



acatech **STUDIE**

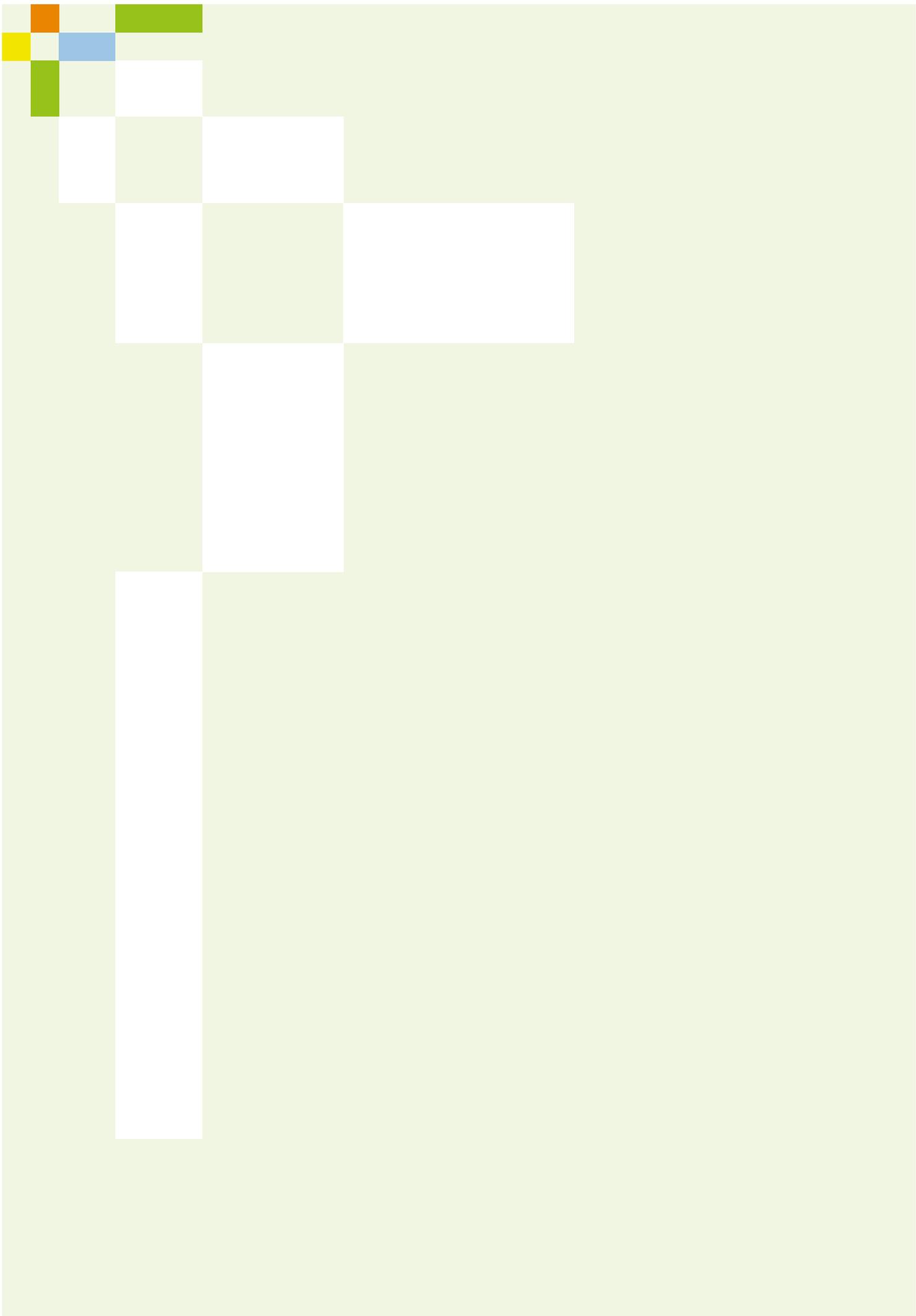
# Kollaboration als Schlüssel zum erfolgreichen Transfer von Innovationen

Analyse von Treibern und Hemmnissen  
in der Automobillogistik

Michael Henke, Axel Kuhn (Hrsg.)

 **acatech**

DEUTSCHE AKADEMIE DER  
TECHNIKWISSENSCHAFTEN



acatech STUDIE

# Kollaboration als Schlüssel zum erfolgreichen Transfer von Innovationen

Analyse von Treibern und Hemmnissen  
in der Automobillogistik

Michael Henke, Axel Kuhn (Hrsg.)



## Die Reihe acatech STUDIE

In dieser Reihe erscheinen die Ergebnisberichte von Projekten der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Die Studien haben das Ziel der Politik- und Gesellschaftsberatung zu technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen.

Alle bisher erschienenen acatech Publikationen stehen unter [www.acatech.de/publikationen](http://www.acatech.de/publikationen) zur Verfügung.

# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>Projekt</b>	<b>6</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1 Motivation	9
1.2 Ziele der Studie	10
1.3 Aufbau der Studie	12
<b>2 Kollaborative FuE in Automobilindustrie und Logistik</b>	<b>13</b>
2.1 Automobilindustrie und Logistik 4.0	13
2.1.1 Struktur in der Branche Automobillogistik	13
2.1.2 Industrie 4.0 als potenzielle Lösung	14
2.2 Untersuchung des Transfers und der bedingenden Einflussfaktoren	19
2.2.1 Begriffsbestimmungen	19
2.2.2 Wirksamkeitscontrolling	24
2.2.3 Überblick über relevante transferorientierte FuE-Projekte und Erfahrungen	28
2.3 Analyse von Forschung und Entwicklung mit Blick auf den Transfer	34
2.3.1 Kategorien von FuE-Projekten	34
2.3.2 Analyse der Einflussfaktoren auf FuE-Projekte	35
2.4 Zusammenfassung	40
<b>3 Darstellung der Treiber und Hemmnisse anhand von FuE-Projektbeispielen</b>	<b>41</b>
3.1 Identifikation der Fallbeispiele	41
3.2 Untersuchung der Fallbeispiele	42
3.2.1 Supply Chain Planning – SCP	42
3.2.2 RFID-based Automotive Network – RAN	44
3.2.3 Cyber-physische Produktionssysteme – CyProS	47
3.2.4 Selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität in Cyber-Physischen- Systemen – KapaflexCy	50
3.2.5 Robust and Reliant Automotive Computing Environment for Future eCars – RACE	53
3.3 Zusammenfassung	56



<b>4</b>	<b>Untersuchung der Einflussfaktoren auf den FuE-Ergebnistransfer</b>	<b>57</b>
4.1	Forschungsdesign	57
4.1.1	Interviews mit Fachleuten	57
4.1.2	Online-Befragung	58
4.2	Erkenntnisse Interviews und Umfrage	58
4.2.1	Ganzheitlichkeit	60
4.2.2	Schnelligkeit	64
4.2.3	Wandelbarkeit	68
4.2.4	Marktorientierung	71
4.2.5	Wirtschaftlichkeit	74
4.3	Zusammenfassung	76
<b>5</b>	<b>Vorgehensmodell</b>	<b>77</b>
5.1	Gestaltungselemente von Forschungsprojekten	77
5.2	Abgrenzung der Phasen von Forschungsprojekten	78
5.3	Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für die Findungsphase	81
5.3.1	Ideengenerierung	81
5.3.2	Machbarkeitsstudie	82
5.3.3	Konsortiumsbildung	84
5.3.4	Antragsstellung	86
5.4	Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für die Projektphase	86
5.4.1	Projektinitiierung	86
5.4.2	Ist-Analyse	90
5.4.3	Anforderungsanalyse	90
5.4.4	Konzeptentwicklung	91
5.4.5	Entwicklung und Integration	92
5.4.6	Validierung	92
5.5	Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für die Umsetzungsphase	93
	<b>Anhang</b>	<b>98</b>
A.1	Exkurs: Organisation der Forschungs- und Transferlandschaft in der Schweiz	98
A.2	Ergänzende Umfrageergebnisse	102
A.3	Ergänzung zum Promotorinnen-/Promotorenmodell zur Auswahl der richtigen Mitarbeitenden in einem FuE-Projekt	106
	<b>Literatur</b>	<b>108</b>

## Zusammenfassung

Innovationen und neue technologische Entwicklungen sind der Motor der Wirtschaft. Sie entscheiden über die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Unternehmen und ganzer Nationen. Als Quelle potenzieller Innovationen gelten die Entwicklungsabteilungen von Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen. Deren Aktivitäten im Bereich Forschung und Entwicklung (FuE) zu fördern, genügt für eine zukunftsfähige Ausrichtung allein jedoch nicht. Entscheidend ist, dass die entwickelten Lösungen auch in praktische Anwendungen transferiert werden und schnell in die breite Umsetzung gelangen. Für Forschungs- und Entwicklungspartner stellt dies aktuell eine große Herausforderung dar.

Die vorliegende acatech STUDIE befasst sich mit diesen Umsetzungsschwierigkeiten von FuE-Projektergebnissen in die praktische Anwendung und geht der Frage der Bewältigung der Herausforderungen am Beispiel von Logistikprojekten der Automobilbranche mit Fokus auf Industrie 4.0 (I4.0) nach. Die im Rahmen des Projekts befragten Fachleute führten den Transfererfolg oftmals auf Festlegungen des Antrags und der Projektdurchführung zurück – insbesondere hinsichtlich der Ausgestaltung des Konsortiums. Die Organisation der Konsortialpartnerinnen und -partner sowie das Umfeld und die getroffenen Maßnahmen wurden weniger häufig als Treiber oder Hemmnis angegeben. Aus den in den Befragungen identifizierten Problemstellungen wurden fünf Zielkriterien für eine transferorientierte Forschung abgeleitet:

- **Ganzheitlichkeit:** Industrie 4.0 eröffnet neue Möglichkeiten zur Prozessverbesserung in Liefernetzwerken der Automobilindustrie. Die Vielzahl an Themenfeldern von I4.0 und die Vielzahl unterschiedlicher Betroffener von Entwicklungen

erfordert gemeinschaftliche Anstrengungen und eine unter allen Beteiligten abgestimmte Umsetzung.

- **Schnelligkeit:** Mit Blick auf das übergeordnete Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen zu sichern, ist eine Beschleunigung in den Entwicklungsprozessen sowie dem Transfer guter Lösungen zu erreichen, um auch mit der Entwicklungsgeschwindigkeit der Wettbewerber aus der „Nicht-Automobilindustrie“ – beispielsweise Apple oder Google – konkurrieren zu können.
- **Wandelbarkeit:** Um als Unternehmen erfolgreich am Markt zu bestehen, ist ein hohes Maß an Wandlungsfähigkeit gefordert, da sich Marktbedarfe schnell ändern. FuE-Entwicklungsprojekte werden hingegen mit langen Vorlaufzeiten geplant und berücksichtigen weder die Dynamik der Märkte noch die im Projekt. Mangelnde Flexibilität in der Projektabwicklung verhindert die schnelle Adaption auf sich verändernde Rahmenbedingungen des Projektes wie Marktnachfrage und Interessenlagen der Partner.
- **Marktorientierung:** Um marktorientierte Entwicklungen zu realisieren, ist die Einbindung potenzieller Kundschaft von der Antragsstellung bis zu einer kontinuierlichen Beteiligung über verschiedene Projektphasen zu sichern.
- **Wirtschaftlichkeit:** Um Hürden von Industrie 4.0-Umsetzungsprojekten abzubauen (zum Beispiel im Mittelstand), ist der wirtschaftliche Mehrwert für die Unternehmen aufzuzeigen, da sonst Entwicklungsaufwände Investitionsentscheidungen hinsichtlich innovativer Ansätze behindern können.

Die Gestaltung zukünftiger FuE-Projekte soll verstärkt unter Berücksichtigung dieser Zielkriterien erfolgen. Wie dies gelingen kann, wurde am Beispiel eines generischen Vorgehensmodells aufgezeigt. Die hierin enthaltenen Umsetzungsempfehlungen beziehen sich auf die operative Projektabwicklung. Weiterführende Hinweise zur Gestaltung der Forschungslandschaft wurden in der zugehörigen acatech POSITION beschrieben.<sup>1</sup>



## Projekt

### Projektleitung

- Prof. Dr. Axel Kuhn, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML/acatech
- Prof. Dr. Michael Henke, Technische Universität Dortmund/Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

### Projektgruppe

- Heinz-Paul Bonn, HPBonn.Consulting GmbH
- Wolfgang Dorst, Bitkom e. V.
- Prof. Dr. Ronald Gleich, EBS Universität für Wirtschaft und Recht
- Prof. Dr. Andreas Hoffjan, TU Dortmund
- Sabine Hucke, Bundesvereinigung Logistik (BVL) e. V.
- Karl-Heinz Hüninghake, Volkswagen AG Nutzfahrzeuge
- Jürgen Krahé, ITT Motion Technologies
- Matthias Krämer, Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.
- Andre Kranke, DACHSER Group SE & Co. KG
- Prof. Dr. Dirk Landgrebe, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
- Dr. Steven Peters, Daimler AG
- Dr. Albrecht Ricken, SAP AG
- Wolfgang Sczygiol, Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG
- Günter Pecht-Seibert, SAP AG
- Prof. Dr. Gernot Spiegelberg, Siemens AG
- Prof. Dr. Axel Wagenitz, Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg
- Prof. Dr. Thomas Weber, Daimler AG
- Dirk Weibels, Volkswagen AG Nutzfahrzeuge
- Prof. Dr. Sigrid Wenzel, Universität Kassel
- Thomas Zernechel, Volkswagen AG

## Aufträge/Mitarbeitende, Autorinnen und Autoren

- Ari Ahmed, Fraunhofer IML
- Dr.-Ing. Ulrike Beißert, Fraunhofer IML
- Lia Heyne, Graduate School of Logistics, TU Dortmund
- Christoph Mertens, Fraunhofer IML

### Projektkoordination

- Dr.-Ing. Christoph Vornholt, acatech Geschäftsstelle

### Projektlaufzeit

01/2016 bis 09/2017

### Finanzierung

Die Finanzierung wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert (Förderkennzeichen 01MT16001A/ 01MT16001B) und durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) inhaltlich betreut.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# 1 Einleitung

Innovationen und neue technologische Entwicklungen sind der Motor der Wirtschaft und entscheiden über die Wettbewerbsfähigkeit von Nationen und einzelner Unternehmen. Als Quelle von Innovationen gelten die Entwicklungsabteilungen von Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen, in welchen neuartige Ideen und Erkenntnisse generiert, erforscht und entwickelt werden. Damit gilt das Investieren in innovationsfreundliche Rahmenbedingungen und Strukturen als Schlüssel zur Entwicklung neuer Technologien und Verfahren. Zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit genügt es jedoch nicht, ausgeprägte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu fördern, zusätzlich muss der Transfer der entwickelten Lösungen in die praktische Anwendung gelingen. Neue technische Lösungen schnell in die breite Anwendung zu überführen, stellt für Forschungs- und Entwicklungspartner aktuell eine große Herausforderung dar.

Die vierte industrielle Revolution spielt derzeit eine wichtige Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen. Da die Potenziale der Industrie 4.0 für die deutsche Industrie als sehr hoch eingestuft werden und die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland gesichert werden soll, unterstützen diverse Initiativen von Staat, Wirtschaft und Forschungseinrichtungen die aktuellen Entwicklungen massiv. BITKOM untersucht das volkswirtschaftliche Potenzial von Industrie 4.0 für Deutschland. Die Grundlage der Untersuchung bildet eine Schätzung von Fachleuten beziehungsweise Unternehmensvertreterinnen und -vertretern in Leitungsfunktion aus sechs Branchen, die sich intensiv mit Industrie 4.0 beschäftigen: Chemische Industrie, Kraftwagen- und Kraftwagenteile/Automobilbau, Maschinen- und Anlagenbau, elektrische Ausrüstung, Land- und Forstwirtschaft, Informations- und Kommunikationstechnik. Das in Industrie 4.0 für die einzelnen Branchen verborgene Potenzial wurde durch die Fachleute anhand einer beispielhaften Wertschöpfungskette abgeschätzt. Anschließend errechneten diese daraus die Steigerung der Bruttowertschöpfung.<sup>2</sup> Die beispielhafte Hochrechnung prognostiziert ein kumuliertes Potenzial von

zusätzlich 11,5 Prozent für die gesamte Bruttowertschöpfung in Deutschland bis zum Jahr 2025. Die chemische Industrie (zusätzlich 30 Prozent), der Maschinen- und Anlagenbau (zusätzlich 30 Prozent), die Herstellung elektronischer Ausrüstung (zusätzlich 30 Prozent) und die Kraftwagen- und Kraftwagenteileindustrie (zusätzlich 20 Prozent) sind Wirtschaftsbereiche, für die besonders hohe Potenziale durch Industrie 4.0 erwartet werden (siehe Tabelle 1).<sup>3</sup>

Die Potenziale von Industrie 4.0 für die Beteiligten entlang der Wertschöpfungsketten sind vielfältig und liegen in einer individualisierten Produktion, einer Flexibilisierung durch dynamische Gestaltung der Geschäftsprozesse, einer erhöhten Produktionseffizienz und neuen Formen der Wertschöpfung.<sup>4</sup> Es wird erwartet, dass diese Potenziale durch den Einsatz technologischer Entwicklungen wie Big Data, Public Clouds und dem Internet der Dinge zukünftig unterstützt werden.

Nach einer Studie zur Perspektive von Industrie 4.0 erwarten 80 Prozent der Befragten Chancen durch Industrie 4.0 für ihr Unternehmen.<sup>5</sup> Dennoch agieren Unternehmen noch mit Zurückhaltung, da noch vielfältige Unsicherheiten bezüglich einer klaren Business-Case-Rechnung, der Entwicklung einer klaren Industrie 4.0-Strategie für Unternehmen, der Entwicklung von Mitarbeitenden und benötigten Kompetenzen, der Begriffsdefinition von Industrie 4.0 und der Verfügbarkeit einheitlicher Standards bestehen.<sup>6</sup> Die Unsicherheit wird durch fehlende branchenbezogene und praktikable Einstiegsszenarien im Umfeld von Industrie 4.0 verstärkt.<sup>7</sup> Anwendungsfälle für Industrie 4.0-Entwicklungen treten nach einer Untersuchung von BITKOM<sup>8</sup> vorwiegend in den Branchensektoren Maschinenbau (circa 30 Prozent), Herstellung von elektronischer Ausrüstung (circa 18 Prozent) sowie Fahrzeugbau und -zulieferer (circa 16 Prozent) auf. Die Mehrzahl der Anwendungsfälle ist der Kategorie „Assistenzsysteme“ zuzuordnen, wobei der Fokus auf Automatisierungslösungen und Lösungen zur Steigerung der Energie-Effizienz liegt. In anderen Branchensektoren und Anwendungsfeldern wie Auftragsgesteuerte Produktion in einer „Connected World“, Wandlungsfähige Fabrik, Adaptive Logistik und Smart Engineering ist die Anzahl von Einstiegsanwendungsfällen vergleichsweise gering. Die

2 | Als Bezugsgröße für die Bruttowertschöpfung der jeweiligen Branche dienten die branchenbezogenen Angaben des Jahres 2010. Für die Ermittlung zum Bezugsjahr 2013 wurden alle Teilbranchen mit einer Erhöhung gemessen am Wirtschaftswachstum in Deutschland während der Jahre 2011 (3,3 Prozent) und 2012 (0,7 Prozent) herangezogen.

3 | Vgl. BITKOM 2014, S. 36.

4 | Vgl. BITKOM et al. 2015, S. 9.

5 | Vgl. Kelkar et al. 2014, S. 26.

6 | Vgl. Huber 2016, S. 18 ff.

7 | Vgl. ebd., S. 20.

8 | Vgl. BITKOM 2016, S. 15 ff.



Wirtschaftsbereiche	Bruttowertschöpfung [Mrd. €]		Potenzial durch Industrie 4.0	Jährliche Steigerung	Steigerung [Mrd. €]
	2013	2025*	2013-2025	2013-2025	2013-2025
Chemische Industrie	40,8	52,10	+30 %	2,21 %	12,02
Kraftwagen- und Kraftwagenteile	74,00	88,80	+20 %	1,53 %	14,80
Maschinen- und Anlagenbau	76,79	99,83	+30 %	2,21 %	23,04
Elektrische Ausrüstung	40,27	52,35	+30 %	2,21 %	12,08
Land- und Forstwirtschaft	18,55	21,33	+15 %	1,17 %	2,78
Informations- und Kommunikationstechnik	93,65	107,70	+15 %	1,17 %	14,05
<b>Potenzial der sechs ausgewählten Branchen</b>	<b>343,34</b>	<b>422,11</b>	<b>+23 %</b>	<b>1,74 %</b>	<b>78,77</b>
Beispielhafte Hochrechnung für die Gesamtbruttowertschöpfung in Deutschland	2.326,61	2.593,06**	+11,5 %**	1,27 %**	267,45**

\*Bei den Hochrechnungen für 2025 wurde kein Wirtschaftswachstum berücksichtigt. Es handelt sich um eine reine Relativbetrachtung mit und ohne die Industrie 4.0-Potenziale für die sechs ausgewählten Branchen.

\*\*Gesamtsumme enthält die Industrie 4.0-Potenziale für die sechs ausgewählten Branchen sowie die Hochrechnung der restlichen Branchen unter der Annahme, dass für diese ein Potenzial in Höhe von 50 Prozent des für die ausgewählten Branchen gilt

Tabelle 1: Erwartete Effekte durch Industrie 4.0 (Quelle: BITKOM 2014, S. 36)

Anwendungsfälle sind in Umfang und Struktur noch sehr heterogen.<sup>9</sup>

Das Ziel der Innovationspolitik der Bundesregierung ist es, die Innovationskraft in Deutschland durch die Schaffung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen und marktorientierter Förderprogramme auch weiterhin zu behaupten und auszubauen.<sup>10</sup> Die Vision beschreibt Deutschland dabei als führende Innovationsnation und zur Weltspitze gehörig, bezogen auf die Entwicklung entscheidender Zukunftstechnologien. Insbesondere mit Blick auf die vierte industrielle Revolution gilt es, diese Innovationsführerschaft zu erlangen. Deutschland als Exportnation ist maßgeblich von der Wettbewerbsfähigkeit seiner Unternehmen und ihrer Produkte im internationalen Vergleich angewiesen. Gelingt es den deutschen Unternehmen nicht, die Potenziale der vierten industriellen Revolution für sich zu erschließen, werden Wettbewerber wie China oder die USA ihre Wettbewerbsposition ausbauen.

Um die Innovationsführerschaft zu erlangen, muss es gelingen, innovative Lösungen der Industrie 4.0-Forschung schnell und effektiv in die breite Anwendung zu bringen. Im Sinne der Innovationspolitik der Bundesregierung bieten Verbundforschungsprojekte eine Möglichkeit, neue Lösungsansätze zu generieren.

Sie sind zugleich Ausgangspunkt für den Transfer der Forschungsergebnisse in den Markt. Ausgehend vom Vorhaben der Verbundforschung muss allerdings festgestellt werden, dass der Transfer unter anderem durch die existierenden Forschungsprojektablaufstrukturen und das Forschungs-Projektmanagement nicht in der gebotenen Schnelligkeit und Umsetzungsquote durchgeführt werden kann. Um konkrete Maßnahmen abzuleiten, wie der schnelle Transfer gelingen kann, sollen am Beispiel der Automobilindustrie mit besonderem Blick auf die Logistik die Herausforderungen des Transfers von Forschungsergebnissen in die praktische Anwendung untersucht werden. Die STUDIE zeigt für einen Ausschnitt aus der realen Wirtschaftswelt (Logistik) für eine Branche (Automotive) auf, wie die motivierte Integrationsaufgabe – Industrie 4.0-Lösungen und -Ansätze zügig in die breite Anwendung zu bringen – gelöst werden kann. Die Fokussierung der Studie auf die Automobilbranche ist bewusst gewählt. Die Automobilindustrie prägt Deutschland als Industrie- und Produktionsstandort. In den vergangenen Jahren betrug der Anteil der Automobilindustrie am Bruttoinlandsprodukt (BIP) circa 20 Prozent und die Branche beschäftigte über 750.000 Arbeitnehmende.<sup>11</sup> Die Automobilindustrie gilt als größter und hochentwickelter Industriezweig in Deutschland, sodass Prozesse innerhalb der Branche in weitem Maße effizient

9 | Vgl. BITKOM 2016, S. 15 ff.

10 | Vgl. BMBF 2016, S. 10 ff.; BMWi 2015, S. 1 ff.

11 | Vgl. Huber 2016, S. 3.

und optimiert gestaltet sind. Gleichzeitig sieht sich die Automobilindustrie aber aufgrund anhaltender Megatrends der Individualisierung von Produkten, der Globalisierung der Unternehmen und ihrer Liefernetzwerke sowie des zunehmenden Konsums der Gesellschaft einer wachsenden Komplexität hinsichtlich der Produkte sowie der Wertschöpfungsnetzwerke und ihrer verbindenden Logistik ausgesetzt. Durch die Integration der Industrie 4.0-Konzepte ergeben sich neue Möglichkeiten, die Effizienz der Branche zu steigern und Komplexität zu reduzieren beziehungsweise zu beherrschen. Dezentralisierung, Datenaustausch und Vernetzung bilden dabei die zentralen Kennzeichen für einen gelungenen Transfer:

- Transparente Vernetzung und transparenter Datenaustausch zwischen vielen am Produktionsprozess beteiligten Unternehmen steigern die Effizienz in einer bereits stark optimierten Umgebung.<sup>12</sup>
- Dezentralisierung reduziert einerseits aufgrund lokaler Bezugsrahmen Komplexität, erfordert aber andererseits Standards und Kollaborationsbereitschaft zum Austausch von Informationen und zur Teilung von Entscheidungshoheit.<sup>13</sup>

Es ist zu erkennen, dass Projekte im Kontext Industrie 4.0 durch die Teilnahme verschiedener Disziplinen und Unternehmen auf unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungskette geprägt sein werden. Um die Herausforderungen interdisziplinärer Zusammenarbeit zu antizipieren, eignet sich die Logistik im Besonderen. Logistik selbst stellt eine interdisziplinäre Disziplin der Wissenschaft dar, welche Betriebswirtschaft, Informatik und Ingenieurwissenschaft verbindet. In der Anwendung verbindet Logistik viele Unternehmen entlang der Supply Chain miteinander und adressiert nicht nur den Gütertausch, sondern auch zunehmend den unternehmensübergreifenden Informations- und Finanzfluss. Die Logistik ist damit ein prädestiniertes Untersuchungsobjekt im Kontext der Entwicklungen von Industrie 4.0, da die angelegten Herausforderungen der Projekte durch das Erfordernis interdisziplinärer Zusammenarbeit bereits heute in Logistikprojekten adressiert werden.

## 1.1 Motivation

Technologischer Fortschritt wird als treibende Kraft von wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklung aufgefasst. Er kann zum Wandel von wirtschaftlichen und industriellen Strukturen bestimmter Länder und Regionen führen. Neue Branchen

können entstehen und Gesellschaften können starke Veränderungen ihrer Umwelt wahrnehmen.

Im Kontext von Industrie 4.0 liegt der technologische Fortschritt in der durchgängigen Digitalisierung von Technologien und Verfahren, die zur Verbesserung und Gewinnsteigerung durch mehr Effizienz führen werden.<sup>14</sup> Die zu erwartenden Potenziale von Industrie 4.0 werden für die deutsche Industrie so hoch eingestuft, dass diverse Initiativen von Staat, Wirtschaft und Forschungseinrichtungen die aktuellen Entwicklungen massiv unterstützen, um die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland zu sichern. Die Plattform Industrie 4.0, initiiert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), greift im Rahmen der Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung das Thema Industrie 4.0 auf und erarbeitet mit Vertreterinnen und Vertretern aus Unternehmen, Gewerkschaften, Verbänden, Wissenschaft und Politik Leitstrategien und Handlungsempfehlungen für die Akteure und Gestalter der digitalen industriellen Zukunft (siehe Kasten auf Seite 10). In Arbeitskreisen werden Entwicklungsbedarfe für Referenzarchitekturen, Standards und Normung, Forschung und Innovation, die Sicherheit vernetzter Systeme, rechtliche Rahmenbedingungen sowie Arbeit und Bildung im Hinblick auf die Anforderungen von Industrie 4.0 konstatiert.

Ministerien, Gesellschaften und Unternehmen stellen Mittel für die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in unterschiedlichen Formen bereit. Diese Studie fokussiert sich auf die Entwicklung innovativer Lösungen durch Verbundforschungsprojekte und untersucht die Treiber und Hemmnisse des Transfers von Projektergebnissen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass nach Durchführung eines Forschungsprojektes das Recht zur Verwertung und Vermarktung in der Hand der Mitglieder des Forschungskonsortiums verbleibt. Der Erfolg der Verwertung und Verbreitung guter Projektergebnisse ist demnach maßgeblich abhängig von dem Verwertungsinteresse der einzelnen am Projekt beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen sowie den zur Verfügung stehenden Ressourcen, mit denen beispielsweise der Transfer der entwickelten Lösung in den breiten Markt angestoßen werden könnte. Diese Studie analysiert staatlich geförderte Verbundforschungsprojekte und erarbeitet unterstützende Maßnahmen für einen besseren Transfer der Ergebnisse in die breite Anwendung. Dabei liegen die Maßnahmenvorschläge in den Bereichen der Abwicklung von Forschungsprojekten sowie in der vor- und nachgelagerten Infrastruktur (Beantragung von Fördermitteln und Verwertung der Forschungsergebnisse) von Verbundforschungsprojekten.

12 | Vgl. Huber 2016, S. 3.

13 | Vgl. Sandler 2016, S. 5.

14 | Vgl. Klappert et al. 2010, S. 5ff.



## Plattform Industrie 4.0

Als Bestandteil des Aktionsplans der „Hightech-Strategie 2020“ wurden 2012 von einem Arbeitskreis des Bundesministeriums für Bildung und Forschung Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsjahr Industrie 4.0<sup>15</sup> identifiziert. Im Folgejahr 2013 schlossen die Verbände BITKOM, VDMA und ZVEI eine Kooperationsvereinbarung in Bezug auf die Zukunft der Plattform Industrie 4.0. Seit der offiziellen Bekanntgabe auf der Hannover Messe 2013 ist die Mitgliederzahl stark angestiegen. Die Plattform Industrie 4.0 bietet Raum für die Diskussion grundlegender Fragen zum Thema Industrie 4.0. Vertreterinnen und Vertreter aus Unternehmen, Wissenschaft und Politik treten in Dialog, um realisierbare Handlungsempfehlungen für alle Beteiligten und geeignete Standards für die Zusammenarbeit zu entwickeln. Ziel ist das gemeinschaftliche Erarbeiten einer Forschungsagenda, die an den Bedarfen der anwendenden Personen und Unternehmen orientiert ist. Darüber hinaus werden aussagekräftige Best Practices identifiziert, welche Vernetzungseffekte in Produktions- und Wertschöpfungsnetzwerken aufzeigen und Vorteile neuer Geschäfts- und Arbeitsmodelle demonstrieren. Die Plattform Industrie 4.0 soll ein ganzheitliches Gesamtverständnis von Industrie 4.0 über die Branchen hinweg erzeugen. In fünf Arbeitsgruppen – „Referenzarchitekturen, Standards und Normung“, „Forschung und Innovation“, „Sicherheit vernetzter Systeme“, „Rechtliche Rahmenbedingungen“ und „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“ – arbeiten über 300 Vertreterinnen und Vertreter aus mehr als 159 Organisationen (Stand: November 2016) unter der Leitung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

## 1.2 Ziele der Studie

acatech hat es sich zur Aufgabe gemacht, Zukunftsthemen der Technikwissenschaften zu bearbeiten und für deren Behandlung eine Beratungskompetenz für Gesellschaft, Wirtschaft und Politik aufzubauen. Mit möglichen Konzepten der von den

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) getriebenen Entwicklungen im industriellen Umfeld hat acatech sich bereits erfolgreich auseinandergesetzt. Die Integration technologischer Entwicklungen in bestehende und zukünftige Prozesse der Wertschöpfung wird aktuell von acatech forciert, um die Wirtschaft nachhaltig durch den Einsatz innovativer Lösungen zu entwickeln.

In dieser Studie werden Verbundforschungsprojekte betrachtet, da diese der vom Bund definierten langfristigen Forschungsstrategie folgen und Entwicklungsergebnisse beispielsweise in Form von Prototypen oder Demonstratoren hervorbringen. Die Entwicklungstrends Industrie 4.0 und Digitalisierung im Allgemeinen wirken sehr stark auf die Abläufe und Organisation von Industrieunternehmen. Dazu zählen beispielsweise die Themen Vernetzung und Datenaustausch und Transparenz zwischen vielen am Produktionsprozess beteiligten Unternehmen.

Die Ergebnisse von Forschungsprojekten in der Automobillogistik im Zusammenhang mit Industrie 4.0 finden noch zu wenig Anwendung in der Industrie. Aus diesem Grund ist es das Ziel dieser Studie zu untersuchen, welche Gründe den eingeschränkten Ergebnistransfer hervorbringen und dadurch die Anwendung neuer Technologien, Verfahren, Geschäftsmodelle und Management- und Organisationsstrukturen in der Praxis hemmen.

Auf Basis der Analysen sollen Treiber und Hemmnisse in Bezug auf den Ergebnistransfer identifiziert werden, um im Anschluss Handlungsempfehlungen und ein Projektvorgehen definieren zu können, dass den Transfererfolg unterstützt.

Detailliert gliedern sich die Ziele der Studie in eine umfassende Analyse des Transfers von Ergebnissen aus Forschungsprojekten. Darüber hinaus sollen die tatsächliche Abwicklung von Verbundforschungsprojekten sowie Einflussfaktoren analysiert werden, die auf die Abwicklung wirken. Weitere Ziele im Hinblick auf die Steigerung des Transfererfolgs sind die Identifikation von Schwachstellen in der Abwicklung von Verbundforschungsprojekten und dem Transferprozess sowie das Aufzeigen von Verbesserungspotenzialen. Ausgehend von der Analyse sollen Maßnahmen und Handlungsempfehlungen identifiziert werden, die den Transfererfolg unterstützen. Die Handlungsempfehlungen können der parallel zu dieser Studie erschienenen acatech POSITION<sup>16</sup> entnommen werden, während die identifizierten Maßnahmen in einem Vorgehensmodell zur Transferunterstützung in dieser Studie präsentiert werden.

15 | Vgl. BMWi 2015, S. 5ff.

16 | Vgl. acatech 2017.

### Strategisches Technologiemanagement

Wird zwischen Technologie-, Forschungs- und Entwicklungs- und Innovationsmanagement unterschieden, betrachtet diese Studie die Potenziale des Forschungs- und Entwicklungsmanagements in Verbindung mit der darauffolgenden Phase des Innovationsmanagements im engeren Sinne (siehe Abbildung 1).<sup>17</sup>

Nach der hier gewählten Abbildung sind die Beschaffung, Speicherung und Verwertung von neuem technologischem Wissen Bestandteile des Technologiemanagements innerhalb eines Unternehmens. Das Forschungs- und Entwicklungsmanagement ist nach dieser Darstellungsvariante Teil des unternehmensinternen Technologiemanagements, kann gegebenenfalls aber extern oder in Kooperation

(Verbundforschungsprojekte) durchgeführt werden. Während das Technologiemanagement in einem Unternehmen die Neu- und Weiterentwicklung von Technologien und deren Anwendung entlang des Lebenszyklus forciert, richten sich die Aktivitäten des Forschungs- und Entwicklungsmanagements auf den generellen Erwerb neuer Erkenntnisse (Forschung) und deren erstmalige Anwendung und praktische Umsetzung (Entwicklung). Das Innovationsmanagement im weiteren Sinne umfasst alle Aktivitäten des Produktentstehungs- und Markteinführungsprozesses. Die Betrachtungsebene beschreibt über die reine Forschungs- und Entwicklungsarbeit hinaus zusätzlich die Produkt- und Prozesseinführung am Markt. Die erfolgreiche Überführung von Produkten und Prozessen beziehungsweise jeglicher Arten neuer Entwicklungen in den Markt gilt es künftig verstärkt zu unterstützen.<sup>18</sup>

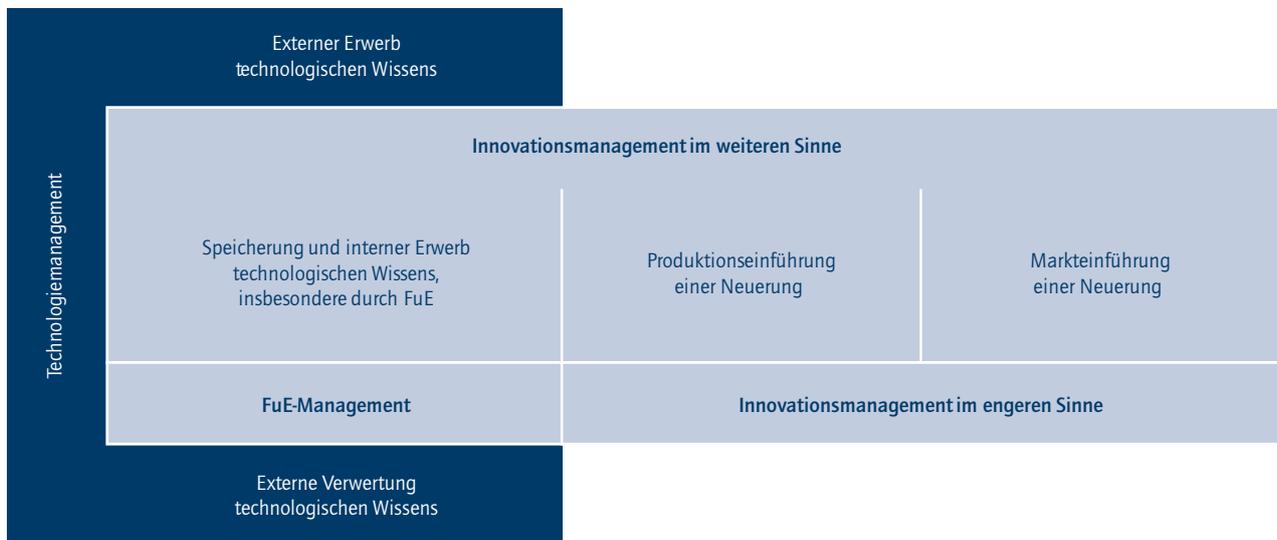


Abbildung 1: Einordnung themenverwandter Managementdisziplinen (Quelle: Klappert et al. 2010, S. 9)

17 | Vgl. Klappert et al. 2010, S. 9.

18 | Vgl. ebd.



### 1.3 Aufbau der Studie

Das folgende Kapitel 2 stellt grundlegende Betrachtungen zu den Untersuchungsfeldgebern der Studie dar. Dabei wird die besondere Bedeutung der Logistik 4.0 für die Automobilindustrie hervorgehoben und die Bedeutung von Industrie 4.0 für die Branche motiviert. Nachfolgend wird ein einheitliches Begriffsverständnis zum Thema Transfer in FuE-Projekten geliefert. Dabei werden Beteiligte und ihre Funktion in der Transferlandschaft benannt und relevante Transferkanäle vorgestellt. Außerdem werden SmartHome und it's OWL als Beispiele für FuE-Projekte mit erfolgreichen Transferkonzepten vorgestellt. Zum Abschluss des Kapitels wird der Begriff des FuE-Projektes genauer untersucht. Dazu werden zunächst die Kategorien von FuE-Projekten aufgezeigt. Anschließend erfolgt eine detaillierte Darstellung von Einflussfaktoren auf FuE-Projekte, die je nach Ausprägung als Treiber oder als Hemmnis für den Transfer von Ergebnissen wirken können.

In Kapitel 3 werden anhand von fünf Projektbeispielen der Transfer und das Wirken von Einflussfaktoren auf diesen exemplarisch untersucht und dargestellt.

Eine detaillierte Betrachtung von Einflussfaktoren auf den FuE-Ergebnistransfer wird in Kapitel 4 geboten. Dazu wird zunächst das Forschungsdesign dargestellt. Außerdem werden die Erkenntnisse aus Interviews und einer Online-Umfrage vorgestellt. Die Darstellung der untersuchten Einflüsse wird anhand von fünf Zielkriterien strukturiert: Ganzheitlichkeit, Schnelligkeit, Wandelbarkeit, Marktorientierung und Wirtschaftlichkeit.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in ein Vorgehensmodell überführt, welches in Kapitel 5 dargestellt wird. Das Vorgehensmodell soll bei der Durchführung von FuE-Projekten eine Unterstützung sein und Hinweise liefern, wie der Transfer der FuE-Ergebnisse besser gelingen kann.

## 2 Kollaborative FuE in Automobilindustrie und Logistik

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Annahme, dass Kollaboration entscheidend für den erfolgreichen Transfer von FuE-Ergebnissen in die praktische Anwendung ist. Aus diesem Grund werden in den nachfolgenden Kapiteln Einblicke in die Möglichkeiten und Einsatzbereiche von Industrie 4.0 gegeben und mit den aktuellen Herausforderungen der Wertschöpfungsnetzwerke der Automobilbranche verknüpft. Zum Abschluss erfolgt ein Überblick über die Grundlagen des Transfers von Forschungsergebnissen und die Einflussfaktoren auf Forschungsprojekte.

### 2.1 Automobilindustrie und Logistik 4.0

Die Automobilindustrie prägt Deutschland als Industrie- und Produktionsstandort. In den vergangenen Jahren betrug der Anteil der Automobilindustrie am Bruttoinlandsprodukt (BIP) circa 20 Prozent und die Branche beschäftigte über 750.000 Arbeitnehmende.<sup>19</sup> Die hohe Bedeutung und Relevanz der Branche für die deutsche Wirtschaft ist somit unumstritten. Der Wettbewerb in der Automobilindustrie wird zunehmend von der Effizienz der Wertschöpfungsstrukturen bestimmt und nicht allein auf den Absatzmärkten.<sup>20</sup> Die Logistik bestimmt die Effizienz von Wertschöpfungsstrukturen in besonderem Maße. Sie bildet das Rückgrat der Automobilproduktion im Speziellen bei der Betrachtung von Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsprozessen. Grundaufgabe der Logistik in der Automobilproduktion ist die effiziente Bereitstellung von Produktionsmaterialien in den geforderten Mengen und Zusammensetzungen am richtigen Ort und zur richtigen Zeit entlang der Wertschöpfungskette.<sup>21</sup> Die Innovationsfähigkeit innerhalb von Unternehmen und Branchen wird als strategischer Erfolgsfaktor im Wettbewerb anerkannt, da neue Entwicklungen zur Effizienzsteigerung von Wertschöpfungsstrukturen beitragen können. Eine hohe Anzahl von Innovationen und schnelle serienreife Entwicklung trägt

somit zum Erreichen des Wettbewerbsvorteils bei, was die Bedeutung von Innovationen in der Automobilindustrie unterstreicht. Um zukünftig die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern, gilt es die Potenziale von Industrie 4.0 zu identifizieren und für bestehende und neue Herausforderungen in der Branche neue Lösungen zu entwickeln.

#### 2.1.1 Struktur in der Branche Automobillogistik

Strategische Netzwerke in der Automobilindustrie umfassen bislang den Fahrzeughersteller als fokales Unternehmen sowie Zulieferer, Logistikdienstleister und Händler als vor- und nachgelagerte Stufen im Wertschöpfungsprozess. Die Reduktion der Fertigungstiefe ist ein schon langfristig zu beobachtender anhaltender Trend<sup>22</sup>, welcher zunehmend mit dem Outsourcing von Aktivitäten einhergeht. Die Verlagerung von Aktivitäten, welche nicht Kernkompetenz der Hersteller sind, tragen zu einer Aufsplitterung der Wertschöpfungsstrukturen bei. Ein zuverlässiger Informationsaustausch zwischen allen Netzwerkpartnern entlang der vertikalen Wertschöpfungskette muss sichergestellt werden, um die Prozessorganisation der Netzwerkpartner auf die Bedürfnisse der Hersteller effizient abstimmen zu können.

Enge organisatorische Abstimmungen zwischen Herstellern, Lieferanten und Dienstleistern in der Automobillogistik scheinen stabile Beziehungen zu erfordern. Jedoch erfolgt im Zuge globaler Wertschöpfung eine stetige Dynamisierung der Netzwerkstrukturen. Dieser Dynamisierung gilt es mit neuen Ansätzen zur Planung und Steuerung der Prozesse entlang der Wertschöpfungskette zu begegnen, um künftig die Marktposition erfolgreich halten zu können.

Neben der Reduzierung des eigenen Wertschöpfungsanteils von Herstellern und der Dynamisierung der Netzwerkstrukturen besteht eine weitere Herausforderung in der Automobillogistik in der Stagnation der Absatzmengen auf den ehemaligen Hauptmärkten. In der Folge ist eine Verschiebung der Märkte und auch von Beschaffungs-, Produktions- und Absatzaktivitäten in wachstumsstarke Regionen zu beobachten. Für die Realisierung neuer Produktionsstandorte ist die globale Vernetzung zu ebenfalls neu entstehenden Standorten der Zulieferer und Logistikdienstleister von hoher strategischer Bedeutung, um Prozesse und den Datenaustausch auf internationaler Ebene effizient gestalten zu können.<sup>23</sup> Auch die Steuerung von

19 | Vgl. Huber 2016, S. 3.

20 | Vgl. Sanz 2007, S. 3.

21 | Vgl. Gudehus 2010, S. 3.

22 | Vgl. Wyman 2007; Wyman/VDA 2012.



Produktionsnetzwerken auf globaler Ebene bedarf hoher Anpassungsfähigkeit und somit hoher Transparenz über den Materialfluss, um Nachfragedynamiken und Risiken im Netzwerk entgegenwirken zu können.<sup>24</sup> Eine stärkere Vernetzung und optimierte Entscheidungsfindung, unterstützt durch Industrie 4.0-Anwendungen, bietet hier Erfolgspotenziale.

Die steigende Anzahl von Fahrzeugneuanläufen und -ausläufen in der Produktion (verkürzte Produktlebenszyklen) erfordert ein erhöhtes Maß an Planungsschnelligkeit und standardisierten Prozessabläufen.<sup>25</sup> Mit einer gesteigerten Modellvielfalt und erhöhten Anzahl von Nischenmodellen entsteht eine zunehmende Komplexität für Entwicklungs- und Produktionsprozesse<sup>26</sup>, die mit einem Anstieg der innerbetrieblichen Datenkomplexität sowie des Koordinationsaufwands einhergehen. Gleichmaßen ist auch mit einem Anstieg der zwischenbetrieblichen Datenkomplexität und Koordinationsaufwände aufgrund der steigenden Zahl der beteiligten Partner an den Produktionsprozessen zu rechnen.<sup>27</sup> Industrie 4.0-Lösungen liefern Ansätze, um die gesteigerte Datenkomplexität beherrschbar zu machen.

### Effizienz der Wertschöpfung

Der Wettbewerb in der Automobilindustrie wird zunehmend von der Effizienz der Wertschöpfungsstrukturen bestimmt und nicht allein auf den Absatzmärkten entschieden.<sup>28</sup> Die Logistik determiniert die Effizienz von Wertschöpfungsstrukturen in besonderem Maße. Sie bildet das Rückgrat der Automobilproduktion im Speziellen bei der Betrachtung von Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsprozessen. Grundaufgabe der Logistik in der Automobilproduktion ist die effiziente Bereitstellung von Produktionsmaterialien in den geforderten Mengen und Zusammensetzungen am richtigen Ort und zur richtigen Zeit entlang der Wertschöpfungskette.<sup>29</sup> Als Querschnittsfunktion eignet sich die Logistik insbesondere zur Untersuchung der Herausforderungen in der Umsetzung von Industrie 4.0.

Im Zuge der Entwicklungen von Industrie 4.0 nimmt die Bedeutung von Kooperationen zwischen Akteuren und Gestaltern neuartiger industrieller Lösungen zu. Der internationale Wettbewerb und die erforderliche Einführung von Normen und Standards sind als Motivation für die zukünftig erforderliche, verstärkte Zusammenarbeit identifiziert worden. Die länderübergreifende Vernetzung und Digitalisierung wird als bedeutendes Bedarfsfeld für die Notwendigkeit von Kooperationen hervorgehoben und integriert Themen der Datenerfassung und -übertragung, Vernetzung, Datenverarbeitung und -analyse sowie Schnittstellen. Kollaborative Zusammenarbeit wird in Bezug auf das jeweilige Anwendungsfeld in Form von branchenfokussierten und branchenübergreifenden Kooperationen mit Zulieferern und Wettbewerbern sowie mit globalen Konzernen und neuen Start-ups erforderlich sein.<sup>30</sup>

### 2.1.2 Industrie 4.0 als potenzielle Lösung

Die Entwicklungen im Kontext der vierten industriellen Revolution bieten Potenziale zur Überwindung der aktuell bestehenden Herausforderungen in der Automobilproduktion und -logistik. Die Entwicklung zukunftsfähiger Logistikkonzepte stellt in diesem Kontext die Automobilindustrie aktuell vor große Herausforderungen. Die global agierenden Konzerne mit einer abnehmenden Wertschöpfungstiefe in der eigenen Produktion verfügen über äußerst komplexe logistische Prozesse.

Industrie 4.0 bietet die Möglichkeiten, Potenziale über Unternehmensgrenzen hinweg für Wertschöpfungsnetzwerke zu erschließen. Gerade in Bezug auf die notwendige Reduktion der Planungs- und Steuerungskomplexität werden hier durch dezentrale und teilautonome Entscheidungen Chancen für Unternehmen gesehen, die nicht nur in der Automobilindustrie zu finden sind. Neue Lösungen zur Prozessverbesserung, insbesondere in Verbindung mit dem Einsatz von Informationstechnologien, wirken jedoch nur dann, wenn alle Netzwerkpartner sich unter anderem kompatibler Datenstrukturen und Planungsverfahren bedienen, einen gemeinsamen Methodenpool nutzen, Ergebnisse miteinander abgleichen können sowie die Bereitschaft zum Austausch erforderlicher Informationen und für Maßnahmen zum Aufwand-Nutzen-Ausgleich aufbringen.

23 | Vgl. Garcia Sanz 2007, S. 5.

24 | Vgl. Henke/Motta 2014, S. 154.

25 | Vgl. Günthner 2007, S. 142.

26 | Vgl. Garcia Sanz 2007, S. 3.

27 | Vgl. Göpfert et al. 2017, S. 8.

28 | Vgl. Garcia Sanz 2007, S. 3.

29 | Vgl. Gudehus 2010, S. 3.

30 | Vgl. Kagermann et al. 2013, S. 17.

### Detailierung von Industrie 4.0

Das Verständnis von Industrie 4.0 beschreibt aktuell die Weiterentwicklung von Produktions- und Wertschöpfungssystemen durch die Verbindung von der realen und der digitalen Welt. Darunter wird die intelligente digitale Vernetzung auf vertikaler und horizontaler Ebene entlang der Wertschöpfungsstrukturen verstanden. Sich selbststeuernde Cyber-Physische Systeme (CPS), die mit eingebetteten Systemen ausgestattet sind, tragen zur effizienten, flexiblen und dezentral organisierten Produktion und Logistik in der Automobilindustrie bei.<sup>31</sup>

Die von Industrie 4.0 betroffenen Dimensionen umfassen Technik (Digitalisierung, hochgradig vernetzte Systeme von Sensorik und Aktorik über Maschinen und Anlagen bis zum Nutzer), Organisation (Daten, Entscheidungen, Handlungen, dezentrale Steuerung und autonome Systeme), Menschen (Qualifikation und Qualifizierung, Mensch-Maschine-Interaktion) und Geschäftsmodelle (individualisierte Produktion, Einbindung von Kundschaft, Denken in Produktlebenszyklen und Serviceorientierung). Relevante Technologiefelder im Kontext von Industrie 4.0 in der Automobillogistik für die Datenerfassung, -verarbeitung und -auswertung sind Kommunikation, Sensorik, eingebettete Systeme, Aktorik, Mensch-Maschine-Schnittstelle und Software sowie Systemtechnik. Für die Integration der Technologiefelder für einen unternehmensinternen und zwischenbetrieblichen Datenaustausch ist die Entwicklung von Standards und Normung als Querschnittstechnologie Vorbedingung für potenzielle Digitalisierungserfolge.<sup>32</sup>

Zur weiteren Detailierung von Industrie 4.0 werden folgende Funktionsbereiche veranschaulicht. Der Funktionsbereich der Datenerfassung und -verarbeitung umfasst die Erhebung, Verarbeitung und Auswertung von Daten über Prozesse, Qualität, Produkte, Produktionsmittel, Personal und Umfeld entlang der Wertschöpfungskette in der Automobilindustrie. Themen wie Sensortechnik (RFID/Barcode) für die Datenerfassung, Datenanalyse und Big-Data-Analyse, Dokumentation und Datenverwaltung sowie Simulation und Datensicherheit bilden zentrale Gestaltungsfelder. Der Funktionsbereich Assistenzsysteme beschreibt Technologien, welche die Beschäftigten bei ihrer Arbeit unterstützen und umfasst unter anderem Methoden der Visualisierung (Augmented Reality) sowie der Simulation (Produkt, Produktion), generelle Ansätze zur Mensch-Maschine-Interaktion sowie den Einsatz mobiler Endgeräte oder 3D-Druck und Scan. Die Vernetzung und Integration innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks in der Automobilindustrie zwischen Herstellern, Zulieferern und Dienstleistern von Anlagen, Prozessen und

Produkten soll potenziell durch Anwendungen im Kontext von Cloud-Computing und dem Internet der Dinge erfolgen. Der Funktionsbereich Dezentralisierung und Serviceorientierung forciert die Modularisierung von Produkten und Prozessen, um somit zunehmender Komplexität entgegenzuwirken. Unternehmenseinheiten sind nach dem Verständnis von Industrie 4.0 als Leistungseinheiten aufzubauen, um die Leistungen als Services innerhalb und außerhalb des eigenen Unternehmens anbieten zu können. Der Funktionsbereich Selbststeuerung und Autonomie umfasst intelligente Technologien und Prozesse, welche Daten automatisch auswerten und auf Basis der Ergebnisse eigenständig Entscheidungen vollziehen. Wie gesteuert wird und was automatisch geregelt wird, basiert auf Regelkreisen, Selbstoptimierungsansätzen, den Strukturen von Cyber-Physischen Systemen und der Prozessüberwachung.<sup>33</sup>

### Potenziale von Industrie 4.0

Im Zuge der Digitalisierung von Wertschöpfungsketten stellen die Entwicklung von lösungsneutralen Referenzarchitekturen, IT-Sicherheit, rechtliche Rahmenbedingungen sowie Forschung und Innovation die Kernbausteine der Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 dar (siehe Abbildung 2). Der Baustein Forschung und Innovation umfasst fünf Kernthemen. Im Themenfeld Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke liegt der Schwerpunkt in der Ausgestaltung einer unternehmensübergreifenden Kollaboration. Das Thema Durchgängigkeit des Engineerings über den gesamten Lebenszyklus stellt das Product-Lifecycle-Management (PLM)-gestützte Engineering in den Fokus, um eine durchgängige Unterstützung über die gesamte Wertschöpfung zu ermöglichen. Im Themenfeld der vertikalen Integration steht die Vernetzung der Produktion im Zentrum. Das Thema Neue soziale Infrastrukturen der Arbeit konzentriert die Aktivitäten auf Fragen der Sicherstellung einer positiven Entwicklung der Veränderungen in der Arbeitswelt. Das Thema Entwicklung von Querschnittstechnologien beschäftigt sich mit der Schaffung unterschiedlicher technologischer Voraussetzungen, die zur Realisierung von Industrie 4.0 erforderlich sind. Die Analyse zu den Herausforderungen des Transfers fokussiert sich auf die Themenfelder des Kernbausteins Forschung und Innovation.

In der industriellen Anwendung bieten die Kernbausteine und Kernthemen der Industrie 4.0 die Möglichkeit, Potenziale über Unternehmensgrenzen hinweg für Wertschöpfungsnetzwerke zu erschließen. Die Lösungsansätze verfolgen eine engere Verzahnung von Produktions- und Logistiknetzwerken durch intensivere Zusammenarbeit und Durchgängigkeit der IT zur Erhöhung der

31 | Vgl. Kagermann et al. 2013, S. 17.

32 | Vgl. agiplan 2015, S. 3.

33 | Vgl. ebd., S. 12ff.

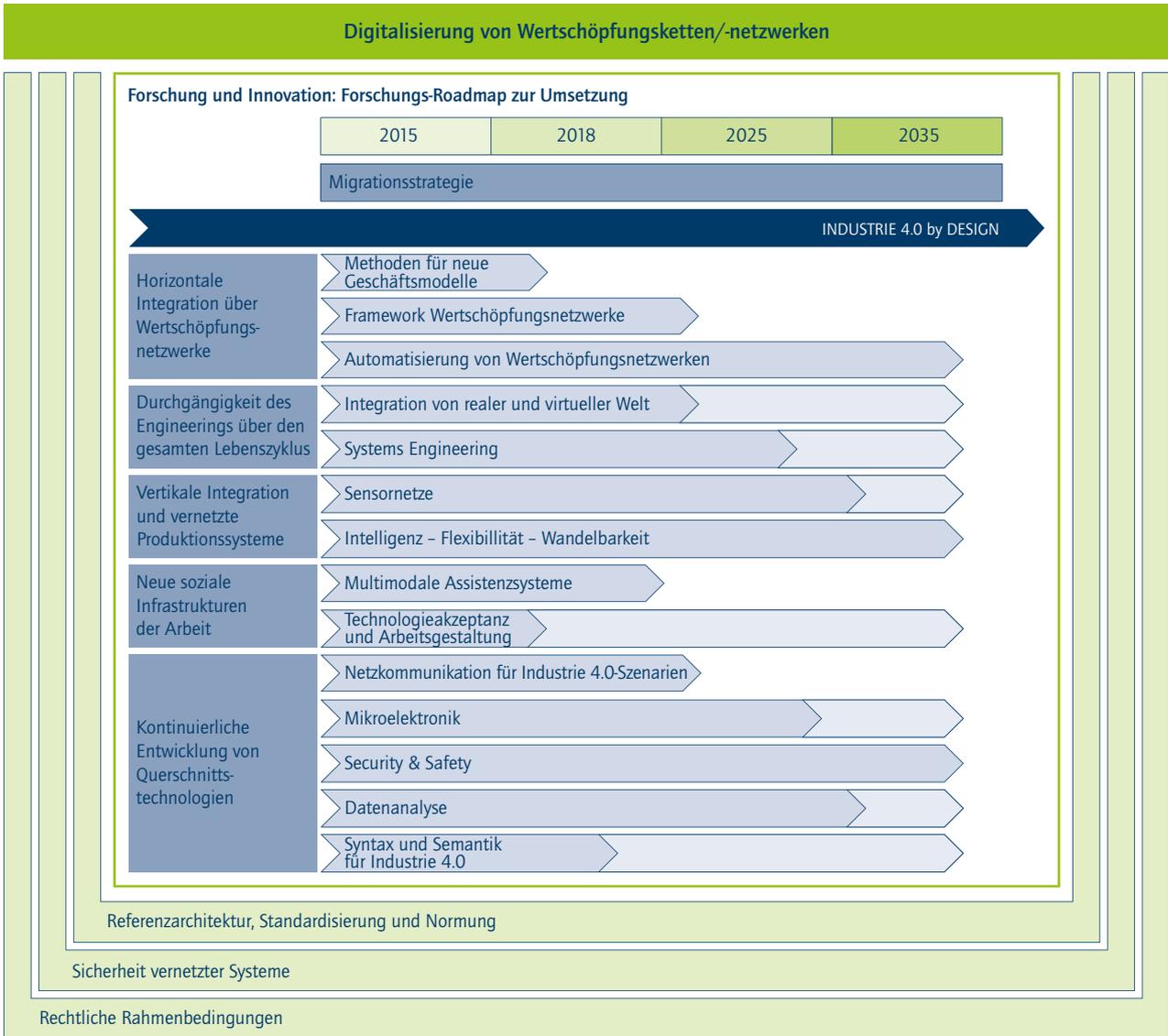


Abbildung 2: Kernbausteine Industrie 4.0 (Quelle: BITKOM et al. 2015, S. 15 ff.)

Transparenz zwischen Kooperationspartnern und innerhalb des gesamten Netzwerks. Die angestrebte Vernetzung beziehungsweise Digitalisierung in den Unternehmen kann auf Produktions-, Unternehmens- und Netzwerkebene betrachtet werden (siehe Abbildung 3).<sup>34</sup>

- **Produktionsebene:** Die Digitalisierung auf der Arbeitsplatz- und Maschinenebene (Produktionsebene) stellt das Objekt (Produkt) und seine Wertschöpfungsprozesse in den Fokus. Die zu entwickelnden Technologien und Lösungsansätze

adressieren sämtliche Prozesse – Material-, Informations- und Finanzflüsse – vom Wareneingang über die Produktion bis hin zum Versand. Die Digitalisierung ermöglicht unter anderem eine durchgängige Maschinendatenerfassung und Unterstützung bei der zustandsgerechten Instandhaltung, digitalen Nachschubsteuerung oder durchgängigen Nachverfolgbarkeit der Materialflüsse durch AutoID-Einsatz.

- **Unternehmensebene:** Auf Unternehmensebene fokussiert sich die Digitalisierung auf die Funktionsbereiche eines Unternehmens wie Einkauf, Produktion, Vertrieb,

34 | Vgl. Parlings 2016.

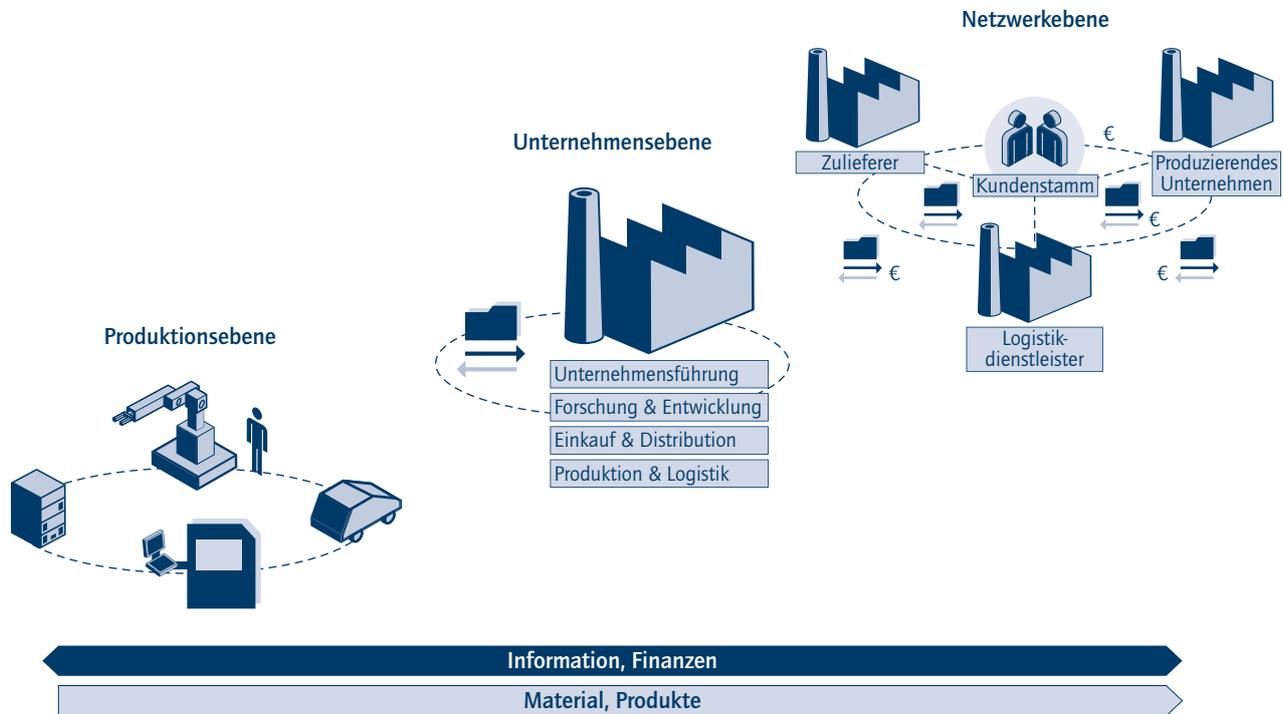


Abbildung 3: Industrie 4.0-Vernetzung erfordert Digitalisierung auf verschiedenen Ebenen (Quelle: Parlings 2016)

Unternehmensführung und unterstützt mit den zu entwickelnden Technologien und Lösungsansätzen alle übergeordneten Prozessabläufe wie eine durchgängige Auftragsüberwachung und -steuerung sowie die schnelle Kommunikation über Funktionsbereiche hinweg.

- **Netzwerkebene:** Die Digitalisierung auf Netzwerkebene stellt die Prozesse über Unternehmensgrenzen hinweg in den Fokus. Die Technologien und Lösungsansätze von Industrie 4.0 in den Partner, Kundinnen-/kunden- und Lieferantennetzwerken unterstützen dabei vorrangig die digitale Auftragsabwicklung und standardisierte Kommunikation über Unternehmensgrenzen hinweg sowie die durchgängige Rückverfolgbarkeit in der Lieferkette.

Die Untersuchung des Transfers von Inventionen in die praktische Anwendung, hier Industrie 4.0, soll am Beispiel der Automobillogistik durchgeführt werden. Als Querschnittsfunktion adressiert die Logistik sowohl die ganzheitliche Gestaltung der Durchläufe von Aufträgen, Informationen und Material durch das Unternehmen (Produktions- und Unternehmensebene) als auch die entsprechenden Abläufe zwischen den Unternehmen

(Netzwerkebene). Dabei bezieht sich die Logistik nicht nur auf die produzierenden Unternehmen selbst, sondern bezieht auch unterschiedliche Dienstleistungsunternehmen ein.<sup>35</sup> Die vierte industrielle Revolution bietet besonders im Umfeld der Automobilbranche Chancen im Umgang mit bestehenden Herausforderungen wie Aufsplitterung und Dynamisierung der Wertschöpfungsstrukturen, Verschiebung der Märkte, Verkürzung der Produktlebenszyklen und Erhöhung der Anzahl der Produktvarianten und steigende Anforderungen der Kundschaft hinsichtlich Produktindividualisierung.

#### Herausforderungen auf dem Weg zu Industrie 4.0 in der Automobillogistik

Zu fachlichen und technischen Herausforderungen zählt die Realisierung einer vollumfänglichen Datenerfassung sowie einer vollständigen Integration relevanter Partner auf vertikaler und horizontaler Ebene. Die Datenverfügbarkeit als Voraussetzung für die Umsetzung von Industrie 4.0-Entwicklungen stellt somit eine erste Herausforderung dar.<sup>36</sup> Die Durchgängigkeit des Informationsflusses entlang der Wertschöpfungsprozesses in der Automobilindustrie stellt zum heutigen Zeitpunkt ebenfalls eine

35 | Vgl. Adaev 2015; Reeker 2012.

36 | Vgl. agiplan 2015, S. 19ff.



Herausforderung dar. Die Konformität von Schnittstellen und Systemen ist sowohl unternehmensintern als auch zwischen den Unternehmen im Wertschöpfungsnetzwerk nur bedingt gegeben. Abgegrenzte Datensilos und Fachkompetenzen, gepaart mit historisch gewachsenen Strukturen und der Heterogenität von Anwendungen und Systemen sind Faktoren, die den Aufbau vernetzter und integrierter Wertschöpfungs-systeme sowie eine einheitliche Datenerfassung und Verarbeitung erschweren. Das Fehlen von Standards und Normen für den Datenaustausch und die damit verbunden geringe Kompatibilität behindern die Geschwindigkeit der Entwicklungen. Ungeklärte und zum Teil veraltete rechtliche Rahmenbedingungen verhindern vereinzelt die Entwicklung neuer Lösungen. Risiken in Bezug auf IT- und Datensicherheit und die damit verbundene Gefahr des Verlustes von sensiblen Informationen tragen zur Zurückhaltung bei der Umsetzung von Industrie 4.0-Projekten bei. Zudem ist die Einführung von digitalen Lösungen in Unternehmen mit hohen Investitionskosten verbunden. Der durch Effizienzgewinne entstehende Nutzen in den Entwicklungs-, Produktions- und Dienstleistungsprozessen ist nicht immer in konkreter Form bewertbar, was ebenfalls zu einer negativen Beeinflussung von Investitionsentscheidungen führen kann. Die Umsetzung von Industrie 4.0-Projekten reicht über die Einführung von digitalen Lösungen hinaus und setzt Veränderungen von Unternehmensstrukturen, Aufbau- und Ablauforganisationen, der Unternehmenskultur, Kompetenzen der Mitarbeitenden sowie Veränderungen der Systeme und Schnittstellen voraus. Weitreichende Veränderungen im Sinne des Changemanagements sind bei Führungskräften sowie bei Mitarbeitenden mit großer Unsicherheit bezüglich des durch die Veränderung entstehenden Erfolgs sowie bezüglich der eigenen Arbeitsplatzsicherheit belastet. Die Anzahl erfolgreich etablierter Konzepte und Best Practices im Kontext von Industrie 4.0 sowie der durch Wettbewerb entstehende Druck in der Branche sind noch zu gering, als dass in den Unternehmen die Motivation zur Veränderung verstärkt hervorgerufen würde.<sup>37</sup>

Ein potenzieller Ansatz, entstehenden Herausforderungen entgegenzuwirken, ist das unternehmensübergreifende kollaborative Arbeiten. Kollaboration zwischen den Partnern eines Wertschöpfungsnetzwerks wird als notwendige Voraussetzung für das Umsetzen von Industrie 4.0 erkannt.<sup>38</sup> Durch kollaboratives Arbeiten werden der gemeinsame Aufbau einer Wissensbasis und die Verkürzung von Entwicklungszeiten unterstützt. Kollaboration bei der Entwicklung zukunftsfähiger Lösungen wird benötigt, um den Herausforderungen heterogener Systemlandschaften,

## Kollaboration

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird unter Kollaboration im Allgemeinen Zusammenarbeit verstanden. Wie bei der Kooperation, verabreden verschiedene Partner die Zusammenarbeit zur effizienteren Erreichung gemeinsamer Ziele. Im Gegensatz zur Kooperation zeichnet sich die Zusammenarbeit jedoch dadurch aus, dass die beteiligten Partner in einem synchronen Arbeitsprozess durch gemeinsame Nutzung der eingebrachten Ressourcen Ergebnisse erzielen, die keinem Partner unmittelbar zugeordnet werden können. Damit kann die Kollaboration als Spezialfall der Kooperation verstanden werden, die durch eine sehr geringe Arbeitsteilung gekennzeichnet ist und damit die intensivste Form einer Zusammenarbeit darstellt.

Datenformaten und verwendeten Standards auf technischer Ebene zwischen den Einzelunternehmen und innerhalb von Unternehmen entgegenzuwirken. Ganzheitliche Ansätze bei der Entwicklung sollen kompatible und auch in Zusammenarbeit mit Partnern anwendbare Lösungen hervorbringen. Um im globalen Wettbewerb erfolgreich zu sein, müssen Innovationen und die Weiterentwicklung zu Innovationen in einer wettbewerbsfähigen, somit hohen Geschwindigkeit erfolgen. Kollaborative Zusammenarbeit stellt ebenfalls einen potenziellen Treiber dar, um mit einer höheren Geschwindigkeit neue Entwicklungen zu generieren. Dynamische Märkte, verkürzte Lebenszyklen und inkonsistente Rahmenbedingungen werden es zukünftig erfordern, dass sich Forschung und Entwicklung agil und wandlungsfähig gestalten muss. Beim Aufrechterhalten der Wettbewerbsfähigkeit in dynamischen Märkten ist die Marktnähe ein wesentlicher Faktor. Neue Produkte, Dienstleistungen und Anwendungen müssen die individuellen Anforderungen der Kundschaft erfüllen und rechtzeitig als marktfähige Lösungen zur Verfügung stehen, bevor Wettbewerber in den Markt dringen. Somit bietet eine verstärkte Marktorientierung schon in der Entwicklung Potenziale für mehr Wettbewerbsfähigkeit. In Verbindung damit steht auch das Thema Wirtschaftlichkeit. Wenn Industrie 4.0-Entwicklungen schnell in den Markt überführt werden sollen, müssen für den Investor potenzielle Risiken sowie der mit den Innovationen erzielbare Mehrwert transparent sein.

37 | Vgl. Sendler 2016, S. 12; agiplan 2015, S. 19ff.

38 | Vgl. Kagermann et al. 2016, S. 29.

## 2.2 Untersuchung des Transfers und der bedingenden Einflussfaktoren

Aufgrund der hinter den Erwartungen zurückbleibenden Erfolge im FuE-Ergebnistransfer rückt der Wissens-, Technologie- und Erkenntnistransfer zunehmend in den Fokus wissenschaftlicher Untersuchungen. Insbesondere mit Blick auf die sich den Unternehmen bietenden Chancen der Industrie 4.0 wird das Anliegen nach einem verbesserten Transfer, das heißt nach einer stärkeren Verwertung und Verbreitung der Forschungsergebnisse, vonseiten der politisch Verantwortlichen drängender. In den vergangenen Jahren haben sich neben den bekannten Kanälen des Transfers in Form von Publikationen, Veranstaltungen, Patenten oder Auftragsforschung unterschiedlichste neue Formate entwickelt, die in den Wissenschaften zur Anwendung kommen – zum Beispiel Open Innovation und Crowd Sourcing, aber auch ganzheitliche Transfer-Ökosysteme in Form von Spitzenclustern, Kompetenzzentren etc. Nachfolgende Ausführungen sollen einleitend ein einheitliches Begriffsverständnis zum Transfer in FuE-Projekten liefern, Akteure und ihre Funktion in der Transferlandschaft benennen, die relevanten Transferkanäle vorstellen und exemplarisch Transferkonzepte von FuE-Maßnahmen betrachten.

### 2.2.1 Begriffsbestimmungen

Die nachfolgenden Ausführungen geben einen knappen Überblick zu den Begrifflichkeiten des Transfers, den Transferkanälen, den Akteuren in den Transferprozessen sowie eine Detaillierung der Funktionen von Intermediären.

#### Definition Transfer

Allgemein wird Transfer als das Übertragen von Wissen verstanden, welches die Anwendung in einen neuen Kontext, das Nutzen von Erklärungswissen<sup>39</sup> bei der Entwicklung von Technologien und das Übertragen von Wissen aus den Institutionen des Wirtschaftssystems in andere gesellschaftliche Teilbereiche beinhaltet.<sup>40</sup>

Die Annäherung an den Begriff des Transfers erfolgt in der Literatur auf unterschiedliche Weise. So differenziert die europäische Forschungsförderung den Transfer gemäß seiner Orientierung in

die Nutzung beziehungsweise Verwertung der Forschungsergebnisse durch die beteiligten Projektpartner (Exploitation/Use) und der Verbreitung der Forschungsergebnisse an Dritte (Dissemination):<sup>41</sup>

- **Transfer durch Nutzung von Forschungsergebnissen:** Jede/jeder Teilnehmende, die/der eine Förderung erhalten hat, bemüht sich, die Ergebnisse, deren Eigentümerin/Eigentümer sie/er ist, zu nutzen oder sie von einer anderen Rechtsperson nutzen zu lassen, insbesondere durch Übertragung und Lizenzierung der Ergebnisse. Breitenwirksamkeit kann durch den Verkauf der Produkte und die Realisierung der Effizienzsteigerungspotenziale dieser Produkte bei der Kundenschaft erfolgen.
- **Transfer durch Verbreitung von Forschungsergebnissen:** Jede/jeder Teilnehmende verbreitet so rasch wie möglich auf angemessene Weise die Ergebnisse, deren Eigentümerin/Eigentümer sie/er ist – zum Beispiel durch wissenschaftliche Veröffentlichungen. Ergebnisse können zur Entwicklung neuer oder zur Verbesserung bestehender Produkte und Dienstleistungen oder zur Verbesserung der eigenen Prozesse genutzt werden.

Diese Systematisierung ist jedoch nicht zu jederzeit eindeutig und die Transferinteressen lassen sich nicht immer unmittelbar zuordnen. So existiert ein Graubereich, wenn Verwertungs- und Verbreitungsinteressen zusammenfallen. Zum Beispiel können Lösungen in technischen Entwicklungsvorhaben zu Schutzrechten führen, die eine Verbreitung der neuen Lösungen über die Lizenzen ermöglichen, was ebenfalls einer Verwertung durch den Zuwendungsempfänger entspricht.<sup>42</sup>

Neben der Orientierung des Transfers bietet sich eine Differenzierung des Begriffs auf Basis der zu transferierenden Inhalte, also der Transferobjekte, an. Als Transferobjekte werden Technologien und technologisches Wissen in den Ausprägungsformen materialisierte Technologie, dokumentiertes Fachwissen, dokumentiertes Know-how (explizites Wissen) sowie personengebundenes Know-how (implizites Wissen) bezeichnet. Aus den Transferobjekten abgeleitet, lässt sich der Transfer in drei Arten unterscheiden, welche auch maßgeblich die Eignung der Transfermaßnahmen beeinflussen:<sup>43</sup>

39 | Erklärungswissen, auch deklaratives Wissen genannt, bezieht sich auf Tatsachen und Gegenstände. Es wird folglich als kenntnisgebundenes Wissen bezeichnet und ist das theoretische oder abstrakte Wissen über Sachverhalte (vgl. Rauter 2013, S. 25).

40 | Vgl. Wissenschaftsrat 2016, S. 9.

41 | Vgl. Amtsblatt der Europäischen Union 2013, S. 98.

42 | Vgl. Warschat et al. 2013, S. 10.

43 | Vgl. Meißner 2001, S. 89; Korell/Schat 2013, S. 16.



- **Technologietransfer** beschreibt die zielgerichtete Übertragung von technologischem und technologiebezogenem Wissen zwischen Partnern (Individuen, Institutionen, Organisationen und Unternehmen) mit dem Ziel, eine Technologie in eine wirtschaftliche Anwendung zu bringen.<sup>44</sup> Letztlich geht es beim Technologietransfer demnach um Wissenstransfer, das heißt die Übertragung von (neuem), eine Technologie betreffendem Wissen von einem Technologiegeber zu einem Technologienehmer.<sup>45</sup>
- **Wissenstransfer** ist definiert als die Übertragung beziehungsweise Implementierung von Wissen über die Durchführung bestimmter Tätigkeiten, Zusammenhänge und Abläufe sowie allgemeiner Fakten und Theorien.<sup>46</sup> Darin eingeschlossen ist auch Wissen bezüglich wirtschaftlicher Nutzung, Konzeption und Produktion von Hoch- und Spitzentechnologien.
- **Erkenntnistransfer** beschreibt generell den Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft oder dem öffentlichen Bereich, bei welchem Erkenntnisse aus Forschungsprojekten in der vorwettbewerblichen Phase im Rahmen gemeinschaftlicher Projekte nutzbar gemacht sowie weiterentwickelt werden.<sup>47</sup> Er geht noch einen Schritt weiter als der Wissenstransfer und verdeutlicht zum einen, dass neben den Ingenieurwissenschaften zum Beispiel auch die Geistes- und Sozialwissenschaften transferrelevante Forschungsergebnisse erzielen und zum anderen, dass es neben der Wirtschaft weitere Transferpartner in der Gesellschaft gibt.

In der Literatur herrscht Einigkeit darüber, dass die einzelnen Transferbegriffe nicht losgelöst voneinander betrachtet werden können. So werden von vielen Autorinnen und Autoren die Begriffe Wissens- und Erkenntnistransfer zusammengefasst und nicht separat betrachtet. Einige ordnen die Begriffe des Technologie-, Wissens- und Erkenntnistransfers dem Wissens- und Technologietransfer (WTT) zu.<sup>48</sup> Generell beschreibt der Prozess des Wissens-, Technologie- und Erkenntnistransfers einen bi- oder multidirektionalen, rekursiv angelegten Prozess, der durch einen wechselseitigen Austausch von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Leistungen zwischen den Akteuren des Innovationssystems konkrete Innovationen hervorbringt.<sup>49</sup>

Zur Diskussion des Transfers differenziert die vorliegende Studie hinsichtlich der Nutzung und Verbreitung der FuE-Ergebnisse, wobei die Nutzung primäres Ziel ist.

44 | Vgl. Meißner 2001, S. 21.

45 | Vgl. Pechmann et al. 2010, S. 30.

46 | Vgl. Meißner 2001, S. 23.

47 | Vgl. Mohren o.J.

48 | Vgl. Meißner 2001; Wissenschaftsrat 2016; Preissler et al. 2013.

49 | Vgl. Wissenschaftsrat 2016, S. 11; Meißner 2001, S. 24.

## Akteure

Die Akteure im Transferprozess können Personen, Gruppen oder auch Organisationen sein, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Forschende, Unternehmende, Technologietransferstellen, Universitäten oder auch politische Stellen wie das BMBF. Die Akteure können sich hinsichtlich ihrer Werte (zum Beispiel Grundlagenforschung versus angewandter Forschung), Ziele (wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn versus Gewinnmaximierung), Interessen (freie Forschung versus verwertungsorientierte Forschung), Ressourcen (Kapital, Fähigkeiten, Kenntnisse etc.) und Beziehungen zu anderen Akteuren unterscheiden.<sup>50</sup>

Insgesamt lassen sich die Akteure in vier Gruppen gliedern. Sie bestehen aus den **Wissens- und Technologieproduzenten** (gebende Akteure, Technologieanbieter, Transfergeber), den **Wissens- und Technologieanwendern** (nehmende Akteure, Technologienachfrager, Transfernehmer), den **Transfermittlerorganisationen** (Intermediäre) und **politischen Entscheidungsträgern**.<sup>51</sup> Da es sich im Transferprozess um einen wechselseitigen Austausch von Wissen und Erkenntnissen handelt, können die verschiedenen Akteure ihre Rolle innerhalb des Innovationssystems verändern, Transfergeber können ebenfalls als Transfernehmer auftreten, wie Transfernehmer die Rolle eines Transfergebers übernehmen können.<sup>52</sup> Im Allgemeinen werden jedoch Universitäten beziehungsweise Hochschulen, Forschungseinrichtungen, FuE-Dienstleister sowie FuE-betreibende Unternehmen als Transfergeber bezeichnet. Zu den Transfernehmern werden oftmals Wirtschaftsunternehmen, Großunternehmen, kleine und mittelständische Unternehmen sowie ebenfalls Forschungs- oder staatliche Einrichtungen gezählt.<sup>53</sup> Bei den Intermediären (Transfermittlerorganisationen) ist eine Unterscheidung zwischen diesen beiden Rollen nicht notwendig, da ihre Rolle im Wesentlichen auf der Organisation des Transfers zwischen den genannten Parteien besteht.<sup>54</sup>

Für einen erfolgreichen Transfer ist besonders die Zusammenarbeit der am Transferprozess beteiligten Akteure beziehungsweise ihre **Beziehung** untereinander von Bedeutung. In der Praxis hat sich die direkte, horizontale Interaktion zwischen den Partnern als wirksamste Form des Transfers erwiesen. Bezieht man das auf den reinen Technologietransfer, dann wird angenommen, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler hauptsächlich Beziehungen zu anderen Fachleuten pflegen, beispielsweise aufgrund ähnlicher Interessen oder Ziele. Gleiches

50 | Vgl. Pechmann et al. 2010, S. 47.

51 | Vgl. Meißner 2001, S. 44.

52 | Vgl. ebd.

53 | Vgl. Preissler et al. 2013, S. 6; Meißner 2001, S. 37.

54 | Vgl. Meißner 2001, S. 44.

gilt für die Beziehungen der Unternehmen untereinander. Deshalb herrscht, zumindest in der Theorie und direkte Konkurrenzsituationen ausgenommen, ein großes Vertrauen und eine hohe Verhaltenssicherheit unter den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern beziehungsweise Unternehmen. Allerdings existieren diese beiden Dinge, Vertrauen und Verhaltenssicherheit, nicht zwischen den genannten Gruppen, wodurch ein sogenanntes strukturelles Loch entsteht, welches zum Beispiel durch einen **Intermediär** geschlossen werden kann. Der Intermediär bildet als Mittler zwischen den Parteien dann bildlich gesprochen eine „lokale Brücke“, also eine effektive und effiziente Verbindung zwischen den einzelnen Akteuren.<sup>55</sup>

#### Intermediäre

Ein in den letzten Jahren zunehmend eingesetztes Instrument zur Verbesserung des Transferprozesses ist das Konzept der soeben erwähnten (intermediären) Transferstelle. Diese kann auch als **Transfermittlerorganisation** oder **Intermediär** bezeichnet werden. Spath/Walter führen in ihrer Ausarbeitung zudem den Begriff des **Inkubators** ein.<sup>56</sup> In welchen Ausprägungen diese Intermediäre auftreten und welche Aufgaben sie im Transferprozess übernehmen, wird im Folgenden vorgestellt.

Aufgrund zum Teil erheblicher Förderung nationaler und regionaler Behörden ist in den vergangenen Jahren ein dichtes Netz an Einrichtungen für Technologietransfer und Innovationsförderung, sogenannte Transfermittlerorganisationen, entstanden.<sup>57</sup> Sie können generell in die Ausprägungen „wissenschaftsnah“, „wirtschaftsnah“ und „eigenständig“ unterschieden werden, allerdings sind auch gewisse Sonderformen möglich (Abbildung 4)<sup>58</sup>. Nach Meißner zählen folgende Einrichtungen zu den Intermediären<sup>59</sup>:

- Technologiezentren und technologieorientierte Gründerzentren, in denen sich insbesondere junge technologieorientierte Unternehmen kostengünstig ansiedeln und umfangreiche Unterstützungs- und Beratungsleistungen beim Aufbau ihrer Unternehmen in Anspruch nehmen können;
- Transferstellen und Transferzentren an Universitäten, Fachhochschulen und anderen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, die vor allem externe Forschungs- und Entwicklungskapazität für die Unternehmen vermitteln beziehungsweise schon vorhandene Forschungs- und Entwicklungsergebnisse ihrer Einrichtungen vermarkten;

- spezielle Beratungseinrichtungen für Technologietransfer und Innovationsförderung, die konkrete Innovationsvorhaben in den Unternehmen unterstützen sollen und die zum Teil auch den Charakter von Technologiedemonstrationszentren aufweisen;
- Behörden, Kammern und Verbände, die ebenfalls Beratungs- und Dienstleistungen auf dem Gebiet des Technologietransfers und der Innovationsförderung, einschließlich der Beratung zu technologieorientierten Förderprogrammen und anderen Finanzierungshilfen, anbieten.

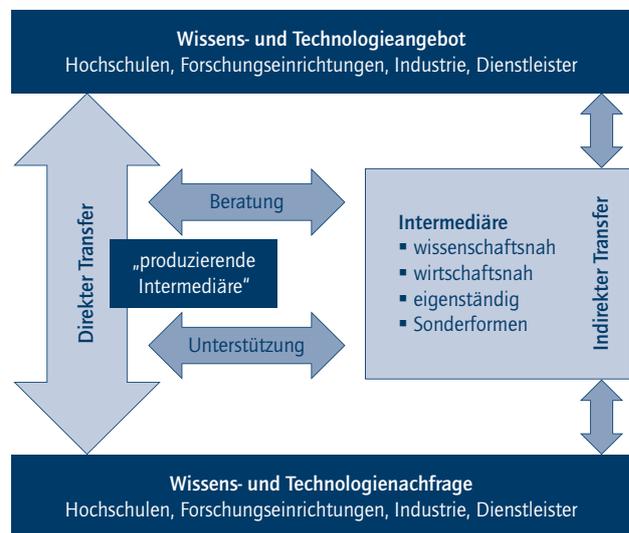


Abbildung 4: Intermediäre und interaktiver Wissens- und Technologietransfer (Quelle: angelehnt an Czarnitzki 2001)

Die Abbildung 4 veranschaulicht die Verortung der Intermediäre im Transferprozess und die damit einhergehende Differenzierung zwischen direktem und indirektem Transfer. Von direktem Transfer spricht man, wenn der Transfer ohne einen Vermittler vollzogen wird und somit nur Transfergeber beziehungsweise -nehmer involviert sind. Im Rahmen des direkten Transfers nehmen die Intermediären nur eine passive Rolle ein und bieten als wissenschaftsnah und wirtschaftsnah Mittler Beratung/Unterstützung an ihrer jeweiligen institutionellen Seite an (Beratungs-, Informations-, direkte Transferleistungen) beziehungsweise bemühen sich über Beratungs- und Qualifizierungsmaßnahmen,

55 | Vgl. Pechmann et al. 2010, S. 48.

56 | Vgl. Spath/Walter 2012, S. 5.

57 | Vgl. Meißner 2001, S. 46.

58 | Vgl. Czarnitzki 2001 et al., S. 41.

59 | Vgl. Meißner 2001, S. 46 f.



die Transfervoraussetzungen an wissenschaftlichen Einrichtungen/Unternehmen zu verbessern. Findet der Transfer hingegen mit Unterstützung eines Intermediärs statt, handelt es sich um einen indirekten Transfer. Hier nehmen die Intermediäre aktiv am Transferprozess teil und unterstützen die kommerzielle Verwertung von FuE-Ergebnissen durch die Unterstützungsangebote im Personalmanagement, durch die Bereitstellung von Informationen (zum Beispiel Datenbanken) oder durch Patent- und Technologierecherchen zwischen Angebot und Nachfrage.<sup>60</sup>

Eine Sonderstellung nehmen die **produzierenden Intermediäre** ein, die selbst FuE-betreibende Einrichtungen und somit im direkten Transfer engagiert sind. Sie sind institutionell entweder an der Wissenschaftsseite, beispielsweise in Form von An-Instituten und gemeinnützigen Forschungsunternehmen im Eigentum von wissenschaftlichen Einrichtungen, oder aber an der Wirtschaftsseite, etwa als Einrichtungen der industriellen Gemeinschaftsforschung, angesiedelt.<sup>61</sup> Neben diesen institutionell zuordenbaren Intermediären existieren auch **Sonderformen**, die zwar den Wissens- und Technologietransfer vermittelnd unterstützen, allerdings keine Einrichtung im institutionellen Sinn darstellen. Dazu zählen Fachmessen, Technologiebörsen, Kompetenznetzwerke, transferorientierte berufliche Fortbildungsangebote durch wissenschaftliche Einrichtungen, technisch-wissenschaftliche Fachvereinigungen oder interaktive Informationsdienste, welche dem direkten Wissens- und Technologieaustausch dienen und sich durch eine offene Organisationsform und die Option zu informellen Kontakten auszeichnen.<sup>62</sup>

#### Funktionen der Intermediäre

Grundsätzlich haben Intermediäre verschiedene Funktionen, um den Transferprozess zu unterstützen. Einige Autorinnen und Autoren unterteilen die **Transferdienstleistungen** in fünf Haupttätigkeitsbereiche, die das Spektrum transferrelevanter Dienstleistungen vollumfänglich beschreiben.<sup>63</sup> Dazu gehören Dienstleistungen, die dem Abbau von Informationsasymmetrien und Translationsproblemen zwischen Technologiegebern und -nehmern gewidmet sind (**Transparenz**), weiterhin die aktive Vermarktung, Vernetzung und Vermittlung von Technologien und Partnern (**Marktplatz**) sowie schließlich vielfältige Aktivitäten, die sich auch unter dem Stichwort Hilfe zur

Selbsthilfe zusammenfassen lassen (**Kompetenzaufbau**). Die vierte Leistungskategorie umfasst die aktive Übernahme von Projektaufgaben (**Administration**) sowie schließlich die Bereitstellung der verschiedensten im Innovationsprozess benötigten Ressourcen (**Ressourcenbereitstellung**). In Tabelle 2 sind zu den Haupttätigkeitsbereichen verschiedene Subfunktionen sowie Beispiele für Transferdienstleistungen benannt.<sup>64</sup>

Bezüglich der Relevanz des Haupttätigkeitsbereiches Marktplatz beziehungsweise Netzwerk kann gesagt werden, dass Innovationen sehr oft in **Netzwerken** vieler Akteure entstehen und seltener in nur bilateralen Kooperationen zwischen Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft. Einerseits wird häufiger externes technologisches Wissen benötigt und andererseits besitzen Netzwerke im Vergleich zu formellen Organisationen eine höhere Flexibilität und Offenheit. Dadurch werden auch systemübergreifende Interaktionen zwischen Staat, Wirtschaft und Wissenschaft möglich. Als besonders erfolgreich können diesbezüglich Cluster angesehen werden, also regionale Netzwerke. Allerdings hat Deutschland hier im internationalen Vergleich Nachholbedarf.<sup>65</sup>

#### Formen des Technologietransfers

Auf Basis der Orientierung des Transfers (Nutzung, Verbreitung) sowie der Transferinhalte lassen sich verschiedene Akteure benennen, die im Rahmen des Transferprozesses zu beteiligen sind. Aufbauend auf den vier Gruppen von Akteuren ist zwischen einem direkten und einem indirekten Transfer zu unterscheiden.<sup>66</sup> Neben dieser Unterscheidung lässt sich der Transfer in weitere Erscheinungsformen differenzieren (siehe Tabelle 3).

Aufgrund ihrer Relevanz folgen Erläuterungen zum horizontalen und vertikalen Transfer beziehungsweise zum technologiegetriebenen (Technology Pull) und bedarfsgetriebenen Transfer (Market Pull). Beim horizontalen Technologietransfer, der zwischen Unternehmen oder gar innerhalb eines Unternehmens stattfindet, werden Technologien, Anwendungen und Wissen auf der gleichen Innovationsstufe (zum Beispiel Grundlagenforschung) und zwischen gleichrangigen Akteuren (Wissenschaftlerinnen/Wissenschaftler zu Wissenschaftlerinnen/Wissenschaftler oder FuE-Abteilung zu FuE-Abteilung) transferiert.<sup>67</sup> Beim vertikalen Technologietransfer, der über Transfermittler stattfindet, sind

60 | Vgl. Czarnitzki 2001 et al., S. 41.

61 | Vgl. ebd.

62 | Vgl. ebd.

63 | Vgl. Spath/Walter 2012, S. 5 f.; Preissler et al. 2013, S. 12 f.

64 | Vgl. Preissler et al. 2013, S. 11.

65 | Vgl. Pechmann et al. 2010, S. 51.

66 | Vgl. Preissler et al. 2013, S. 6.

67 | Vgl. ebd., S. 10.

Funktion	Sub-Funktion	Beispiele für Transferdienstleistungen
Transparenz	Identifizierung	Scouting
		Foresight
	Bewertung	Technische Validierung
		Rechtliche Validierung
Wirtschaftliche Validierung		
Marktplatz	Handel treiben	Technologiekauf
		Technologieverkauf
	Vermitteln	Plattform für Akteure (Kooperationsbörsen, Messen, Kongresse)
		Cluster- und Netzwerkkoordination
Kompetenzaufbau	Gründungsberatung (Beratung: konkretes Problem des Beratungsnehmers)	Businessplan-Entwicklung
		Rechtsberatung
		Marketing- und Vertriebsberatung
	Fachberatungen	beispielsweise Medizin: Beratung zu klinischen Studien
	Beratung zu Ressourcen	Finanzierungsberatung
Qualifizierung (Fähigkeiten & Fertigkeiten)	Fördermittelberatung (regional, national, international)	
Administration übernehmen	Personalmanagement	Stellenprofile, Rekrutierung
	Vertragsmanagement	Musterverträge, Angebots- und Vertragsprüfung, Verhandlungen
	Projektmanagement	Projekt anlegen, Budgetierung, Ablage, Rechnungen, Forderungen
	Veranstaltungsmanagement	Konzeption, Einladungsmanagement, Sponsoring
	Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	Dissemination/Motivation
Ressourcenbereitstellung	Räumlichkeiten	Flächen, Büros, Veranstaltungsräume
	Technik	IKT, Prüfstände, Laborräume
	Finanzierung	Kapitalbereitstellung
	Personal	Personalbereitstellung

Tabelle 2: Typologie der Transferdienstleistungen von Intermediären (Quelle: angelehnt an Preissler et al. 2013, S.14)

<b>Richtung</b>	<b>Horizontal</b> Austausch zwischen Personen und Institutionen auf der gleichen Ebene	<b>Vertikal</b> Austausch zwischen verschiedenen Stufen (in der Wertschöpfungskette)
<b>Organisation</b>	<b>Intraorganisational</b> Innerhalb einer Organisation	<b>Interorganisational</b> Innerhalb einer Region
<b>Region</b>	<b>Interregional</b> Zwischen Regionen	<b>Intraregional</b> Innerhalb einer Region
<b>Interaktion</b>	<b>Direkt</b> Unmittelbare Übertragung	<b>Indirekt</b> Einbeziehung eines Mittlers in den Transferprozess
<b>Auslöser</b>	<b>Technologiegetrieben</b> Transfer von bereits vorhandenem technologischen Know-hows	<b>Bedarfsgetrieben</b> Suche nach Lösungen aufgrund gegebener Problemstellung
<b>Anpassung</b>	<b>Imitativ</b> Direkte Übertragung ohne technische Anpassung	<b>Adaptiv</b> An anwenderspezifische Anforderungen angepasste Anwendung

Tabelle 3: Formen des Technologietransfers (Quelle: in Anlehnung an verschiedene Autoren<sup>68</sup>)

68 | I.A.a Meißner 2001, S. 93; Walter 2003, S. 20, Preissler et al. 2013, S. 7 ff; Kugler 2015, S. 3; Korell 2013, S. 38.



unterschiedliche Akteure beteiligt, die sich auch den unterschiedlichen Innovationsphasen zuordnen lassen.<sup>69</sup> Für Innovationen, die durch Technology Pull beziehungsweise Market Pull oder auch Demand Pull initiiert werden, besteht der wesentliche Vorteil, dass bereits zumeist eine Nachfrage auf dem Markt vorherrscht. Das führt zu einem geringeren Risiko für die Unternehmen bei der Markteinführung und somit zu einer höher ausgeprägten Bereitschaft zur Investition in die Entwicklung.<sup>70</sup> Allerdings kann eine rein an der Nachfrage orientierte Forschung dazu führen, dass Entwicklungschancen und beispielsweise Durchbruchinnovationen aufgrund einer eher an den aktuellen Problemen der Unternehmen ausgerichteten Forschung nicht erschlossen werden.<sup>71</sup> Bei Innovationen durch einen Technology Push ist meist ein höheres Risiko vorhanden, da für diese Innovationen zunächst ein Anwendungsbereich gefunden und die Marktfähigkeit erschlossen werden muss.<sup>72</sup> Market-Pull-Innovationen sind zumeist kleinere Verbesserungen und somit im Sinne von inkrementellen Innovationen mit geringen Ertragspotenzialen zu sehen. Technology-Push-Innovationen sind hingegen durch einen höheren Neuigkeitsgrad und somit durch höhere Ertragspotenziale gekennzeichnet, welche häufig die Charakteristika von radikalen Innovationen aufweisen.<sup>73</sup>

#### Transferkanäle

Im weiteren Verlauf dieser Ausführungen wird von **Transferkanälen** gesprochen, um die Formen der Interaktion zwischen mindestens zwei Individuen oder Organisationen zu beschreiben, die mit dem Ziel ausgeführt werden, Technologien oder implizites/explicit Wissen zu übertragen. Da es in der Literatur unterschiedliche Bezeichnungen für diesen Sachverhalt gibt, werden im Folgenden verschiedene Begrifflichkeiten aufgezählt und erläutert, um ein einheitliches Verständnis zu ermöglichen.

Meißner bezeichnet in seinen Ausführungen diese Mittel als **Transferinstrumente** beziehungsweise **Transferkanäle**.<sup>74</sup> Den Terminus Transferinstrumente nutzen auch die Studie „Wissens- und Technologietransfer in der Region Leipzig“<sup>75</sup> sowie der Bericht „Benchmarking deutscher Transferstellen“.<sup>76</sup> Dort führen die Autoren zudem die Bezeichnung **Transfermechanismus** ein,<sup>77</sup> die auch in anderen Ausführungen zu finden ist.<sup>78</sup> Der Wissenschaftsrat spricht von **Transferaktivität**<sup>79</sup>, um die Übertragung des Wissens zu beschreiben.

Eine Zusammenstellung relevanter Transferkanäle zeigt Tabelle 4. Dabei werden sie zunächst in die drei Handlungsfelder „Kommunizieren“, „Beraten“ und „Anwenden“ eingeteilt. Diese beziehen sich auf die Interaktion wissenschaftlicher Akteure mit Partnern außerhalb der akademischen Welt, um Wissenschaft zu kommunizieren, wissenschaftlich zu beraten und Wissenschaft anzuwenden. Außerdem findet eine Unterteilung der Handlungsfelder hinsichtlich der verschiedenen Transferrichtungen statt: in „Wissenschaft-Wirtschaft“, „Wirtschaft-Wirtschaft“ und „Transfer über die Gesellschaft“. Sie umfassen unter anderem Aspekte des klassischen Wissens- und Technologietransfers zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen, des Transfers von Wissen und Erkenntnissen aus den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften, des Wissens- und Technologietransfers zwischen Unternehmen sowie des Transfers über die Gesellschaft.

Nicht alle Transferkanäle sind für jedes Handlungsfeld beziehungsweise jede Transferabsicht geeignet. Die Wahl und Ausgestaltung der Transferkanäle hängt im Wesentlichen von den Transferobjekten, den Zielgruppen sowie den erwünschten Handlungen ab. Ist Aufmerksamkeit das Ziel, dann kann ein Fernsehbeitrag oder Zeitschriftenartikel bereits hinreichende mediale Aufmerksamkeit schaffen. Ist es demgegenüber das Ziel, ein tiefergehendes Interesse an einer Technologie zu wecken, sind Veranstaltungen als hilfreich anzusehen. Die Durchführung eines Projektes, an dem Technologiegeber und -nehmer aktiv zusammenarbeiten, wird hingegen ausdrücklich empfohlen, wenn eine neue Technologie in ein Unternehmen konkret integriert werden soll. Je konkreter die Transferaufgabe ist und je mehr Wissen und Erfahrungen transferiert werden sollen, desto größer wird der Anteil an Interaktion zwischen den Akteuren Transfergeber und Transfernehmer sein.<sup>80</sup>

#### 2.2.2 Wirksamkeitscontrolling

Die Wirksamkeit von Transfermaßnahmen lässt sich nur schwer quantifizieren. Kratzer et al. schlagen eine Bewertung anhand von direkt quantifizierbaren und objektiven Bewertungskriterien vor. Dazu zählen sie die Zahl der Erfindungsmeldungen, Patentanmeldungen, Lizenzierungen, Ausgründungen sowie die Einnahmen aus der Transfertätigkeit.<sup>81</sup> Andere Studien führen

69 | Vgl. Preissler et al. 2013, S. 7 ff.

70 | Vgl. Kugler 2015, S. 3.

71 | Vgl. Korell 2013, S. 38.

72 | Vgl. Kugler 2015, S. 3.

73 | Vgl. ebd.

74 | Vgl. Meißner 2001, S. 90.

75 | Vgl. Preissler et al. 2013, S.8.

76 | Vgl. Kratzer et al. 2010, S. 6.

77 | Vgl. ebd., S. 2.

78 | Vgl. Czarnitzki et al. 2001, S. 43.

79 | Vgl. Wissenschaftsrat 2016, S. 5.

80 | Vgl. Korell/Schat 2013, S. 25.

81 | Vgl. Kratzer et al. 2010, S. 6.

	Wissenschaft – Wirtschaft	Wirtschaft – Wirtschaft	Transfer über die Gesellschaft
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transfer über Köpfe</li> <li>▪ Aus- und Weiterbildung <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lehrmaterialien</li> <li>– Gastvorträge</li> <li>– Praktika, Studien- und Abschlussarbeiten für Graduierte</li> <li>– Lehrvideos</li> </ul> </li> <li>▪ Personalaustausch <ul style="list-style-type: none"> <li>– Austauschprogramme mit Unternehmen als Ergänzung der bewährten Form des FH-Professors</li> <li>– Führungskräfte und Professoren im Ruhestand für Mentoringrolle</li> </ul> </li> <li>▪ Wissenschaftliche Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> <li>– Interne Publikationen</li> <li>– Externe Publikationen beziehungsweise Kontakte und informeller Austausch (Kolloquien, Symposien, Workshops, Konferenzen, Messen, Ausstellungen)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Open Innovation</li> <li>▪ Crowd-Sourcing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Museen</li> <li>▪ Science Slams</li> <li>▪ TED (Technology, Entertainment, Design)-Konferenzen</li> <li>▪ MOOC (Massive Open Online Course)</li> <li>▪ OER (Open Educational Resources)</li> </ul>
Beraten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Serviceleistungen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beratungsleistungen</li> <li>– Gutachtertätigkeiten</li> </ul> </li> <li>▪ Validierung und öffentliche Beschaffung</li> </ul>		
Anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schutzrechte <ul style="list-style-type: none"> <li>– Patente</li> <li>– Lizenzen</li> </ul> </li> <li>▪ Ausgründungen/Spin-offs</li> <li>▪ Projektbezogene und regionale Kooperationen/Instrumente <ul style="list-style-type: none"> <li>– Auftragsforschung</li> <li>– Verbundforschung</li> <li>– Gemeinschaftsforschung</li> <li>– FuE-Kooperationen</li> <li>– Dissertationen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Standardisierungsverfahren</li> <li>▪ Normungsroadmaps</li> <li>▪ Intrapreneurship <ul style="list-style-type: none"> <li>– Inside-out</li> <li>– Outside-in</li> <li>– Hybridmodelle</li> </ul> </li> </ul>	

Tabelle 4: Zusammenfassung und Kategorisierung der Transferkanäle (Quelle: eigene Darstellung)

darüber hinaus die Dauer des Transferprozesses, insbesondere des Patentverwertungsprozesses, als Effizienzkriterium an.<sup>82</sup> Demgegenüber betont der Wissenschaftsrat, dass die einfache Verwendung quantitativer Indikatoren oft unzureichend und zum Teil wenig aussagekräftig sind. Er schlägt eine differenzierte Erfassung von Input, Transferaktivität und Output unter Berücksichtigung des Zwecks und des Verwendungszusammenhangs vor. Außerdem kann in bestimmten Kontexten auch eine Dokumentation von Outcome und Impact sinnvoll sein.<sup>83</sup> Der Input bezeichnet die Summe der Ressourcen, die eine Einrichtung und ihre Partner außerhalb des Wissenschaftssystems verwenden, um Transferaktivitäten zu ermöglichen. Der Output stellt das unmittelbare „Produkt“ der Transferaktivität dar. Beispiele hierfür sind spezifische Typen von Publikationen wie Schulbücher,

Gutachten, Ausstellungen, Inszenierungspraxen, Interviews, Software oder technische Geräte. Als Outcome werden Ergebnisse bezeichnet, die Transferpartner einer wissenschaftlichen Einrichtung durch Anschlusshandlungen im Zusammenhang mit den Transferaktivitäten erzeugen. Dazu zählen neue Produkte oder Prozesse in einem Unternehmen, Unternehmensgründungen, Änderungen von Gesetzesnormen durch staatliche Akteure oder neue Medienangebote. Der Impact ist schließlich die Veränderung der Gesellschaft, die durch Transferaktivitäten und darauf begründete Innovationen induziert wird, beispielsweise die Veränderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes eines Landes.

Der Wissenschaftsrat merkt in seinen Überlegungen jedoch auch kritisch an, dass die Bewertung der Qualität anhand

82 | Vgl. Kratzer et al. 2010, S. 7.

83 | Vgl. Wissenschaftsrat 2016, S. 19 f.



solcher Kriterien wie Output oder Outcome häufig mit Schwierigkeiten verbunden ist. Des Weiteren ist die Einschätzung des Impacts einer Transferaktivität problematisch, da er vielfach erst mit einer nicht zu kalkulierenden Zeitverzögerung zu

beobachten ist. Er hängt von einer Vielzahl von Faktoren außerhalb der Wissenschaft ab, kann sogar zu nicht intendierten Transfer„Erfolgen“ führen und ist den sie induzierenden Forschungsleistungen oftmals nicht eindeutig zuzuordnen.<sup>84</sup>

### European Innovation Scoreboard – Innovationsindex

Das European Innovation Scoreboard listet in einer vergleichenden Analyse die europäischen Länder hinsichtlich ihres Innovationspotenzials.<sup>85</sup> Hiernach werden die europäischen Länder in Innovationsführer sowie starke, mittlere und geringe Innovatoren unterteilt. Zur Bewertung des Innovationspotenzials werden 25 Faktoren herangezogen. Die Faktoren werden in drei Kategorien unterteilt:

- **Befähigerinnen/Befähiger:** Zu diesen zählen die Humanressourcen, welche in ihrer Güte durch die Anzahl neuer Doktoranden und den Bildungsgrad der Bevölkerung quantifiziert werden. Das Forschungssystem und die finanzielle Unterstützung des Staates werden in diesem Kontext ebenso wie die Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen bewertet.
- **Firmenaktivitäten:** Bewertet werden direkte Investitionen von Firmen in Forschung und Entwicklung, ebenso der unternehmerische Forschungs- und Kollaborationsaufwand eines Landes. Intellektuelle Besitzansprüche werden in dieser Kategorie anhand von Faktoren wie der Anzahl kollaborativer Veröffentlichungen und der Anzahl angemeldeter Patente berechnet.
- **Outputs:** Diese Kategorie beschreibt Indikatoren, die zur Generierung von Innovationen stark vorhanden beziehungsweise ausgereift sein müssen, sowie Faktoren,

die den ökonomischen Erfolg der implementierten Innovationen quantifizieren. Hierunter zählen die Anzahl neu eingeführter Innovationen und die Anzahl an Mitarbeitenden in der Innovationsbranche, welche in der Branche tätig sind, die Exporte an innovativen Produkten und Dienstleistungen.

Die Schweiz belegt bei einer kumulierten Auswertung aller Faktoren den ersten Platz und führt damit die Gruppe der Innovationführer an. In der Auswertung wird zur Normierung ein einheitlicher Summary Innovation Index für jeden Faktor benutzt. Deutschland findet sich neben Schweden, Dänemark, Finnland und Niederlanden in der Gruppe der Innovationsführer auf Rang 5. Der vergleichende Überblick von Deutschland und der Schweiz zeigt große Differenzen bei folgenden Faktoren:<sup>86</sup>

- Anzahl an internationalen, wissenschaftlichen Ko-Publikationen,
- Anzahl außereuropäischer Doktoranden,
- Anzahl Lizenz- und Patenteinnahmen aus dem Ausland.

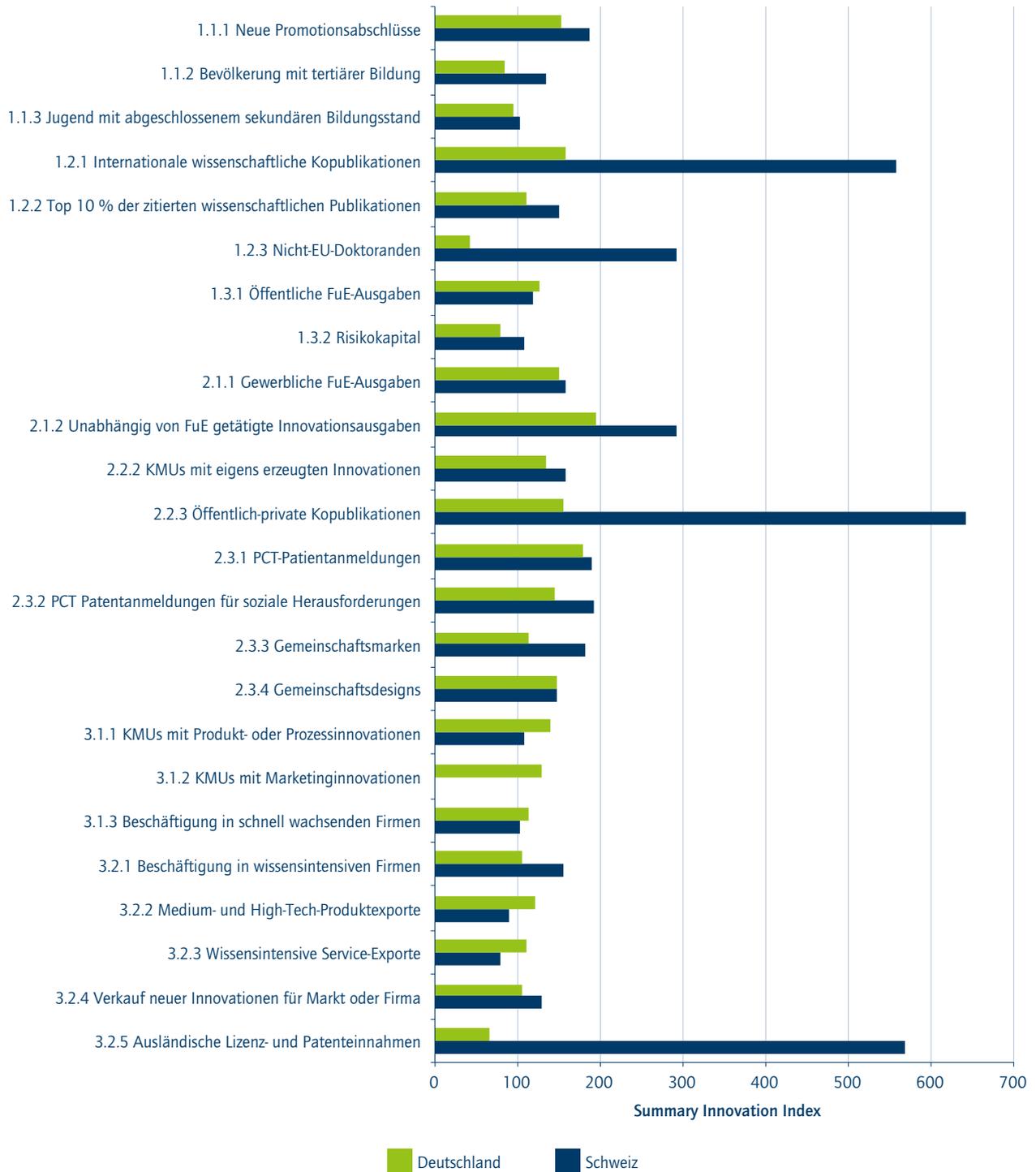
Die Schweiz schneidet jedoch auch in vielen anderen innovationsfördernden Teilbereichen im Vergleich zu Deutschland besser ab (siehe Abbildung 5).

Weitere Informationen zum Aufbau der Förderlandschaft in der Schweiz können dem Anhang A.1 entnommen werden.

84 | Vgl. Wissenschaftsrat 2016, S. 46.

85 | Vgl. Hollanders et al. 2016.

86 | Vgl. ebd.



Kollaborative FuE

Abbildung 5: European Innovation Index – Vergleich Schweiz-Deutschland (Quelle: Hollanders et al. 2016)



Nur vereinzelt finden sich in der Literatur über quantitative Bewertungskriterien hinausführend qualitative Kriterien, die eine Beurteilung von Transferaktivitäten und -strategien unterstützen. Der Wissenschaftsrat stellt in seinem Positionspapier mögliche Kriterien anhand der drei Handlungsfelder „Kommunizieren“, „Beraten“ und „Anwenden“ vor.<sup>87</sup>

#### ▪ Kommunizieren

Im Handlungsfeld der Kommunikation können Transferaktivitäten anhand der Reichweite (Größe des Publikums), der Spezifik der Zielgruppe, der Reproduktion der Inhalte durch andere Medien und der Qualität von Wissenschaftskommunikationsprozessen und -produkten bewertet werden. Die Qualität lässt sich wiederum bemessen anhand der Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit der dargestellten Ergebnisse und Prozesse, der kritischen Reflexion und Kontextualisierung der Ergebnisse und Hinweise auf ihre Relevanz im gesamtgesellschaftlichen Kontext, des Hinweises auf Reichweite der Geltungsansprüche wissenschaftlicher Aussagen sowie auf die Fragilität von Wissensbeständen und letztlich anhand des Weckens von Neugier für das Thema oder das wissenschaftliche Arbeiten.

#### ▪ Beraten

Für das Handlungsfeld der wissenschaftlichen Beratung können folgende Kriterien zur Bewertung verwendet werden: Forschungsgrundlage von Beratungsleistungen, Ergebnisoffenheit, Unabhängigkeit der Beratungsaktivität von Vorgaben des Auftraggebers (zum Beispiel Wahl der Daten und der Methodik) sowie Transparenz im Vorgehen (zum Beispiel Veröffentlichung der Beteiligten eines Gremiums oder der Ergebnisse des Gutachtens). Kriterien für Qualitätsurteile des Partners außerhalb der Wissenschaft sind dagegen eine angemessene Adressatenorientierung oder die Zufriedenheit des Auftraggebers mit der Qualität des Beratungsprozesses und -ergebnisses.

#### ▪ Anwenden

Die Kriterien der Bewertung in diesem Handlungsfeld richten sich nach den jeweiligen Formen des Transfers des Wissenschaftsrats (siehe Kapitel 2.8). Somit wird der klassische Technologietransfer quantitativ über die Zahl der Kooperationsverträge mit Unternehmen oder über die Höhe der im Zuge der Auftragsforschung eingeworbenen Mittel bewertet. Für die Bewertung des Outcomes wird Bezug auf die Anzahl der Erfindungen durch Angehörige der Hochschule oder

Forschungseinrichtung, die Zahl der Patente, die Höhe der eingekommenen Lizenzgebühren sowie die Zahl der Aus- oder Neugründungen genommen.

Des Weiteren können Transferaktivitäten anhand der Formen und Häufigkeit des Personalaustauschs, der Beteiligung an Plattformen und Netzwerkveranstaltungen und von Kooperationsprojekten beurteilt werden. Bei den Transferergebnissen stehen Kriterien wie gemeinsam mit externen Partnern veröffentlichte Ko-Publikationen, Projektberichte oder Modellversuche sowie Neu- und Ausgründungen, die aus Forschungsarbeiten oder Kooperationsprojekten hervorgehen, im Vordergrund.

Der Wissenschaftsrat schlägt daher vor, bestehende Verfahren der Forschungsbewertung um die Leistungsdimension „Transfer“ zu erweitern oder durch ein komplementäres Verfahren zu ergänzen.<sup>88</sup> Darüber hinaus können die Kriterien zur Bewertung des Erfolgs der Kommunikations- und Transferstrategie ebenso in die Bewertung der Anträge Eingang finden zum Beispiel durch Prüfung der folgenden Aspekte:<sup>89</sup>

- Passung mit dem institutionellen Profil
- Explikation und Transparenz von Zielen und Prozessen sowie möglichen Anreizen
- Engagement der Institution für vorgesehene Transferaktivitäten
- Kohärenz von Ziel, Strategie und Konzeption
- Dokumentation der Umsetzung
- Einrichtung von Verfahren der Qualitätssicherung

Die Kriterien können durch die Konsortien selbst genutzt werden, um ihr Konzept und die Zusammensetzung des Konsortiums mit Blick auf den Transfererfolg zu hinterfragen.

### 2.2.3 Überblick über relevante transferorientierte FuE-Projekte und Erfahrungen

In der nahen Vergangenheit wurden bereits einige FuE-Projekte mit besonderem Fokus auf den Transfer angelegt. Exemplarisch sollen zwei Projekte vorgestellt und im Besonderen ihre Transferkanäle aufgezeigt werden. Die aufgeführten Projekte sind nicht alle abgeschlossen, werden aber vonseiten der Autorinnen und Autoren sowie des Fördermittelgebers der Studie als Positivbeispiele für den Transfer wahrgenommen. Nachfolgend sollen die Projekte „SmartHome“ als Referenzbeispiel einer Markterschließungsstrategie einer Branche und it's OWL als Spitzenclusterprojekt vorgestellt werden.

87 | Vgl. Wissenschaftsrat 2016, S. 22 ff.

88 | Vgl. ebd., S. 45.

89 | Vgl. ebd., S. 46 f.

## SmartHome

**Ziel:** Entwicklung einer Markterschließungsstrategie im Bereich Smart Home für eine ganzheitliche intelligente Heimvernetzung

**Fördermittelgeber:** BMWi

**Projektlaufzeit:** 07/2012 – 09/2015 (inklusive Verlängerung 14 Monate)

**Projekttyp:** Verbundprojekt

**Projektpartner:**

- Verbände: VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V., EEBus Initiative e. V., Connected Living e. V.
- Technologiepartner: VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH, DAI-Labor, Kellendonk Elektronik GmbH
- Kommunikation: Deutsches Dialog Institut

**Integrationsteilnehmer:** Unternehmen

### Motivation

Getrieben von der exponentiellen Verbreitung der Smartphones und Tablets sowie der Verschmelzung von digitaler und realer Welt im Internet der Dinge wurde für die Entwicklungen des Smart Home-Marktes eine neue Dynamik entfacht.<sup>90</sup> In der Vergangenheit gab es bereits Versuche im Segment Smart Home den Massenmarkt zu erobern. Da jedoch kein Anbieter in der Lage war alle Komponenten für eine intelligente Vernetzung bereitzustellen, wurden hier vorwiegend einzelne Technologien beworben. Da eine Vielzahl nicht kompatibler Lösungen und Technologien im Smart-Home-Segment verfügbar waren, waren auch die Endkundinnen und -kunden sehr zurückhaltend, wenn es um die Anschaffung von Smart-Home-Systemen ging.<sup>91</sup> Um die Potenziale ganzheitlicher Smart-Home-Systeme zu erschließen, war es daher zunächst erforderlich, die Grundvoraussetzungen für eine intelligente Heimvernetzung zu schaffen, das heißt, die Interoperabilität der verschiedenen Technologien beziehungsweise Produkte, IT-Sicherheit und Datenschutz mussten erst einmal gewährleistet sein, um zu Smart-Home-Systemen zu gelangen. Parallel müssen Endverbraucherinnen und -verbraucher der Anwendungen den Mehrwert für sich erkennen, um einen Bedarf zu erzeugen.

Vor diesem Hintergrund wurde das Zertifizierungsprogramm Smart Home + Building initiiert. Es soll die Markterschließung des Smart-Home-Segments durch deutsche Unternehmen unterstützen und ihre Technologieführerschaft im internationalen Wettbewerb in dem Bereich stärken.<sup>92</sup> Das Ziel der Entwicklung einer Branchenlösung zur systemübergreifenden Vernetzung von Smart-Home-Systemen zur ganzheitlichen, intelligenten Heimvernetzung soll mit Smart Home + Building erreicht werden. Im Fokus der Arbeit muss eine Entwicklung von Normen und Standards zur branchen- und systemübergreifenden Vernetzung erfolgen, die von allen Beteiligten getragen wird.<sup>93</sup> Darüber hinaus sind die Endverbraucherinnen und -verbraucher vom Mehrwert der Entwicklungen zu überzeugen. Abbildung 6 zeigt die strategischen Teilziele, die aus dem Gesamtziel abgeleitet wurden, und Aufgaben zur Erreichung dieser.<sup>94</sup>

1. **Entwicklung eines Smart-Home-Siegels:** Das Smart-Home-Siegel als zentrales Element der Markterschließungsstrategie dient den späteren Endverbraucherinnen und Endverbrauchern als Orientierungshilfe und zur eindeutigen Identifikation der Interoperabilität von Komponenten der Heimvernetzung. Neben der Erarbeitung von Standards und Normen zur Unterstützung der Interoperabilität von Technologien sowie Festlegungen an die IT-Sicherheit und den Datenschutz steht die Entwicklung eines Prüfsystems zur Erprobung und Nachweisführung der technischen Machbarkeit von Systemintegrationen im Fokus der Aktivitäten.
2. **Erarbeitung unterstützender Maßnahmen für den Smart-Home-Markt:** Ergebnis der Maßnahmen ist ein Empfehlungskatalog für den Leitmarkt Deutschland und die Definition von Smart-Home-Domänen sowie relevanter Anwendungen in diesen Domänen, die es zu entwickeln und zu integrieren gilt.
3. **Aufbau einer branchenübergreifenden Smart-Home-Community:** Der Aufbau einer Smart-Home-Community trägt dazu bei, über die direkten sowie assoziierten Partner hinaus möglichst viele relevante Stakeholder an den Projektentwicklungen teilhaben zu lassen beziehungsweise zu beteiligen. Die direkte Kommunikation und Einbindung unterschiedlicher Interessensgruppen soll frühzeitig Akzeptanz für eine ganzheitliche Entwicklung und das zu definierende Smart-Home-Siegel schaffen.

90 | Vgl. Klebsch et al. 2015, S. 8.

91 | Vgl. Botthof et al. 2016, S. 34.

92 | Vgl. VDE o.J. a

93 | Vgl. Botthof et al. 2016, S. 34.

94 | Vgl. VDE 2016, S. 4.

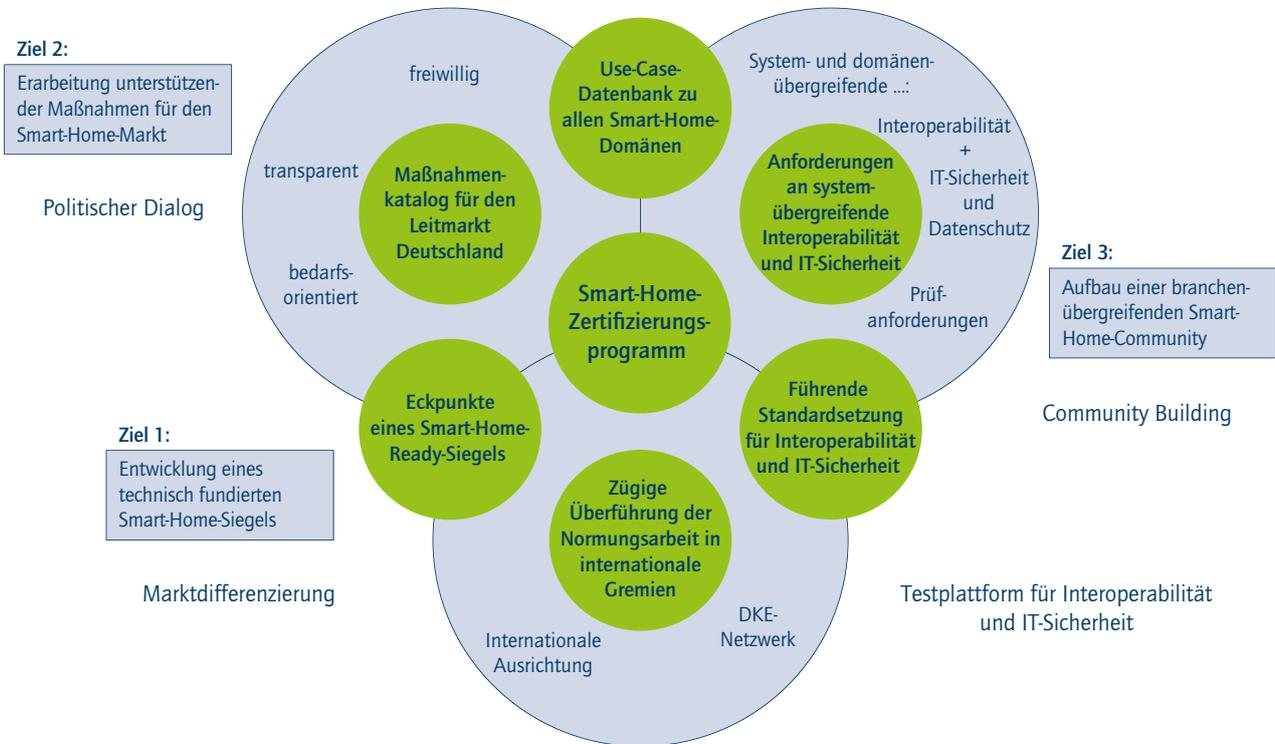


Abbildung 6: Strategische Zielsetzungen und Aufgaben des Förderprojektes (Quelle: VDE 2016, S. 4)

### Projektgestaltung

Zur Umsetzung der Ziele wurde das Konsortium bewusst heterogen gestaltet und bestand aus Technologie- und Netzwerkpartnern. Die Technologiepartner – Distributed Artificial Intelligence Laboratory (DAI-Labor), die Kellendonk Elektronik GmbH und das VDE-Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH – waren mit der Kernaufgabe der Entwicklung eines einheitlichen Standards und Prüfverfahrens betraut und haben ihr fachliches Know-how zur Überwindung der technologischen Barrieren eingebracht. Um über die technologische Anwendung hinaus eine breite Akzeptanz der Lösungen zu schaffen, sollte im Weiteren eine möglichst große Zahl an relevanten Stakeholdern aus unterschiedlichsten Branchen an den technologischen Entwicklungen partizipieren. Verschiedene Projekte in der Vergangenheit haben gezeigt, dass Initiativen für Branchenlösungen auf Grundlage von Top-down-Ansätzen nicht die erwünschte Branchendynamik entfalteten. Das Projekt Smart Home + Building wurde daher von den Projektpartnern bewusst mit dem Bottom-up-Ansatz vorangetrieben, das heißt, die relevanten Verbände und Vereine der Elektrotechnik waren eingebunden und zur Motivation ihrer Mitglieder aufgefordert. Als Netzwerkpartner waren die Vereine EEBus Initiative e. V. und Connected Living e. V. sowie der Verband der Elektrotechnik Elektronik

Informationstechnik e. V. in das Projekt eingebunden. Zu Beginn des Projekts beteiligten sich 35 Unternehmen an den Arbeiten. Diese Initialgruppe erweiterte sich schnell um Teilnehmende aus unterschiedlichsten Branchen und wuchs auf circa 120 Personen an. In einem ersten Schritt fand ein intensiver Austausch mit der Initialgruppe statt, um einen Überblick über Märkte und Smart-Home-Domänen zu erhalten sowie unterstützende Maßnahmen für den Smart-Home-Markt zu erarbeiten. Auf dieser Basis konnten die Initialgruppe sowie die weiteren Teilnehmenden durch die Einbringung von sogenannten Use Cases und User Stories, die die Anwendung ihrer Applikationen beschreiben, die Entwicklung von Standards aktiv mitgestalten. Die generierten Use Cases und User Stories wurden zu generischen Use Cases geclustert und in einer zentralen Datenbank abgelegt, dem Use Case Management Repository. Da die beteiligten Unternehmen über die Datenbank auf eine Vielzahl von weiteren Use Cases zugreifen konnten, wurde eine wesentliche Hemmschwelle der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit abgebaut. Die aktive Einbringung eines Use Cases ermöglichte im Gegenzug den Zugriff auf eine Vielzahl von weiteren Use Cases. Darüber hinaus wurde zur Überwindung der verschiedensten Interessensbarrieren der Stakeholder das Deutsche Dialoginstitut in das Konsortium

eingebunden. Der Fokus des Dialoginstituts lag auf der strukturierten Dialog- und Konsensgesprächsführung innerhalb der Normungs- und Standardisierungsarbeit.<sup>95</sup>

#### Bewertung des Projekt- und Transfererfolgs

Ein wesentliches Ergebnis des Projektes liegt in der Normungsroadmap Smart Home + Building vor. Diese beschreibt detailliert das „Home + Building Architecture Model“ zur Interoperabilität im Smart Home und bietet weiterhin einen Überblick über die Marktsituationen, Allianzen, Initiativen und Trends neutraler Systemplattformen. Die Veröffentlichung der Normungsroadmap unterstützt den breiten Wissenstransfer zu den Möglichkeiten, die eine systemübergreifende Vernetzung (Interoperabilität) bietet und fördert damit das Bewusstsein und Verständnis im Bereich intelligente Vernetzung. Gleichmaßen dient das Use Case Management Repository dem Wissenstransfer. Hier stehen allen Interessierten zur weiterführenden Information alle definierten Use Cases der einzelnen Smart-Home-Domänen einheitlich beschrieben in einer Datenbank zur Verfügung.<sup>96</sup>

Um den Technologietransfer zu unterstützen, wurden von den Projektpartnern den nachfolgenden Anwendern der Entwicklungen verschiedene technologische Ergebnisse zur Verfügung gestellt, um die Ansprüche der Smart-Home-Community hinsichtlich intelligenter Heimvernetzung zu sichern. Im Rahmen der Produktentwicklung wird die Prüfung der systemübergreifenden Interoperabilität von Komponenten sowohl durch eine Testsuite als auch durch eine Plattform für Informationssicherheit und Datenschutz unterstützt. Zudem wurde auf Basis der User Stories ein standardisiertes Datenmodell entwickelt und mit einem zugehörigen neutralen Messenger ergänzt, um eine systemübergreifende Interoperabilität zu gewährleisten. Die VDE stellt Anwendungsregeln zur Informationssicherheit und dem Datenschutz im Smart-Home-Bereich zur Verfügung. Sowohl die Prüfanforderungen als auch die Entwicklung der Prüfplattformen wurden technologieoffen vorangetrieben (Open Innovation), um auch Nichtbeteiligten am Projekt die Anwendung der Erkenntnisse zu ermöglichen. Damit sichern die Projektpartner einen breiten Transfer der Ergebnisse.<sup>97</sup>

Das Ziel, ein technisch fundiertes Prüfsiegel zu entwickeln, welches als Orientierungshilfe für die Endanwenderinnen und -anwender dient, wurde weitestgehend erreicht. Bisher wurden die Eckpunkte zur Gestaltung, Positionierung und Aufgaben entwickelt sowie zwei VDE-Prüfsiegel für Interoperabilität und

Informationssicherheit erarbeitet. Damit sind die Grundvoraussetzungen für eine kommerzialisierte Prüfung geschaffen. Die Maßnahme dient dem breiten Wissens- und Erkenntnistransfer. Gleiches gilt für die Einrichtung der Smart-Home-Community mit dem Ziel, über eine neutrale Instanz die Anforderungen und Standards einer branchen- und systemübergreifenden Vernetzung zu verbreiten. Die Smart-Home-Community ist auch über den Projektabschluss hinaus unter dem Namen Smart-Living-Community aktiv.<sup>98</sup>

#### Bewertung des gewählten Vorgehens

Dass es gelungen ist, einen branchenübergreifenden Standard zur systemübergreifenden Interoperabilität zu entwickeln und in eine Normungsroadmap zu überführen, welche gleichzeitig eine breite Zustimmung innerhalb des Smart-Home-Marktes erfährt, zeigt eindrucksvoll die Wirksamkeit des gewählten Vorgehens. Damit erweist sich der Bottom-up-Ansatz als erfolgversprechend im Hinblick auf die Umsetzung von Branchenstandards, da er im Zuge des Projekts eine breite Einbindung vieler relevanter Stakeholder innerhalb des Smart-Home-Marktes ermöglicht hat. Über standardisierte Prüfverfahren, die damit verbundene Siegelvergabe und die Einrichtung des Use Case Repository wird die Nachhaltigkeit des Transfers gesichert und Vertrauen in die Smart-Home-Anwendungen in der Gesellschaft geschaffen.

#### it's OWL

**Ziel:** Internationale Spitzenposition auf dem Gebiet Intelligente Technische Systeme und nachhaltige Stärkung der Wirtschaftsregion OWL

**Fördermittelgeber:** BMBF

**Projektvolumen:** Rund 93 Millionen Euro

**Projektlaufzeit:** 07/2012 – 12/2017

**Projekttyp:** Spitzencluster (Grundlagenforschung, Angewandte Forschung, Entwicklung)

**Projektpartner:** Circa 150 Mitglieder der Region Ost-Westfalen-Lippe

**Integrationsteilnehmer:** Unternehmen der Region Ost-Westfalen-Lippe

#### Motivation

Der Spitzencluster „Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe“ (it's OWL) wurde in der dritten Runde des Spitzencluster-Wettbewerbs vom Bundesministerium für Bildung und

95 | Vgl. VDE o.J. b; Klebsch/Rieß o. J. S. 1; Klebsch et al. 2014, S. 18 f.

96 | Vgl. VDE 2016, S. 9 f.

97 | Vgl. ebd., S. 9 ff.

98 | Vgl. Klebsch et al. 2015, S. 27 ff.



Forschung (BMBF) gefördert. Das erklärte Ziel des Spitzencluster Wettbewerbs liegt in der Intensivierung der Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft, um langfristig die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu steigern. Die Spitzencluster wurden vor diesem Hintergrund bewusst regional aufgesetzt, um strategische Partnerschaften in der Region zwischen Wirtschaft und Wissenschaft zu fördern.<sup>99</sup>

Um das Ziel bestmöglich zu erreichen, wurden in it's OWL drei Arten von Projekten definiert: Querschnittsprojekte, Innovationsprojekte und Nachhaltigkeitsmaßnahmen, welche im Spitzencluster bearbeitet werden. Die Querschnittsprojekte dienen der Grundlagenforschung in den fünf Technologiefeldern Selbstoptimierung, Mensch-Maschine-Interaktion, Intelligente Vernetzung, Energieeffizienz und System Engineering. Die Ergebnisse der Querschnittsprojekte Technologien und Methoden für Intelligente Technische Systeme werden in Projekten der Angewandten Forschung im Rahmen von Innovationsprojekten aufgegriffen. Gemeinsam mit Unternehmensvertreterinnen und -vertretern werden die Technologien und Methoden aus den Querschnittsprojekten zu Produkten, anwendungsreifen Technologien und weiteren Anwendungen weiterentwickelt. Darüber hinaus wurden neun Nachhaltigkeitsmaßnahmen in den Themenfeldern Arbeit 4.0, Vorausschau, Technologietransfer, Internationalisierung, Marktorientierung, Prävention Produktpiraterie, Aus- und Weiterbildung, Unternehmensgründung und Akzeptanz definiert und operationalisiert. Die Nachhaltigkeitsmaßnahmen dienen als Brücke zwischen dem Spitzencluster und den Unternehmen, insbesondere solchen, die zuvor nicht über ein Innovationsprojekt mit dem Spitzencluster in Kontakt standen. Nachfolgend soll die Nachhaltigkeitsmaßnahme Technologietransfer beleuchtet werden.<sup>100</sup>

**Nachhaltigkeitsmaßnahme Technologietransfer – Projektgestaltung**  
Die Erkenntnis, dass Ergebnisse aus der Wissenschaft nicht zwangsläufig in erfolgreiche Projekte, Dienstleistungen oder Geschäftsmodelle führen werden, wird im Spitzencluster it's OWL verstärkt berücksichtigt und findet Eingang in die Clusterstruktur mit der Einrichtung einer Nachhaltigkeitsmaßnahme Technologietransfer. Vor dem Hintergrund, dass in der Region OWL viele mittelständische und familiengeführte Unternehmen ansässig sind, rückt der Mittelstand in den Fokus des Transferkonzeptes. Das Ziel der Nachhaltigkeitsmaßnahme Technologietransfer liegt in der Verbreitung und Einführung von Technologien und Methoden, aus den Querschnittsprojekten in KMU bei gleichzeitiger Förderung der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen

und FuE-Einrichtungen. Insbesondere KMU fehlt es häufig an Wissen, Erfahrung und Ressourcen, die Potenziale neuer Technologien zu erkennen, zu bewerten und im eigenen Unternehmen zu implementieren. Für eine nachhaltige Stärkung des Wirtschaftsstandortes Deutschland ist es jedoch unabdingbar, die sich bietenden Möglichkeiten der Industrie 4.0 flächendeckend gewinnbringend zu nutzen und so die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten beziehungsweise auszubauen. Voraussetzung hierfür ist jedoch ein Zugang der Unternehmen zu den Schlüsseltechnologien. Insbesondere KMU zeigen sich jedoch sehr zurückhaltend, was ihre Kooperationsbereitschaft mit FuE-Einrichtungen betrifft. Ein Grund hierfür ist die inhaltliche Überdimensionierung großer Forschungsprojekte. Hier setzt das it's-OWL-Transferkonzept an, das die konsequente Umsetzung einer mittelstandsorientierten Transferstrategie vorsieht.<sup>101</sup>

Zur Förderung des Technologietransfers zwischen den Forschungspartnern und kleinen sowie mittleren Unternehmen hat das Spitzencluster eine Transferstelle eingerichtet. Die Transferstelle fungiert als Mittler zwischen Unternehmen und FuE-Einrichtungen und unterstützt das Matching zwischen den Akteuren. Dabei steht das Transfererteam in einem stetigen Austausch mit den Unternehmen der Region, um Bedarfe der Unternehmen zu identifizieren und auf Basis der Bedarfe gezielt Transfermaßnahmen von FuE-Ergebnissen durchzuführen. Ziel ist es, die anwendungsorientierten Forschungsergebnisse der FuE-Einrichtungen gemeinsam mit den Unternehmen zu transferieren und in die Anwendung zu bringen. Konkret heißt das, dass Transferprojekte in Kooperation zwischen Unternehmen und FuE-Einrichtungen durchgeführt werden. Dabei werden innovative Technologien über „kleine“ Projekte mit einer Laufzeit von fünf bis zehn Monaten in den Unternehmen eingeführt. Ergänzend zu den Transferstellen existieren im Spitzencluster sogenannte Transferpartner, deren Aufgabe darin besteht, Wissen um Technologie und Methoden in ihren Netzwerken zu verbreiten.<sup>102</sup>

it's OWL bietet verschiedene Transfermechanismen an, um die Ergebnisse aus FuE-Projekten einheitlich zu dokumentieren und zugänglich zu machen:

- **Technologieplattform:** Im Spitzencluster stellen die Universitäten, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen aus OWL ihre anwendungsorientierten Forschungsergebnisse aus den Querschnittsprojekten bereit. Die Basis für den Breiten- und Tiefentransfer bildet dabei die

99 | Vgl. BMWi 2017.

100 | Vgl. BMBF 2014, S. 70 f.

101 | Vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 6 ff.

102 | Vgl. it's OWL Clustermanagement GmbH 2017a.

Technologieplattform, auf der die Ergebnisse veröffentlicht werden. Die Plattform dient als eine Art Sammelbecken der Ergebnisse aus den Querschnittsprojekten.<sup>103</sup>

- **Leistungsangebot:** Die Ergebnisse werden so aufbereitet, dass sie eine Marktnähe aufweisen, um anschließend gemeinsam in den Innovationsprojekten von FuE-Einrichtungen und Unternehmen transferiert werden zu können. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor der Ergebnisaufbereitung ist die einfache Beschreibung des Leistungsangebots der FuE-Ergebnisse und die konsequente Ausrichtung an den Bedarf des Mittelstands.

Damit die Verbindung zwischen FuE-Einrichtungen und Unternehmen gelingt, werden im Spitzencluster verschiedenste Transferkanäle und Instrumente verwendet, welche im Transferkonzept ausgearbeitet sind (siehe Abbildung 7). Das Transferkonzept des Spitzenclusters beruht auf einem vierstufigen Technologietransfermodell.<sup>104</sup> Dabei werden auf den Transferstufen unterschiedlichste Transferinstrumente und Maßnahmen angewandt.

- **Aufmerksamkeit und erste Information:** Für den Technologietransfer ist es besonders relevant, dass der potenzielle Nachfrager in einem ersten Schritt von dem FuE-Projekt erfährt, welches für ihn interessant sein könnte. So gilt es auf

der ersten Stufe Aufmerksamkeit zu erzielen und den potenziellen Nachfragern erste Informationen bereitzustellen.<sup>105</sup>

Im Spitzencluster it's OWL werden die Unternehmen auf Technologien aufmerksam gemacht, indem grundlegende Informationen zur Verfügung gestellt werden. Dies geschieht über verschiedenste Transferinstrumente wie Transferstage, Messeauftritte, Informationstage oder Transferbroschüren.<sup>106</sup>

- **Vertieftes Verständnis:** Während auf der ersten Stufe noch primär das Interessewecken im Vordergrund steht, ist es auf der zweiten Stufe die breite Informationsbereitstellung und Vertiefung des Verständnisses. Dabei ist es insbesondere relevant, den Nutzen und die Vorteile der Lösung klar zu benennen.<sup>107</sup> So wird im Spitzencluster in einem zweiten Schritt das Verständnis über die Inhalte und Lösungen aus den Technologiefeldern weiter vertieft. Primär werden unter anderem Erfahrungsaustauschgruppen, geführte Touren durch Transfer-Labs oder Exkursionen zu Clusterpartnern als Transferinstrumente eingesetzt. Hervorzuheben ist das Forum für Technologie und Innovationen „solution“, welches sich als Veranstaltungsreihe etabliert hat. Zweck dieser Veranstaltungsreihe ist es, die neuen Technologien aus dem Spitzencluster in die Breite zu tragen und neue Anwendungsfelder zu erschließen.<sup>108</sup>

Spitzencluster It's OWL: Operationalisierung von Transferinstrumenten						
Stufe	Lösung I	Lösung II	Lösung III	Lösung IV	...	
 4	Nutzung und Integration	Fokussierte Transferprojekte	Fokussierte Transferprojekte (Verbund)	Implementierung in Transfer-Labs	Direktbeauftragung	...
 3	Ausprobieren und Testen	Initiale Bedarfsworkshops (In-House)	Workshops zur Projektplanung	Detailworkshops zur Technologieplattform	Intensiv-Schulung zu Inhalten der Transferplattform	...
 2	Vertieftes Verständnis	Arbeitskreise/ Erfahrungsaustauschgruppen	Guided-Tours durch Transfer-Labs	Exkursionen zu Cluster-Partnern	Solutions-Veranstaltungsreihe	...
 1	Aufmerksamkeit und erste Informationen	It's OWL Transferstage	Messeauftritte	Transferbroschüren	Informationstage	...

Abbildung 7: Vier Stufen des Technologietransfers (Quelle: it's OWL Clustermanagement GmbH, 2017a)

103 | Vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 6 f.

104 | Vgl. Korell/Schat 2013.

105 | Vgl. ebd., S. 22.

106 | Vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 10 f.

107 | Vgl. Korell/Schat 2013, S. 22.

108 | Vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 10 f.



- **Ausprobieren und Testen:** Fasst der potenzielle Transfernehmer das FuE-Ergebnis in die engere Auswahl, wird er sich intensiver mit der Technologie befassen, wobei er diese oftmals ausprobieren und testen will.<sup>109</sup> Dieser Aspekt wird im Rahmen der dritten Stufe des it's-OWL-Transferkonzeptes aufgegriffen, indem konkrete Technologien von der Technologieplattform zur Lösung von Unternehmensfragestellungen identifiziert werden und deren Ausprobieren und Testen in den Vordergrund rückt. Häufig werden in dieser Stufe Workshops durchgeführt, in denen die Unternehmen die Herausforderungen der Lösung diskutieren oder vor dem Hintergrund ihrer Fragestellung unverbindlich testen können. Ziel dabei ist es, die relevanten Themen im Kontext intelligenter technischer Systeme für die Unternehmen zu bestimmen und ein Transferprojekt zu planen. Zudem gibt es Detailworkshops und intensive Schulungen zu Inhalten der Technologieplattform.<sup>110</sup>
- **Nutzung und Integration:** Wird auch die dritte Stufe erfolgreich genommen und besteht die Technologie nicht nur den technologischen, sondern auch den betriebswirtschaftlichen Auswahl- und Entscheidungsprozess, dann folgt darauf die Integration der Technologie. Die erforderliche Interaktion zwischen Transfergeber und -nehmer ist auf der vierten Stufe am größten.<sup>111</sup> Gemäß dem it's-OWL-Transferkonzept wird dies mit der konkreten Durchführung von Transferprojekten aufgegriffen. Dabei kommt es zu einer zielgerichteten Zusammenarbeit zwischen den Transferbeteiligten und einer Förderung der Integration von neuen Technologien in die Unternehmenspraxis. Gewählte Transferinstrumente können zum einen konkrete Transferprojekte und zum anderen Implementierungen in Transfer-Labs oder Direktbeauftragungen sein.<sup>112</sup>

Neben den Transferprojekten findet ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch innerhalb der drei Erfahrungsaustauschgruppen (Fachgruppe System Engineering, Fachgruppe Prozess- und Projektorganisation und Netzwerk Industrielle Bildverarbeitung OWL) statt. Dieser fachliche persönliche Austausch ist das zweite zentrale Instrument des Technologietransfers.<sup>113</sup>

#### Bewertung des gewählten Vorgehens

Erste Ergebnisse zeigen die Wirksamkeit der gewählten Transferstrategien. So zeigt die Vielzahl der abgeschlossenen Transferprojekte (73 abgeschlossen von 171, Stand 2016) eindrucksvoll

die Wirksamkeit der gewählten Transferstrategie. Durch die konsequente Ausrichtung der Strategie an den Bedarfen des Mittelstandes zeigt dieser ein großes Interesse an Forschungsergebnissen und die Bereitschaft, sich aktiv an FuE-Projekten, insbesondere an Transferprojekten, zu beteiligen. Ein weiterer Beleg für den Erfolg der Transferstrategie ist die Größe des Technologienetzwerks mit mittlerweile ungefähr 150 Partnern und die Vielzahl von durchgeführten Projekten zwischen FuE-Einrichtungen und Unternehmenden. Mittels der Veranstaltungsreihe „solution“ wurde ein Forum etabliert, welches einen erfolgreichen Beitrag zur Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft leistet und eine Basis für die Integration von FuE-Ergebnissen in die Unternehmen legt, indem gezielt neue Technologien aus dem Spitzencluster vorgestellt werden.

## 2.3 Analyse von Forschung und Entwicklung mit Blick auf den Transfer

### 2.3.1 Kategorien von FuE-Projekten

Eine Näherung an den Begriff Transfer und die Bewertung des Transfererfolgs muss zwingend über die Betrachtung der Arten von Forschungs- und Entwicklungsprojekten erfolgen, da zum Beispiel nicht alle Projekte mit der Entwicklung von Technologien einhergehen, die im Anschluss unmittelbar in die praktische Anwendung transferiert werden können. Hinsichtlich des Ziels und des Inhalts von FuE-Aktivitäten werden drei Hauptarten von Projekten unterschieden – Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Entwicklung; sie lassen sich weiter differenzieren (siehe Abbildung 8).

- **Grundlagenforschung:** Die Grundlagenforschung umfasst alle Tätigkeiten, die auf die Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse gerichtet sind<sup>114</sup> und lässt sich in die reine und die zweckorientierte Grundlagenforschung unterteilen. Erstere umfasst alle Tätigkeiten der Wissensgenerierung, ohne dieses Wissen einer Anwendung zuzuführen oder in andere (wissenschaftliche) Bereiche zu transferieren. Demgegenüber wird der Anwendungsaspekt in einer zweckorientierten Grundlagenforschung nicht ausgeschlossen, es wird

109 | Vgl. Korell/Schat 2013, S. 22.

110 | Vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 10 f.

111 | Vgl. Korell/Schat 2013, S. 22.

112 | Vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 10 f.

113 | Vgl. it's OWL Clustermanagement GmbH 2017b.

114 | Vgl. Meißner 2001, S. 28.

lediglich festgestellt, dass die potenziellen Anwendungen nicht a priori spezifiziert sind. Damit wird diese vor dem Hintergrund einer möglichen späteren Anwendung durchgeführt und beinhaltet somit von Beginn an den Transfergedanken.

- **Angewandte Forschung:** Die angewandte Forschung (bedeutungsgleich wird der Begriff Technologieentwicklung verwendet) beinhaltet ebenfalls die Gewinnung wissenschaftlicher oder technischer Erkenntnisse, die jedoch vornehmlich auf eine spezifische praktische Zielsetzung oder Anwendung gerichtet sind. Der Unterschied zur Grundlagenforschung besteht in der Zielsetzung, zu Erfindungen zu gelangen, die erhebliche Verbesserungen gegenüber dem bisherigen Stand der Technik beinhalten.<sup>115</sup> Die angewandte Forschung ist ebenfalls in zweckfrei und zweckorientiert aufgeteilt. Zweckfreie angewandte Forschung dient der Gewinnung neuen und der Weiterentwicklung förderlichen Wissens, ohne dass eine Anwendung klar spezifizierbar ist. Bei der zweckorientierten angewandten Forschung hingegen geht es um die Generierung neuen und der Weiterentwicklung dienenden Wissens mit einer klar spezifizierbaren Anwendung.
- **Entwicklung:** Die Entwicklung ist die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse aus der Grundlagen- und angewandten

Forschung und/oder praktischer Erfahrung, um zu neuen Materialien, Geräten, Produkten, Verfahren, Systemen oder Dienstleistungen zu gelangen oder existierende wesentlich zu verbessern. Sie umfasst die experimentelle Entwicklung, das Design, die Herstellung und den Betrieb von Prototypen sowie die damit verbundenen Tests und Versuche.<sup>116</sup>

Mit abnehmendem Innovationsgrad der Projekte und steigendem Entwicklungsgrad nimmt die Unsicherheit über die zu erwartenden Projektergebnisse ab (siehe Abbildung 8). Je geringer die Unsicherheit hinsichtlich des Anwendungsbereichs sowie des Funktionsumfangs der Projektergebnisse ist, desto zielgerichteter können Transfermaßnahmen durchgeführt werden.

### 2.3.2 Analyse der Einflussfaktoren auf FuE-Projekte

In Verbindung mit den zu Beginn vorgestellten Charakteristika von FuE-Projekten kann angemerkt werden, dass verschiedene Merkmale, wie der Neuigkeitsgrad oder die Komplexität, erhebliche Konfliktpotenziale bergen. So können sich mit steigendem Neuigkeitsgrad oder steigender Komplexität Abstimmungsprobleme innerhalb des Projektteams häufen oder sich

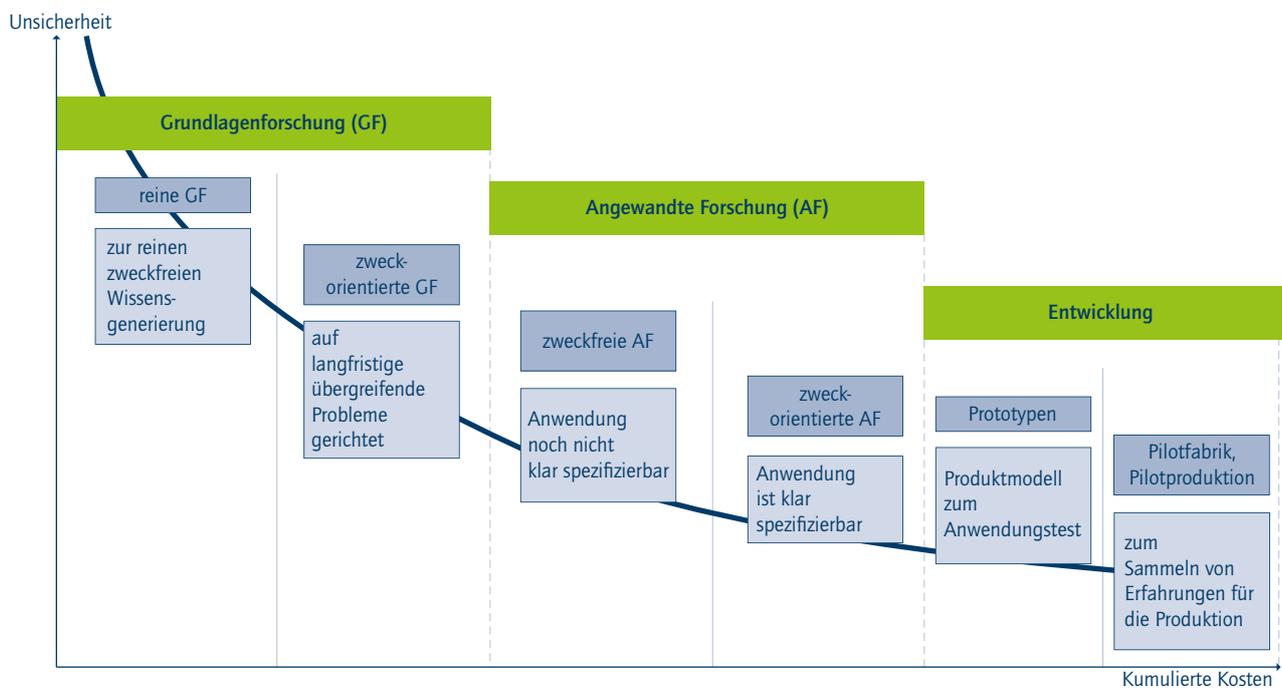


Abbildung 8: Definition von FuE-Kategorien nach dem Frascati Manual (Quelle: Meißner 2001, S. 30)

115 | Vgl. Meißner 2001, S. 28.

116 | Vgl. ebd., S. 28 f.



divergierende Ziele und Interessen herausbilden. Diese Konflikte können verschiedene Ausprägungen annehmen und sich auf sachlich-intellektueller, sozio-emotionaler oder wertmäßig-kultureller Ebene entladen.<sup>117</sup> Daraus resultiert wiederum ein verzögerter Entwicklungsprozess mit der Gefahr des Scheiterns des gesamten FuE-Projekts. Diese und weitere Einflussfaktoren müssen identifiziert werden, um im nächsten Schritt Treiber und Hemmnisse beziehungsweise Barrieren eines Transfers ermitteln zu können. Unter Hemmnissen und Barrieren werden solche Faktoren und Bedingungen verstanden, welche die am Transferprozess beteiligten Akteure derart beeinflussen, dass diese ihre Funktion nicht vollständig erfüllen können und der Ablauf des Prozesses gestört wird.<sup>118</sup> Die Treiber des Transfers stellen hingegen das Wissen und Können sowie das Wollen und Dürfen dar, was in Bezug auf den Transfergeber die Transferfähigkeit und die Transferbereitschaft sowie aufseiten der Transfernehmer die Adoptionsfähigkeit und die Adoptionsbereitschaft ist.<sup>119</sup>

In der zugrundeliegenden Literatur wurden Einflussfaktoren auf Projekte bereits umfassend betrachtet. Walter definiert in seinen Ausführungen beispielsweise die Barrieren des Nichtwissens, des Nichtkönnens, des Nichtwollens und des Nichtdürfens und ermittelt Einflussfaktoren, die den jeweiligen Barrieren zugeordnet werden.<sup>120</sup> In den Ausarbeitungen von Lohmann werden diese Barrieren ebenfalls beschrieben und weitere Unterscheidungen zwischen Einflussfaktoren bezogen auf Technologiegeber und Technologienehmer vorgenommen.<sup>121</sup> Pleschak hat eine umfangreiche Identifikation und Klassifikation von Einflussfaktoren auf den Technologietransfer vorgenommen, welche unter anderem Aspekte der Marktorientierung und der Unternehmenskultur adressiert sowie auf Managementprozesse und Finanzierungsfragen eingeht.<sup>122</sup> Eine ähnlich ausführliche Einflussfaktorensammlung erstellten Pechmann et al.<sup>123</sup> Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden genannte und weitere themenspezifische Quellen ausführlich recherchiert und Ergebnisse konsolidiert.

Aufgrund ihrer Relevanz folgen nun eine Aufzählung sowie Definitionen wesentlicher Einflussfaktoren des Transfers, um ein eindeutiges Verständnis zu schaffen. Die jeweiligen Einflussfaktoren wurden in fünf übergeordnete Einflussfaktorgruppen eingeteilt, die bezogen auf die FuE-Projektergebnisse sowie Akteure eine sinnvolle und anschauliche Darstellung ermöglichen. Die

Untergliederung der Einflussfaktoren erfolgt in die Gruppen Projektrahmen, Konsortium, Unternehmen/Einrichtungen, Umfeld und Maßnahmen (siehe Abbildung 9).

#### Projektrahmen

Die Einflussfaktoren, welche den Projektrahmen betreffen, werden in Projektziele, Verwertbarkeit, Marketing und Komplexität unterteilt. Es folgt eine genauere Beschreibung der einzelnen Einflussfaktoren.

- **Projektziele:** Die Projektziele beschreiben die Ausrichtung und den Umfang eines Projektes. Dazu gehört in einem ersten Schritt die klare, verständliche und realistische Beschreibung des Projektablaufs und des angestrebten finalen Zustandes. Darüber hinaus muss der angestrebte Innovations- und Entwicklungsgrad des Projektes klar definiert werden. Als Grundlage zu dieser Einschätzung dient eine eindeutige Einteilung des wissenschaftlichen Anspruchs, in welchem zwischen Grundlagenforschung und einer Produktentwicklung mit entsprechendem Technologiereifegrad unterschieden wird. Schließlich muss die letztendliche Reichweite des Projektergebnisses klassifiziert werden, indem über die Frage entschieden wird, ob die generierte Lösung ausschließlich für das Unternehmen zum Einsatz kommt oder einer gesamten Branche zur Verfügung steht.
- **Verwertbarkeit FuE-Ergebnis/Transferobjekt:** Die Verwertbarkeit eines FuE-Ergebnisses ist ein elementarer Bestandteil des Projekts. In diesem Zusammenhang wird die Verwertbarkeit anhand der Passfähigkeit, also der Kompatibilität der Lösung (Technologie etc.) mit bestehenden Lösungen gemessen. Des Weiteren spielt die Marktorientierung eine signifikante Rolle. Eine hohe Verwertbarkeit kann realisiert werden, sofern eine frühe Ausrichtung auf potenzielle Anwender adressiert wird.
- **Marketing:** Der Einflussfaktor Marketing bezieht sich auf die Außendarstellung der Projektergebnisse. Bestandteil davon ist die Demonstration der Ergebnisse, welche die entwickelte Technologie und die Realisierbarkeit der Einführung erfolgreich vermarkten muss. Des Weiteren müssen Transfer- und Kommunikationsstrategien erarbeitet werden, die auf einer Potenzialbewertung des FuE-Ergebnisses basieren, um das Projekt auf dem Markt bekannt zu machen.

117 | Vgl. Fischer 2006, S.14.

118 | Vgl. Korell 2013, S. 41.

119 | Vgl. ebd.

120 | Vgl. Walter 2003, S. 24 f.

121 | Vgl. Lohmann 2014, S.24 f.

122 | Vgl. Pleschak 2003, S. 20.

123 | Vgl. Pechmann et al. 2010, S. 41.

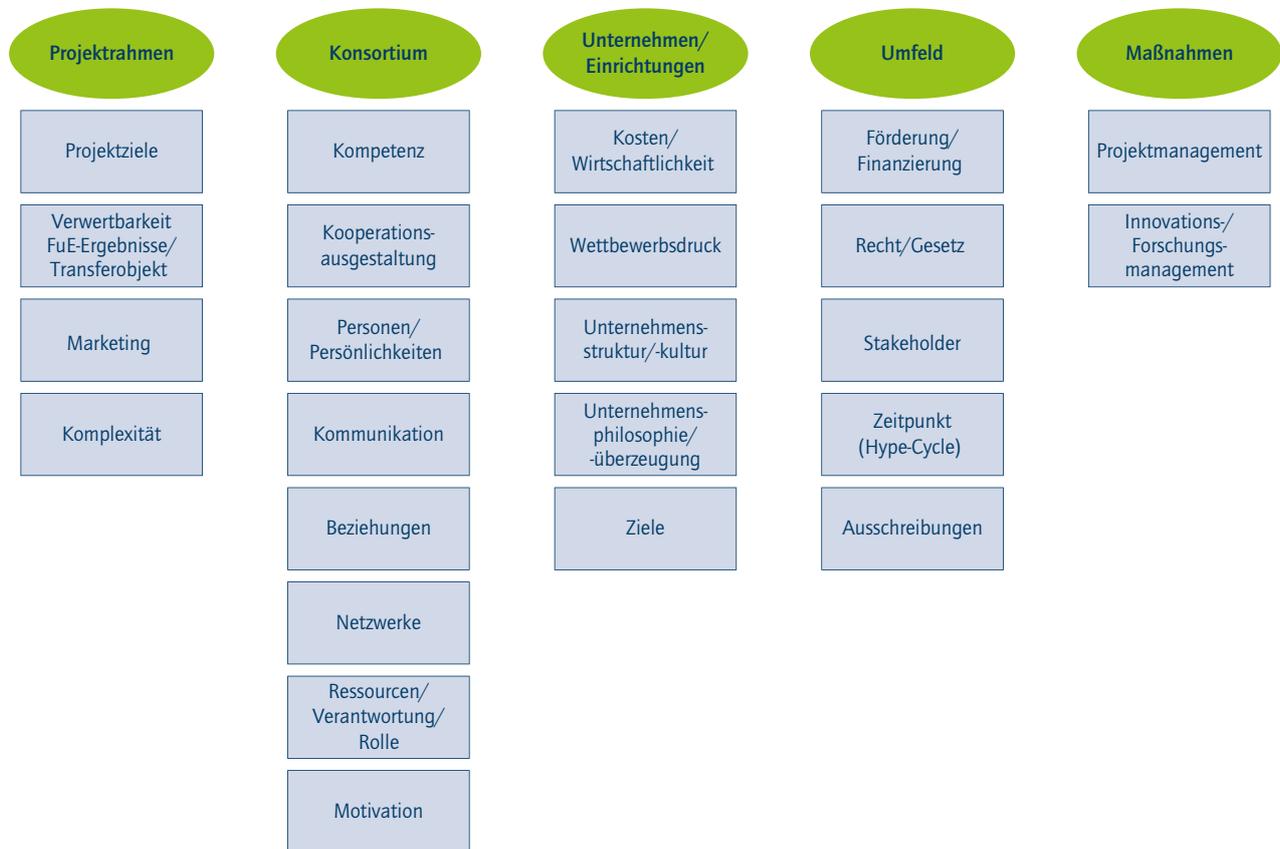


Abbildung 9: Landkarte der Einflussfaktoren auf den Transfer (Quelle: eigene Darstellung)

- **Komplexität:** Die Komplexität eines FuE-Projektes kann in zwei Bereiche unterteilt und anhand dieser bemessen werden. Die untersuchungsobjektbezogene Komplexität bezieht sich auf die Entscheidungs-, Daten- und Ablaufkomplexität des FuE-Projektes. Die technologiebezogene Komplexität wird durch das benötigte disziplinübergreifende fachliche Know-how bemessen.

#### Konsortium

Die Zusammensetzung des Konsortiums ist ein elementarer Bestandteil des Technologietransfers und beeinflusst dessen Qualität immens. Die untergeordneten Einflussfaktoren Kompetenz, Kooperationsausgestaltung, Personen/Persönlichkeiten, Kommunikation, Beziehung, Netzwerke, Ressourcen/Verantwortung/Rolle und Motivation werden im Folgenden definiert.

- **Kompetenz:** Die Kompetenz beschreibt die Passfähigkeit des Konsortiums zu den Projektzielen. Dabei ist zwischen der Kompetenz des Technologiegebers (TG) und der des

Technologienehmers (TN) zu unterscheiden. Technologiegeber sowie Technologiennehmer verfügen bestenfalls über geeignetes Know-how, besitzen Projekterfahrung und haben Marktkenntnis. Die Kompetenz des Technologiegebers hängt von der Güte und Passfähigkeit der angebotenen Technologie sowie von der Kenntnis über Transfermöglichkeiten ab, die sich im Wissen über potenzielle Anwendungsfelder widerspiegeln. Der Technologiennehmer sollte im Gegensatz dazu die Leistungsfähigkeit und Einsatzmöglichkeiten neuer Technologien erkennen und die Arbeitsweise der zu untersuchenden Technologien verinnerlichen.

- **Kooperationsausgestaltung:** Kooperationsausgestaltung wird durch die Verankerung des Kollaborationsgedankens in den Arbeitsweisen typisiert. Der Kollaborationsgedanke beinhaltet Elemente wie Teamgeist, Kooperationsbereitschaft und Verständnis für andere Beteiligte. Ausschlaggebend ist auch das Verhältnis zwischen den Beteiligten, welches auf Partnerschaft basieren und nicht einem Kundinnen-/Kunden-Lieferanten-Verhältnis ähneln sollte.



- **Personen/Persönlichkeiten:** Die involvierten Mitarbeitenden üben ebenfalls Einfluss auf das FuE-Projekt aus. Ihre Einstellungen können in einer Skala von forschungsavers bis innovationsfreudig verortet werden. Bedeutsam ist hierbei auch das Gewicht persönlicher Initiativen innerhalb des Vorhabens. Je mehr Entscheidungsgewalt von Einzelnen ausgeht, desto einflussreicher ist auch deren Innovationshaltung.
- **Kommunikation:** Die Kommunikationsausgestaltung zwischen Wissenschaft und der industriellen Praxis innerhalb eines Forschungsvorhabens ist ein elementarer Bestandteil. Die Transferpartner sollten in erster Linie auf eine offene Kommunikation ohne Zurückhaltung von Informationen achten. Jeder Stakeholder muss die externen Partner und deren Vorteile durch die Projektdurchführung akzeptieren. Eine Diskussion über die Risiken und Chancen des Projekts mit allen Beteiligten ist ein weiteres Element des Einflussfaktors Kommunikation.
- **Beziehung:** Der Einflussfaktor Beziehung umschreibt das bestehende Vertrauensverhältnis zwischen den Unternehmenspartnern sowie die interpersonelle Vertrauensbasis. Die Beziehung wird durch die Anzahl der Partner im Konsortium und durch die Dauer der Zusammenarbeit beeinflusst. Indikator für ein gutes Vertrauensverhältnis ist beispielsweise die Integration von Unternehmensvertreterinnen und -vertretern in Forschungseinrichtungen. Durch solche Maßnahmen wird das Vertrauen gestärkt und die Interaktionsqualität erhöht sich immens.
- **Netzwerke:** Das Netzwerk eines Konsortiums ist durch die projektinterne Bindung der Partner sowie die externe Einbindung der einzelnen Projektpartner in themenbezogenen FuE-Kompetenzplattformen gekennzeichnet. Die interne Bindung hängt von der geografischen Verteilung der Partner und der Mobilität der Mitarbeitenden ab. Extern sollten die einzelnen Transferpartner bestenfalls in regionale branchen- beziehungsweise technologiebezogene Netzwerke integriert sein und Partnerschaften mit anderen Innovationsakteuren pflegen.
- **Ressourcen/Verantwortung/Rolle:** Dieser Einflussfaktor wird durch die Verfügbarkeit und die Qualität der Ressourcen Zeit, Geld und Personal geprägt, die für das FuE-Vorhaben aufgewendet werden. Die Wahrnehmung der spezifischen Verantwortung beziehungsweise der Rolle der einzelnen Partner im Projekt ist ebenfalls ausschlaggebend, da eben diese den Einsatz der Ressourcen der einzelnen Partner stark beeinflusst.
- **Motivation:** Die Motivation der Projektmitarbeitenden ist das Anreizsystem zur Durchführung eines Transfers. Die Grundeinstellung der Beteiligten darüber, fremde Technologien aufzunehmen und gemeinsam eine Lösung für die Problemstellung zu finden, beeinflusst die Qualität des Transfers. Diese Motivation kann für das Unternehmen beziehungsweise die Mitarbeitenden entweder intrinsisch in Form des Wunsches zur Generierung von Unternehmens-Know-how zum Ausdruck kommen oder extrinsisch durch starken äußeren Druck herbeigeführt werden.

#### Unternehmen/Einrichtungen

Die Unternehmen, die in den Transfer involviert sind, haben großen Einfluss auf den Erfolg des Vorhabens. Von den jeweiligen Partnern kann es dementsprechend positive sowie negative Anreize für den Ablauf des Projekts geben. Die beschriebenen Einflussfaktoren dieser Gruppe sind Kosten/Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsdruck, Unternehmensstruktur/-kultur und (Unternehmens-)Ziele.

- **Kosten/Wirtschaftlichkeit:** Eine wichtige Beschaffenheit eines FuE-Projekts ist die Amortisationsdauer. Der Kapitalbedarf für Technologieentwicklung und -transfer, die Einführungsdauer und die zu erwartende Rendite können ein FuE-Projekt entweder attraktiv gestalten oder potenzielle Unterstützer abschrecken.
- **Wettbewerbsdruck:** Der Wettbewerbsdruck wird durch die Dringlichkeit der Entwicklung repräsentiert und kann in Markterwartungen und Konkurrenzdruck klassifiziert werden. Der Technologietransfer wird von der Frage beeinflusst, wie dringend der Technologieempfänger den Technologietransfer benötigt, um weiterhin auf dem Markt zu bestehen. Ein weiterer Faktor ist die Wichtigkeit der erhofften Sicherung eines Wettbewerbsvorteils durch das FuE-Projekt.
- **Unternehmensstruktur/-kultur:** Der Einflussfaktor der Unternehmensstruktur beziehungsweise -kultur wird durch organisatorische Strukturen geprägt. Diese können hinderlich sein, sofern starre, bürokratische Vorgänge mit hoher Standardisierung vorherrschen. Ist das Unternehmen jedoch innovations- und forschungsorientiert und damit flexibel in den Unternehmensabläufen, hat das positive Auswirkungen auf einen möglichen Technologietransfer. Ferner ist das Ausmaß der Unterstützung des Top-Managements elementar, da diese die Ausbildung innovationsfördernder Organisationsstrukturen fördern, aber auch blockieren kann.

- **Unternehmensphilosophie:** Wenn sich eine Scheu vor neuen Technologien und Ängste vor Veränderungen innerhalb der Unternehmensphilosophie etabliert haben, wirkt sich das negativ auf den Technologietransfer aus. Bei vielen Innovationen wird ein disruptives Vorgehen verfolgt, das einen Veränderungsprozess erforderlich macht. Ein wissenschaftsfeindliches Klima in einem Unternehmen, welches an der Leistungsfähigkeit von öffentlich geförderten Forschungseinrichtungen zweifelt, ist beispielsweise ein für den Transfer negativ behafteter Einfluss der Unterphilosophie.
- **(Unternehmens-)Ziele:** Die gesetzten forschungs- und entwicklungspezifischen Unternehmensziele beeinflussen das Ergebnis des FuE-Projekts. Die gesetzten Ziele sind vielfältig und sollen in erster Linie die Erfüllung von Marktanforderungen sicherstellen. Weiterhin kann ein Ziel die Entwicklung eines optimalen Technologieportfolios oder die Schaffung neuer Geschäftsfelder sein. Es kann während des Projektes zu Zielkonflikten kommen, wenn die Unternehmensziele nicht mit den Projektzielen vereinbar sind. Gängige Konfliktthemen stellen beispielsweise Publikations- versus Geheimhaltungsinteresse oder das Streben nach Exklusivität im Fall der Nutzung von Technologien dar.
- **Zeitpunkt:** Der Zeitpunkt des FuE-Projekts ist von Relevanz, da die Außenwahrnehmung und Unterstützung je nach zeitlichem Beginn unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Der sogenannte Hype-Cycle stellt dar, welche Phasen der öffentlichen Aufmerksamkeit neue Technologien erfahren. Eine Einführung zum richtigen Zeitpunkt kann den Erfolg des Projektes stark beeinflussen.
- **Ausschreibung:** Die Ausschreibung spiegelt die Wünsche und Ambitionen des Projektträgers (beispielsweise des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie) wider. Diese hat insofern Einfluss auf ein FuE-Projekt, als die Ausschreibung der Förderer weitgehend realisierbar sein muss und darüber hinaus passend zu aktuellen Marktbedarfen sein sollte.

#### Maßnahmen

An durchführbaren Maßnahmen und Managemententscheidungen, welche den Transfer beeinflussen, wurden Projektmanagement-Maßnahmen sowie das Innovations-/Forschungsmanagement identifiziert.

- **Projektmanagement-Maßnahmen:** Dieser Einflussfaktor bemisst den Einsatz etablierter Methoden und Werkzeuge des Projektmanagements. Dabei ist das konsortiumsweite Projektmanagement von besonderer Bedeutung. Dieses legt Aufgaben und Arbeitspakete fest und teilt diese zu. Die Regelung der Verwertung der Ergebnisse sowie eine rollierende Evaluation sind weiterer Bestandteil des konsortiumsweiten Projektmanagements. Natürlich spielt auch das unternehmensinterne Projektmanagement eine Rolle, da dessen Ausgestaltung und Güte mit der letztendlichen Beschaffenheit des konsortiumsweiten Projektmanagements korreliert.
- **Innovations-/Forschungsmanagement:** Das Innovations-/Forschungsmanagement beschreibt die systematische Entwicklung von Innovationsideen und Prozessen zum konsequenten Monitoring von Ideen und Entwicklungen. Dazu zählen eine systematische Applikationsforschung für eine breite Anwendung neuer Technologien und ein funktionierendes System der Ideenfindung und Ideenbewertung. Eine langfristige Vorbereitung der Markteinführung von Innovationen sowie Controlling und Qualitätssicherung für Innovationen sind gleichermaßen Bestandteil dieses Managementzweiges. Zu den Inhalten zählen sowohl die Ausarbeitung effizienter Regelungen für den Wissens- und Technologietransfer als auch betriebliche Weiterbildungen in diesem Bereich. Schließlich gehören zum Innovations-/Forschungsmanagement eines Unternehmens die Entwicklung langfristiger Partnerschaften und die Förderung der Ausgründung von Spin-offs.

#### Umfeld

Das Umfeld determiniert die Randbedingungen des Transfers und wird durch die Faktoren Förderung/Finanzen, Recht/Gesetz, Stakeholder, Zeitpunkt und Ausschreibung beeinflusst.

- **Förderung/Finanzen:** Der Einflussfaktor beschreibt den Grad der finanziellen Förderung des Projekts. Diese kann etwa durch öffentliche Fördermittel realisiert werden. Dabei sollte bestenfalls ein passender Finanzierungspartner gefunden werden und ein angemessenes Finanzungsverhältnis von Eigen- zu Fremdkapital geschaffen werden.
- **Recht/Gesetz:** Das Recht beziehungsweise das Gesetz beeinflusst den Transfer insofern, als gesetzliche Neuregelungen auf der einen Seite die Nachfrage nach neuen Technologien schaffen und den Transfer damit positiv beeinflussen. Andererseits können jedoch auch rechtliche Hemmnisse entstehen, die eine reibungslose Durchführung eines FuE-Projekts behindern.
- **Stakeholder:** Dieser Faktor beschreibt die Integration und das Commitment der Stakeholder. Alle relevanten Interessensgruppen, welche vom Ausgang des Projekts profitieren wollen, sollten in das Projekt einbezogen werden und durch Updates auf dem neuesten Stand gehalten werden, damit das Interesse und die Förderung bestehen bleiben.



## 2.4 Zusammenfassung

Motiviert durch die identifizierten Herausforderungen untersucht diese Studie die Potenziale zur Unterstützung von Entwicklungen und Innovationen im Kontext von Industrie 4.0 sowie deren feste Implementierung als Anwendungen in der Automobillogistik. Ausgehend von den Potenzialen im Bereich der kollaborativen Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten werden Verbundforschungsprojekte als der Ursprung von Innovationsprojekten der Industrie 4.0 betrachtet. Es soll untersucht werden, wie Verbundforschungsprojekte zukünftig gestaltet sein müssen, um imstande zu sein, Ergebnisse erfolgreich in die praktische Anwendung zu überführen. Hierzu wurden in Kapitel 2.2 zunächst die Voraussetzungen des Transfers in Gestalt von verschiedenen Akteuren, Transferarten und -kanälen dargestellt. Auch konnte aufgezeigt werden, dass die Wahl und Ausgestaltung des

Transfers von diversen Faktoren bestimmt wird, wie den Transferobjekten, den Zielgruppen und den erwünschten Handlungen. Die Bewertung der Wirksamkeit von Transfermaßnahmen ist bislang nicht hinreichend untersucht worden. Zudem unterliegen die Projekte vielfältigen Einflussfaktoren, die wiederum der Wirksamkeit der Maßnahmen entgegenwirken. In der Fachwelt herrscht breiter Konsens darüber, dass die erfolgreiche Abwicklung eines Forschungsprojektes im hohen Maße zum Transfererfolg beiträgt. Kapitel 2.3 stellt verschiedene dieser Faktoren, welche sich maßgeblich auf die Projektabwicklung auswirken und den Transfer der Ergebnisse beeinflussen, im Zusammenhang mit einzelnen Projekten dar. Zu den Einflussfaktoren, denen in Bezug auf FuE-Projekte Relevanz zukommt, zählen solche aus dem Projektrahmen, dem Konsortium, den Unternehmen und Einrichtungen, dem Umfeld sowie den geplanten Maßnahmen.

### 3 Darstellung der Treiber und Hemmnisse anhand von FuE-Projektbeispielen

Die Faktoren in FuE-Projekten mit Einfluss auf den Transfer sollen nachfolgend anhand ausgewählter Beispielprojekte detailliert analysiert werden, um konkrete Ableitungen für die Branche beziehungsweise Entwicklungsvorhaben im Kontext der Industrie 4.0 vornehmen zu können.

#### 3.1 Identifikation der Fallbeispiele

Mit Blick auf die Ziele der vorliegenden acatech STUDIE wurden für diese Detailuntersuchung folgende Projekte aus den Bereichen Automobilindustrie, Logistik und Industrie 4.0 gewählt:

- Supply Chain Planning (SCP)
- Cyber-physische Produktionssysteme (CyPros)
- RFID-based Automotive Networks (RAN)
- Reliable Automation and Control Environment (RACE)
- Selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität in CPS (KapaflexCy)

Die Auswahl der Projekte schloss diverse Faktoren ein (siehe Tabelle 5), welche nachfolgend knapp vorgestellt werden:

- **FuE-Kategorie:** Die Auswahl umfasst sowohl BMBF- als auch BMWi-geförderte Projekte. BMBF-Projekte zeichnen sich in der Regel durch einen erhöhten Innovationsgrad mit erhöhtem Entwicklungsrisiko aus. Die voraussichtliche Time-to-Market von Projektergebnissen in die praktische Anwendung ist

vergleichsweise hoch. Demgegenüber zeichnen sich BMWi-Projekte durch eine höhere Bestimmtheit hinsichtlich der angestrebten Ergebnisse und ihres Ablaufs aus. Des Weiteren verwenden BMWi-geförderte Projekte die Ergebnisse aus der Grundlagenforschung, wodurch diesen ein höheres Technology Readiness Level (TRL) zugeordnet werden kann. Dadurch werden die Ergebnisse mit höherem TRL von den Unternehmen schneller einer Verwertung zugeführt.

- **Anwendungs-/Branchenfokus:** Die Projektauswahl fokussiert auf Projekte der Automobilbranche und weitgehend auf den Anwendungsbereich Logistik. Mit Blick auf die zukünftigen Entwicklungen in Industrie 4.0 ist allerdings auch die Untersuchung von Projekten im Anwendungsbereich Produktion und Querschnittstechnologien sinnvoll, um eine integrierte Betrachtung zu erreichen (siehe Industrie 4.0-Themenfelder).
- **Konsortiumsgröße, Zusammensetzung:** Größe und Zusammensetzung des Konsortiums haben unmittelbar Einfluss auf die Zusammenarbeit im Projekt und in der Zielerreichung. Projekte der Automobillogistik erfordern in der Regel die Einbindung einer Vielzahl unterschiedlicher Beteiligter. Daher ist es sinnvoll, Projekte mit mehreren (Anwendungs-) Partnern zu betrachten.
- **Betrachtungsebene:** Die Entwicklungen finden nicht nur auf Netzwerk-, sondern auch auf Standort- und Systemebene statt. Um die verschiedenen Beteiligten zu identifizieren und ihre Zusammenarbeit zu hinterfragen, gilt es Projekte aus den benannten Ebenen zu betrachten.
- **Themenfelder der Industrie 4.0:** Gemäß der „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“ von BITKOM et al.<sup>124</sup> zählen die horizontale und die vertikale Integration der Wertschöpfungsnetzwerke und Produktionssysteme zu den relevanten Themenfeldern in FuE. Darüber hinaus werden ein durchgängiges Engineering, Querschnittstechnologien und Organisationsmodelle der Arbeit benannt. Die ausgewählten Projekte decken die Themenfelder ab und berücksichtigen des Weiteren Querschnittsthemen wie die Standardisierung.



Auswahlkriterien		Projekte				
		SCP	CyPros	RAN	RACE	KapaflexCy
Projektgestaltung	FuE-Kategorie	BMBF	BMBF	BMWi	BMWi	BMBF
	Anwendungsfokus	Distributionslogistik	Produktion teilweise Logistik	Logistik	IKT Plattform	Produktion
	Branchenfokus	Automotive	u. a. Automotive	Automotive	Automotive	Diverse
	Entwicklungsfokus	Planung/Steuerung/Prozesse	Technologieentwicklung	Planung/Steuerung/Prozesse	Technologieentwicklung	Planung/Steuerung/Prozesse
	Konsortium	6 Partner (3 FuE, 2 Anwendung, 1 Technologie)	20 Partner (5 FuE, 6 Anwendung, 9 Technologie)	16 Partner (4 FuE, 7 Anwendung, 5 Technologie)	8 Partner (4 FuE, 4 Technologie)	10 Partner (2 FuE, 7 Anwendung, 2 Technologie)
Themenfokus	Betrachtungsebene	Netzwerk	System, Standort	Netzwerk	System	Standort
	I4.0 – Themenfelder	Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke	Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme	Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke	Querschnittstechnologien	Arbeitsorganisation
	Assoziierte Themen I4.0	-	Standardisierung, Sicherheit, Organisation	Standardisierung, Sicherheit	-	-

Tabelle 5: Überblick über Projektauswahl und Auswahlkriterien (Quelle: eigene Darstellung)

## 3.2 Untersuchung der Fallbeispiele

### 3.2.1 Supply Chain Planning – SCP

**Fördermittelgeber:** BMBF

**Projektvolumen:** 3,2 Millionen Euro

**Projektlaufzeit:** 06/2010 – 05/2013

**I4.0-Themenfeld:** Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke

**Betrachtungsebene:** Netzwerkebene

**Projekttyp:** Zweckorientierte angewandte Forschung mit Prototypenentwicklung

**Projektpartner:**

- OEMs/Zulieferer: Continental Reifen Deutschland GmbH, ABH Stromschienen GmbH
- IT/Software: SDZ GmbH
- Wissenschaft: Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, TU Dortmund, Universität Duisburg-Essen

**Integrationsteilnehmer:** Management, Fachabteilungen, Öffentlichkeit, Studenten, Doktoranden

#### Motivation

Das Verbundvorhaben Supply Chain Planning (SCP) wurde im Rahmen des Effizienzclusters LogistikRuhr unter dem Leitthema Logistics as a Service (LaaS) initiiert. Die Erkenntnis, dass gängige Methoden und Konzepte zur Unterstützung der taktischen Aufgaben des Supply Chain Planning nicht mehr ausreichend sind, motivierte die Arbeiten an dem Forschungsprojekt. Dies kann zum einen durch die zunehmend komplexer werdenden logistischen Netzwerke begründet werden und die damit einhergehende Zunahme der Datenmengen, die zur Planung und Steuerung beherrscht werden müssen. Zum anderen trägt aber auch die heutige IT-Systemlandschaft in den Unternehmen zur mangelhaften Unterstützung in den Planungsaufgaben bei, welche durch starre und monolithische Planungs- und Steuerungssysteme geprägt ist. Die verfügbaren „Standardlösungen“ stellen entweder nicht alle erforderlichen Unterstützungsfunktionen für ein Unternehmen bereit oder die Lösungen müssen aufwendig an die spezifischen Belange der Unternehmen angepasst werden. Die Defizite verfügbarer Lösungen haben oftmals eine zeit- und kostenintensive Entwicklung von Individuallösungen für einzelne Fragestellungen zur Folge. In dem Verbundprojekt SCP sollten daher zunächst für verschiedene taktische Planungsaufgaben des Supply-Chain-Managements neue methodische Ansätze entwickelt werden, die den erhöhten Anforderungen gegenüber der Planung in den Netzwerken gerecht werden. Zudem sollten Lösungsansätze im Rahmen eines IT-Systems integriert werden. Tabelle 6 stellt die adressierten Planungsaufgaben in SCP in einer Übersicht dar.

Zeithorizont	Aufgabe	Integrierte Funktionen	Planungsmodule
Strategische Ebene	Zielsystem	Definition Servicegrade	Stock Strategy Planner
	Strategische Planung	Zentralisierungsgrad bestimmen	Stock Strategy Planner
	Allokation	Bestandsallokation	Stock Strategy Planner
Taktische Ebene	Bestandsplanung	Berechnung Dispositionsparameter (Zielbestand, Bestellzeitpunkt, Losgröße)	Stock Strategy Planner; Availability Monitor
	Nachfrageplanung	Statistische Analyse, Produktklassifikation	Stock Strategy Planner
	Transportplanung	Definition Transportrouten, Bestimmung von Transportfrequenzen	Stock Strategy Planner
Operative Ebene	Warehouse Management	Ableitung operative Handhabungsmengen	Reporting Service; Availability Monitor
	Transport Management	Ableitung von Transportfrequenzen	Reporting Service
Alle Ebenen	Informationsmanagement		Network Analyzer

Tabelle 6: Fokussierte Planungsaufgaben in SCP (Quelle: angelehnt an Hegmanns et al. 2013)

Die Entwicklung der IT-Lösungen erfolgte unter der Vorgabe, dass sowohl die Entwicklungs- als auch die Einführungszeiten der neuen Lösungen deutlich gegenüber den Standardlösungen reduziert werden sollten. Um dies zu erreichen, wurde ein innovativer Ansatz zur flexiblen und kostengünstigen Gestaltung von Logistik-IT-Systemen in Form serviceorientierter webbasierter Logistischer Assistenzsysteme (LAS) verfolgt. LAS sind schlanke IT-Systeme, die auf eine konkrete Aufgabe zugeschnittene Funktionen enthalten, Transparenz über die betroffene Prozesskette schaffen und dem Verantwortlichen (Prozesseigner, Disponent oder Koordinator) Planungs- und Entscheidungsunterstützung bieten. Dieser technologische Ansatz verspricht den Vorteil, dass nach Vorliegen verschiedener Services zur Entscheidungsunterstützung benutzerspezifische LAS zusammengesetzt und konfiguriert werden können. Damit entsteht eine sogenannte Plug&Plan-Suite. Durch den servicebasierten Aufbau sollen dann individuelle beziehungsweise unternehmensspezifische LAS schnell, aufwandsarm und nach Bedarf an die veränderten Anforderungen der Supply-Chain-Lebensphase konfiguriert und adaptiert werden können.

#### Projektgestaltung

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in SCP wurden am Beispiel von drei verschiedenen Anwendungsfällen durchgeführt. Diese Anwendungsfälle boten reale Szenarien für die praktische Erprobung und Validierung der Ergebnisse. In enger Zusammenarbeit mit den Industriepartnern ABH, Continental und SDZ wurden praxisrelevante Planungsszenarien spezifiziert, für welche Methoden und Servicebausteine zu entwickeln waren. Bei den Anwendungsfällen handelte es sich um Planungsszenarien aus der Automobilzulieferindustrie (Distributionsnetzwerkplanung),

aber auch um Szenarien mit direkter Beteiligung kleinerer und mittlerer Unternehmen (Produktionsnetzwerkplanung und After Sales Services). Nachfolgend wird ausschließlich der Anwendungsfall Distribution aus der Automobilindustrie mit den Konsortialpartnern Fraunhofer IML und Continental fokussiert. Dies ist zulässig, da die Anwendungsfälle über die gesamte Projektlaufzeit sehr autark geführt wurden und nur wenige Schnittstellen hatten.

#### Bewertung des Projekt- und Transfererfolgs

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass alle in der Antragsstellung angedachten Services entwickelt und erfolgreich erprobt wurden. So wurden beispielsweise Services zur Bestandsallokation, Simulation oder zum Reporting erfolgreich entwickelt und im Anwendungsfall Distribution intensiv getestet. In SCP ergaben sich folgende Treiber und Hemmnisse für den Projekt- und Transfererfolg:

- **Ressourcen und Kompetenzen:** Im Rahmen der Projektabwicklung kam es zu einer kleinen Verzögerung, die unter anderem aus einem ungeplanten Wechsel in der Projektleitung und der damit verbundenen Einarbeitung in das Projekt resultierten. Zudem fehlten Personen mit hinreichender Technologiekompetenz. Die mangelnde Technologieaffinität machte sich dadurch bemerkbar, dass es bei verschiedenen Arbeitstreffen einen relativ ausgeprägten und guten Austausch zu logistischen Fragestellungen, aber keinen beziehungsweise nur ein geringen zum gewählten technologischen SOA-Ansatz (Service orientierte Architektur) gab.
- **Vorteil interner Netzwerke:** Zur Identifikation relevanter Anwendungsbereiche beim Industriepartner stellte vor allem die/der involvierte Bereichsleitende eine große Hilfestellung



dar, die/der in ihrem/seinem konzerninternen Bekannthenetzwerk die FuE-Ergebnisse vorstellte und für diese warb. Letztlich förderte dies die Durchführung von Anschlussprojekten und der Weiterentwicklung der Ergebnisse.

- **Marketing:** Das Marketing der Projektergebnisse wurde zentral durch das Effizienzcluster geplant, um durch die breite Ansprache der Clusterpartner auch eine breite Aufmerksamkeit zu erfahren. Es wurden jedoch nur wenige Marketingaktivitäten zu den spezifischen FuE-Ergebnissen von SCP durchgeführt. Dies lässt sich ursächlich auf die geringe Wertbemessung des Marketings für den FuE-Ergebnistransfer durch die Projektpartner und Projektteilnehmenden zurückführen.
- **Unternehmensziele versus Projektziele:** Das Interesse des Industriepartners konzentrierte sich auf das Teilziel der Entwicklung neuer Methoden zur Unterstützung der Planungsaufgaben in der Distribution. Das konkrete Unternehmensziel war die kosteneffiziente Bestandsallokation in Netzwerken unter Beachtung von Unsicherheiten. Die Implementierung der Methoden in neuen IT-Werkzeugen auf Basis des SOA-Ansatzes lag hingegen nicht in seinem originären Interesse. Dieser Sachverhalt in Kombination mit den Projektverzögerungen sowie der Umgewichtung von Teilzielen des Antrags führte dazu, dass eine wesentliche Komponente zur Kommunikation der zu koppelnden Services (LAS Service Bus) nicht im Rahmen des Projektes entwickelt werden konnte.
- **Projektmanagement:** Aufgrund des fehlenden konsequenten Projektmanagements, aber auch aufgrund der Komplexität von Forschungsprojekten wurden zum Teil die Aufwände in einzelnen Arbeitspaketen merklich erhöht, sodass anschließend die Zeit für andere Projektaufgaben fehlte. Dies machte dann die Fokussierung auf wichtige Arbeitspakete nötig, da die Zeit zur Durchführung aller Arbeitspakete fehlte.
- **Projektgestaltung:** Zu Beginn des Projektes wurde entschieden, die Use Cases autark zu führen. Dieser Entschluss förderte in der Folge über die gesamte Projektlaufzeit ein effizientes Projektmanagement. Aufgrund der fehlenden organisatorischen Verknüpfung der Use Cases sind verschiedene Einzellösungen entstanden sowie diverse technische Basen verwendet worden. Aus diesem Grund lassen sich nicht alle Einzellösungen aufwandsarm zusammenfügen oder die Vision eines umfassenden Baukastensystems realisieren.
- **Identifikation relevanter Kompetenzen:** Wie sich beim ersten Industrieprojekt nach SCP zeigte, wurde ein wichtiger Know-how-Träger bei einem Partner übersehen, der wichtige Kompetenzen im IT-Umfeld besaß. Es ist sehr wahrscheinlich, dass seine Integration bereits während der Projektlaufzeit den Aufwand der notwendigen Datenintegration reduziert und eine Zeitersparnis gebracht hätte.

#### Zwischenfazit

Die erfolgreiche Umsetzung der im Projekt entwickelten Lösungen führte zur Anwendung und Weiterentwicklung der Services im Rahmen verschiedener Industrie- und Forschungsprojekte durch den Forschungspartner. Jedoch konnte aus verschiedenen Gründen mit den Projektergebnissen nicht die geplante Reichweite realisiert werden. Wie die Projektanalyse gezeigt hat, ist für einen breiten Ergebnistransfer die gezielte Gestaltung der Einflussfaktoren Unternehmensziele, Projektmanagement, Marketing und Netzwerke wichtig. Besonders hervorzuheben ist die bewusste Gestaltung des Projektmanagements. Um eine organisatorische Komplexität zu vermeiden, eignet sich ein dezentraler Projektmanagement-Ansatz. Jedoch ist hierbei durch entsprechende Maßnahmen die Kopplung der Teilergebnisse der dezentralen Arbeitsgruppen zur Realisierung der Gesamtziele sicherzustellen. Zudem sollten interne Netzwerke für die Verbreitung von FuE-Ergebnissen genutzt werden, da sie vergleichsweise eine aufwandsarme Methode zur Identifikation weiterer Interessenten darstellen.

#### 3.2.2 RFID-based Automotive Network – RAN

**Fördermittelgeber:** BMWi

**Projektvolumen:** 20 Millionen Euro

**Projektlaufzeit:** 01/2010 – 12/2012

**I4.0-Themenfeld:** Referenzarchitektur, Standardisierung und Normung, Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke

**Betrachtungsebene:** Netzwerkebene, Standortebene

**Projekttyp:** Zweckorientierte angewandte Forschung

**Projektpartner:**

- OEMs/Zulieferer: Daimler AG, BMW AG, Adam Opel AG, Robert Bosch GmbH, Johnson Controls International plc, Rehau AG & Co. KG
- IT/Software/Technologie: SAP SE, IBM Deutschland GmbH, EURO-LOG AG, IBS AG, Cisco Systems, Dimension Data Germany AG & Co. KG, Siemens AG
- Logistik: Deutsche Post DHL, BLG Logistics Group
- Wissenschaft: Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, BIBA-Bremer Institut für Produktion und Logistik, FZI Forschungszentrum Informatik, Institut für Technologietransfer an der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München

### Motivation

Das Forschungsprojekt RAN (RFID-based Automotive Network) verfolgte das Ziel, die Transparenz entlang der Supply Chain zu erhöhen. Durch Datenerfassung mittels RFID(Auto-ID)-Technologien und einer dezentral-organisierten Plattform (Infobroker) für den Informationsaustausch sollten existierende Potenziale hinsichtlich einer intelligenten Materialfluss- und Auftragssteuerung erschlossen werden. Als größte Hürde für die flächendeckende Umsetzung von RFID in der Supply Chain wurden fehlende Standards für die Objektbeschreibung und für den dezentralen Datenaustausch (mit Rechten und Pflichten) identifiziert. Die Motivation für das Projekt ergab sich aus deutlich erkennbaren Herausforderungen:

- Heterogenität von Systemen und Datenformaten für den unternehmensübergreifenden Datenaustausch,
- hohe Datenkomplexität entlang der Supply Chain,
- hohe Kosten und fehlende Standards für die Datenerfassung und den Datenaustausch,
- Integration neuer Technologien in bestehende Systemlandschaften,
- Potenziale bei der Nutzung vorhandener Daten für die Produktionsplanung, -steuerung und das Controlling,
- fehlender Standard für den Austausch von Daten und Informationen in der Automotive Supply Chain.

Um Problemen wie hohen Beständen, langen Durchlaufzeiten und schlechter Rückverfolgbarkeit entgegenzuwirken, war das Ziel, Ansätze zu entwickeln, die zu mehr Transparenz und Datenverfügbarkeit innerhalb der Supply Chain führen. Das Projekt setzte sich aus fünf Teilzielen zusammen:

- **Prozesse und Steuerung:** In den Use Cases der Praxispartner wurden Prozesse entlang einer globalen Automotive Supply Chain aufgenommen und in eine standardisierte Form (RAN-Prozessbaukasten) überführt. Die standardisierte formale Beschreibung von Prozessabläufen war die Basis für die Definition von Events entlang der Supply Chain, an denen die Datenerfassung in standardisierter Form erfolgen sollte.
- **Daten und Datenstrukturen:** Die Entwicklung eines einheitlichen Standards der Datenformate für den Austausch von Informationen wurde in diesem Teilziel fokussiert. Für einen standardisierten Datenaustausch waren eindeutige Objektkennzeichnungen beispielsweise durch festgelegte Nummernkreise erforderlich. Für die Entwicklung solcher Standards wurden Anforderungen von bereits existierenden Systemen berücksichtigt. Die Identifizierung der benötigten Daten für den überbetrieblichen Austausch wurde durch Industriepartner in den Use Cases unterstützt.

- **Infobroker:** Als Informationsplattform stellt der Infobroker die Basis für den effektiven Austausch von auftrags- und objektbezogenen Daten zwischen den Partnern der Supply Chain dar. Das Konzept des Infobrokers umfasst die Entwicklung einer Architektur und Infrastruktur für die Netzwerkkommunikation. Die Erstellung eines Betreiberkonzeptes für die zentrale Governance-Einheit und die Definition rollenbasierter Zugriffsrechte für Nutzer entlang der Supply Chain wurde in diesem Teilziel angestrebt. Die Integration von Assistenzsystemen zur Datenverarbeitung und -auswertung sowie für die anschließende Visualisierung und Optimierung wurde ebenfalls in diesem Kontext fokussiert.
- **Equipment, Aufbau und Betrieb geeigneter Technologien:** Unterschiedliche Technologien und somit Erfassungsklassen, zum Beispiel RFID-Gate und Handheld, sollten herstellerunabhängig spezifiziert und in den Use Cases erprobt werden. Weiterhin wurden standardisierte Objektklassen als Basis für die Datenerfassung definiert, zum Beispiel: Groß- und Kleinladungsträger oder Motoren.
- **Wirtschaftlichkeit und Ressourceneffizienz:** Eine Methodik zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Ressourceneffizienz von RFID-gesteuerten Wertschöpfungsketten sollte im Rahmen dieses Teilziels entwickelt werden.

Als übergeordnetes Verwertungsziel wurde die branchenweite Anwendung des entwickelten Standards für den Datenaustausch in Produktions- und Logistiknetzen angestrebt. Es wurde angenommen, dass die im Konsortium vertretenen Unternehmen die Größe und Marktposition besitzen, die Nutzung der entwickelten Technologien und Standards innerhalb der Branche anzustoßen. Führende Industriepartner sollten die Rolle der Multiplikatoren einnehmen, um die Anwendung der entwickelten Technologien entlang der Supply Chain zu motivieren.

### Projektgestaltung

Das Forschungskonsortium setzte sich aus zwanzig Projektpartnern der Bereiche Automobilhersteller, Zulieferer, Logistikdienstleister, IT- und Softwareentwickler, Technologieentwickler und Wissenschaft zusammen. Durch das breite Spektrum der Partner waren in RAN typische Vertreter einer Wertschöpfungskette repräsentativ im Konsortium vertreten. Die Projektorganisation basierte auf einer Matrixstruktur. Die fünf Arbeitspakete, die sich aus den zuvor beschriebenen Teilzielen ergaben, erstreckten sich über sieben Use Cases, welche die gesamte Bandbreite an Standard-Steuerungskonzepten in Automotive Supply Chains abdecken. Mindestens zwei RAN-Partner arbeiteten pro Use Case in einem Kundinnen-/Kunden-Lieferanten-Verhältnis zusammen. Technologiefirmen und Forschungseinrichtungen erarbeiteten



Lösungskonzepte, deren Anwendung durch die Industriepartner erprobt wurde. Das Forschungsprojekt wurde durch ein klassisches Projektmanagement unterstützt. Die/der Projektleitende wurde von einer/einem Konsortialführenden gestellt. Die/der Projektleitende sowie die Verantwortlichen der Use Cases und die Arbeitspaketleitenden kooperierten in regelmäßigen Steuerkreisen.

Um nachhaltig die Verwertung der Ergebnisse zu unterstützen, wurden im Forschungsprojekt RAN zudem folgende Ziele verfolgt. Für Partner der Automotive Supply Chain wurde ein Integrationskonzept entwickelt, welches einen Leitfaden für die Anwendung und Implementierung der Lösung in den Unternehmen bereitstellt. Weiterhin sollten Schnittstellenspezifikationen potenzielle Partner bei der Verbindung ihrer internen Steuerungssysteme mit dem Infobroker unterstützen. Um einer Entwicklung von potenziellen „Insellösungen“ und somit fehlenden Standards für den Informationsaustausch entlang der Supply Chain vorzubeugen, sollte die Standardisierung frühzeitig vorbereitet werden. Die Ergebnisse sollten für die Entwicklung von Standards für die deutsche Automobilindustrie in einem projektbezogenen Arbeitskreis im Verband der Automobilindustrie (VDA) diskutiert werden und in einen VDA-Normentwurf für „RFID-basierte Verfolgung von Teilen und Baugruppen in der Automobilindustrie“ einfließen. Für eine Standardisierung im internationalen Bereich sollten über ODETTE entsprechende Empfehlungen für Datenformate entwickelt werden, welche auf den genormten Datenformaten EDI und EDIFACT für die Auftragsübertragung basieren sollten. Darüber hinaus sollten die Ergebnisse in Standardisierungsprozesse des Deutschen Instituts für Normung sowie international bei EPCglobal und der International Organization for Standardization (ISO) einfließen. Die Technologie- und Schnittstellenstandards sollten keine Anforderungen enthalten, die die IT-Ausstattung eines Anwenders benachteiligen würden und ein realisierbares Kosten-Nutzen-Verhältnis sollte bei der Entwicklung fokussiert werden. Die Standards sollten für potenzielle Anwender aus der Automotive Supply Chain offen vorliegen und sollten somit ausführlich dokumentiert und allen interessierten Unternehmen und Organisationen öffentlich zugänglich gemacht werden. Bei der Auswahl der Technologie wurde darauf geachtet, dass keine Abhängigkeit von einem Hersteller besteht, sondern immer alternative Bezugsmöglichkeiten bestehen.

#### Bewertung des Projekt- und Transfererfolgs

Die Forschungsergebnisse wurden in Form einzelner Prototypen und Demonstratoren realisiert. Nach weiteren Entwicklungen fanden vereinzelt Lösungsbausteine des Gesamtkonzeptes Anwendung in der Industrie. Die erarbeiteten Forschungsergebnisse wurden in internen Projekten von Konsortialpartnern

weiterverarbeitet. Somit erfolgt ein Transfer von Teilergebnissen in die Industrie und Wissenschaft. Ein ganzheitlicher Transfer der Gesamtlösung innerhalb der Branche zur Vernetzung der Partner in Produktions- und Logistiknetzwerken kann allerdings nicht dokumentiert werden.

Folgende Gründe zeigen mögliche Transferhemmnisse auf:

- **Wirtschaftlichkeit der Gesamtlösung und Investitionskosten:** Die von SAP und IBM entwickelten Lösungen eines Infobrokers wurden von beiden Unternehmen prototypisch realisiert. Die **Lösungen wurden konform zu vorwettbewerblichen Regulierungen des Bundes entwickelt und reichten somit nicht für einen direkten Einsatz im industriellen Umfeld aus.** Für die Weiterentwicklung zu einsatzfähigen Lösungen bedurfte es zusätzlicher Investitionen. Innerhalb des Konsortiums wurde die SAP-Lösung favorisiert und Verhandlungen zur Weiterentwicklung gestartet. Es wurde **kein Investor für die Realisierung einer marktfähigen Technologie** gefunden. Somit verblieben die entwickelten Lösungen auf einem prototypischen Stand und werden heute nicht von der Branche verwendet. Teilweise wurden bei den beteiligten Unternehmen auf Basis der Projekterkenntnisse Eigenentwicklungen eines Infobrokers angestoßen. Im Rahmen des Projektes wurde zwar der potenziell erzielbare Mehrwert der Lösung quantifiziert und den Partnern aufgezeigt. Doch die **Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen setzten voraus, dass die Technologie vorhanden ist und fokussiert auf die Einführung und Betrieb der Lösungen.** Somit bestand sowohl aufseiten der Technologie- als auch der Anwendungspartner ein hohes Investitionsrisiko im Fall der Weiterentwicklung. Eine kollaborative Umsetzung und damit Verteilung des Investitionsrisikos konnte zwischen den Partnern nicht erreicht werden.
- **Standardisierung und Anpassung an den Standard:** Die Definition eines Standards für den zwischenbetrieblichen Datenaustausch, der branchenweit Anwendung finden sollte, war eine Kernaufgabe innerhalb des Projektes. Bestehende und gewachsene System- und Prozessstrukturen sowie Datenformate an einen vorgegebenen Standard anzugleichen, stellt für Unternehmen einen extrem kostenverursachenden Aufwand dar. Unternehmensinterne Anpassungen im Zuge einer branchenweiten Standardisierung werden lediglich bei eindeutigem Nachweis der Wirtschaftlichkeit oder bei starkem Wettbewerbsdruck durchgeführt. Die Bereitschaft der Konsortialpartner, von etablierten Systemen und Datenstandards abzuweichen, wurde schon während des Forschungsprojektes als gering eingestuft. Die **Definition eines einheitlichen und**

standardisierten Formates für den Datenaustausch wurde schon auf konzeptioneller Ebene im Forschungsprojekt zur Herausforderung und führte dazu, dass bedeutende Branchenvertreter ihre erklärte Teilnahme am Forschungsprojekt zurückzogen. Aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive ist die Verwendung eines Branchenstandards zielgerecht, da höhere Transparenz in Produktions- und Logistikprozessen zu Effizienzsteigerungen der Branche führen würden. **Unternehmen treffen Entscheidungen als einzelwirtschaftliche Institutionen, was einen Grund für zurückhaltende Investitionsentscheidungen darstellen kann.**

- **Kollaboration:** Die Einigung auf einen gemeinsamen Standard war ein erklärtes Ziel des Projektes, das alle Partner unterstützt haben. Die Bereitschaft, unternehmensspezifische Anpassungen vorzunehmen, von dem aktuell genutzten zum neuen Standard, war bei allen Partnern vorhanden, solange der neue Standard dem bisherigen nahekommt. Die **geringe Kompromissbereitschaft unter den Konsortialpartnern ist auf Ziele einzelwirtschaftlicher Unternehmen in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit zurückzuführen.** Diese können als Hemmnisse für die kollaborative Entwicklung von Innovationen im Bereich Industrie 4.0 identifiziert werden.

#### Zwischenfazit

Im Forschungsprojekt RFID-based Automotive Network – RAN wurden erfolgreich Lösungen für einen lieferkettenübergreifenden Informationsaustausch entwickelt, welche eine intelligente Materialfluss- und Auftragssteuerung unterstützen. Jedoch blieb die Weiterentwicklung zu einer branchendurchdringenden Innovation aus. Die ganzheitliche Nutzung der entwickelten Lösung für den kollaborativen Informationsaustausch über mehrere Partner in einer Lieferkette findet in der Branche aktuell nicht statt oder nur teilweise in ausgewählten Lieferketten und in Anlehnung an den RAN-Standard.

Der noch ausbleibende Transfererfolg kann unter anderem auf die Verfolgung einzelwirtschaftlicher Interessen der Branchenvertreter zurückgeführt werden. Fehlendes gemeinschaftliches Engagement und die Fokussierung auf Unternehmensinteressen führte zu geringer Kompromissbereitschaft unter den Konsortialpartnern bei der Bestimmung von benötigten (Daten-)Standards. Die Entwicklung des angestrebten Branchenstandards für den Informationsaustausch entlang von Lieferketten konnte somit nicht ganzheitlich umgesetzt werden.

Investitionen für die Weiterentwicklung und den Einsatz von innovativen Lösungen werden in Unternehmen und Institutionen

dann getätigt, wenn ein Mehrwert erwartet wird. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen haben den Mehrwert der Lösung aufgezeigt. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen setzten voraus, dass die Technologie bereits vorhanden ist und fokussierten auf die Einführung und Betrieb der Lösungen. Das mit der Entwicklung zu einer ausgereiften Technologie einhergehende Investitionsrisiko blieb unberücksichtigt und wirkte sich negativ auf die Bereitschaft zur Weiterentwicklung einer ganzheitlichen und branchendurchdringenden Lösung aus.

In zukünftigen FuE-Projekten ist verstärkt die kontinuierliche Bewertung der nach Projektabschluss verbleibenden Investitionskosten und der erzielbaren Mehrwerte für die einzelnen Branchenvertreter zu fokussieren. Sollte der potenzielle Mehrwert in bestimmten Projektphasen nicht mehr erkennbar sein, ist innerhalb des Forschungskonsortiums eine Anpassung der Ziele zu diskutieren.

### 3.2.3 Cyber-physische Produktionssysteme – CyProS

**Fördermittelgeber:** BMBF

**Projektvolumen:** 10,4 Millionen Euro

**Projektlaufzeit:** 09/2012 – 09/2015

**I4.0-Themenfeld:** Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme, Referenzarchitektur und Sicherheit vernetzter Systeme

**Betrachtungsebene:** Standort- und Systemebene

**Projekttyp:** Zweckorientierte angewandte Forschung mit Prototypenentwicklung

**Projektpartner:**

- OEMs/Zulieferer: BMW AG, Siemens AG, Trumpf Werkzeugmaschinen GmbH, Wittenstein AG
- IT/Software: All in One GmbH, Cognidata GmbH/GFFT, IS Predict GmbH, ITQ GmbH, Salt Solutions GmbH, Software4production GmbH
- Logistik/sonstige Berater: All in One GmbH, DHL Freight GmbH, ifp Consulting GmbH, Scheer Management GmbH
- Technologie: Giesecke Devrient GmbH, Röhm GmbH, SemVox GmbH
- Wissenschaft: BIBA, DFKI SB, DFKI KL, Fraunhofer RMV/IGCV, TU München iwB

#### Motivation

Das hochkomplexe Forschungsprojekt Cyber-physische Produktionssysteme (CyProS) war eines der ersten großen Forschungsprojekte, das vom BMBF im Zusammenhang mit dem Begriff



der Industrie 4.0 gefördert wurde. Der Hintergrund von CyProS waren die zunehmende Volatilität und Unvorhersehbarkeit in der Produktion sowie der zunehmende Wettbewerbsdruck, welche für produzierende Unternehmen große Herausforderungen darstellen. Um diese zu bewältigen, bedarf es einer schnellen, zuverlässigen und aufwandsarmen Anpassung von Produktionsanlagen und -prozessen an neue Produkte und Produktvarianten, welche zudem die erforderliche Erhöhung der Produktivität realisieren. Diese Stellhebel zur Produktivitätserhöhung stellen vorwiegend organisatorische Aspekte dar, deren Realisierung durch folgende Ursachen erschwert werden:

- Fehlkonfiguration von Komponenten und Betriebsmitteln beim Rüsten von Maschinen und Produktionsinseln
- Defizite in der Planung und Steuerung von Produktions- und Logistikprozessen aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit von Betriebsmitteln und Produktionsressourcen
- Verluste bei der Migration von bestehenden Produktionssystemen hin zu neueren Produktionssystemen
- Anpassungsgeschwindigkeit von Geschäftsprozessen an neue Anforderungen

Einen vielversprechenden Ansatz zur Vermeidung beziehungsweise Reduzierung dieser Ursachen stellen innovative Technologien vor dem Hintergrund der Industrie 4.0 dar. CyProS verfolgte das übergeordnete Ziel, ein repräsentatives Spektrum Cyber-physischer Systemmodule wie CPS-Spannzeuge, CPS-Antriebe, CPS-basierte Steuerungssoftware etc. zu entwickeln und eine konzeptionelle und methodische Basis für deren Betrieb in realen Produktionsumgebungen zu schaffen. Zur Realisierung dieser Ziele wurden daher folgende vier Teilziele abgeleitet:

- **Allgemeingültige Referenzarchitektur:** Die Referenzarchitektur befähigt die Nutzung verschiedener Technologien zur Machine-to-Machine (M2M)-Kommunikation. Zudem ermöglicht sie eine Ad-hoc-Vernetzung, Selbstkonfiguration und Selbstoptimierung von CPS in der Produktion. Daher ist eine Referenzarchitektur die zwingende Voraussetzung zur Integration von Querschnittstechnologien (Hardware und Software) auf Basis von CPS in die Produktion.
- **Methoden zur Planung und Steuerung in Cyber-Physischen Produktionssystemen (CPPS):** Auf Basis der Referenzarchitektur für CPS mit ihren Fähigkeiten zur Ad-hoc-Vernetzung, Selbstkonfiguration und Selbstoptimierung lassen sich sowohl Produktionsprozesse als auch Logistikprozesse adaptiv und in Echtzeit planen sowie steuern. Dazu sind jedoch auch neuartige Planungs- und Steuerungsmethoden

notwendig, die zu entwickeln sind. Durch die Kopplung der innovativen Methoden mit modellbasierten Simulationsverfahren und Echtzeitdaten lässt sich das zukünftige Systemverhalten prognostizieren. Dadurch können sich CPPS präventiv und dynamisch auf veränderte Rahmenbedingungen einstellen.

- **Strategien und Konzepte zur Entwicklung, Einführung und zum Betrieb von Cyber-physischen Produktionssystemen:** Aufgrund der Neuheit von CPS in produzierenden Unternehmen und dem Mangel an konkreten Erfahrungswerten zu ihrer Einführung soll in CyProS ein Leitfaden zur Einführung von CPS erarbeitet werden. Dieser umfasst neben einem Best-Practice-Guide auch Vorgehensmodelle zur Migration bestehender Produktionsressourcen und Produktionssysteme hin zu CPPS. Auch Qualifizierungskonzepte zur Befähigung der Mitarbeitenden im Umgang mit CPPS in Produktionsunternehmen sind ein zentraler Bestandteil dieses Teilziels.
- **Realisierung, Integration und Evaluation von Cyber-physischen Produktionssystemen in einer Schaufensterfabrik:** Damit die innovativen FuE-Ergebnisse eine breite Aufmerksamkeit erfahren und Produktionsunternehmen für die Potenziale von Industrie 4.0 sensibilisiert werden, sind die FuE-Ergebnisse der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Dazu wird innerhalb von CyProS eine sogenannte Schaufensterfabrik genutzt. Die Schaufensterfabrik als Marketinginstrument bietet zudem den Vorteil der Evaluation der gewonnenen Produktivität und Flexibilität.

Wie einleitend bereits erwähnt, stellt CyProS aufgrund der Gesamtzielsetzung aber auch wegen der Projektgestaltung ein hochkomplexes Forschungsprojekt dar. Aus diesem Grund und mangels eines Vorgehensmodells zur effizienten Unterstützung der Teilziele wurde zudem das Teilziel der Entwicklung eines entsprechenden Vorgehensmodells für gleichartige Projekte definiert.

#### Projektgestaltung

Zur effizienten Bearbeitung der vielfältigen und anspruchsvollen Projektaufgaben wurden nach dem Projektstart fünf Umsetzungscluster gebildet und 52 Arbeitspakete (AP) diesen zugeordnet. Es gab jeweils ein Cluster für die Referenzarchitektur (6 AP), Produktion (15 AP), Logistik (12 AP), Umsetzungsmethoden und Umsetzungstechnologien (6 AP) sowie Schaufensterfabrik (11 AP). Eine nähere Beschreibung der Umsetzungscluster findet sich im Projektbuch *Intelligente Vernetzung in der Fabrik*.<sup>125</sup> Zur Realisierung der Projektziele wurden 15 Anwendungsfälle definiert, um zum einen die heterogenen Anforderungen unterschiedlicher

Produktionsumgebungen an CPPS zu erfassen und im Rahmen der Entwicklungen zu berücksichtigen und zum anderen eine durch digitale Technologien unterstützte Fertigung in vielfältigen potenziellen Einsatzfeldern zu erproben und zu demonstrieren.

#### Bewertung des Projekt- und Transfererfolgs

Nachfolgend werden die identifizierten Einflussfaktoren (Treiber und Hemmnisse)<sup>126</sup> vorgestellt und diskutiert. Grundsätzlich beziehen sich diese auf das gesamte Forschungsprojekt. Vereinzelt werden jedoch Treiber und Hemmnisse anhand eines konkreten Teilprojekts innerhalb von CyProS analysiert.

Die Analyse von CyProS hat gezeigt, dass eine Vielzahl innovativer Ergebnisse entstanden ist. Wie aus dem Projektbuch hervorgeht, wurden in allen Teilprojekten (Referenzarchitektur, Produktion, Logistik, Umsetzungsmethoden und Umsetzungstechnologien sowie Schaufensterfabrik) verschiedene Konzepte und Lösungen entwickelt, wobei sich die meisten Ergebnisse den Bereichen der Produktionsplanung und -steuerung sowie der Fertigung zuordnen lassen. Folgende Einflussfaktoren wurden in CyProS identifiziert:

- **Personen/Persönlichkeiten:** Das Thema Industrie 4.0 wurde unter anderem durch Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhardt, Prof. Dr. Wolfgang Wahlster, Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke, Prof. Dr.-Ing. Bernd Scholz-Reiter und Dr.-Ing. E.h. Manfred Wittenstein vorangetrieben. Dazu haben sie mehrfach auf Veranstaltungen und in diversen Interviews für die großen Potenziale von Industrie 4.0 geworben. Ihre fachliche Kompetenz und das umfassende Marketing trugen voraussichtlich dazu bei, dass das Interesse für das Thema Industrie 4.0 mobilisiert werden konnte.
- **Projektmanagement:** Das Projektmanagement wurde unter anderem durch eine Projektleitung realisiert, die das Projekt sehr zielorientiert und transparent führte. Aufgrund dieser Tatsache wurde CyProS wie geplant beendet und alle Projektziele in dieser Zeit erfolgreich realisiert. Darüber hinaus erhielt CyProS durch die Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement GPM für das Jahr 2016 einen Preis für sein Projektmanagement.<sup>127</sup>
- **Motivation:** Die Bedeutung des Einflussfaktors Personen/Persönlichkeiten hat sich auch bei der Entwicklung und Verwertung des FuE-Ergebnisses eines interaktiven Handbuchs für Cyber-physische Produktionssysteme gezeigt. Während der Projektlaufzeit wurde dieses Ergebnis auf verschiedenen Veranstaltungen wie auch der Hannover Messe im Jahr 2015 vorgestellt, konnte jedoch zu diesem Zeitpunkt den vielfältigen Anforderungen der verschiedenen Unternehmen noch nicht gerecht werden. Aufgrund der hohen Motivation und Zielstrebigkeit sowie des großen Fleißes zweier Forschungsmitarbeitender wurde das FuE-Ergebnis binnen eines weiteren Jahres zu einer sehr hohen Entwicklungsreife gebracht, sodass es Ende 2016 vor der Einführung in das erste Unternehmen stand.
- **Projektziele:** Ein weiterer förderlicher Aspekt für den Transfer von Ideen zur Adaption von Industrie 4.0 war das Projektziel zum Aufbau einer „Schaufenster-Fabrik“ (siehe Teilprojekt 4). Diese wurde bei dem Konsortialführer Wittenstein AG eingerichtet. In der „Schaufenster-Fabrik“ konnten verschiedene Projektergebnisse pilothaft implementiert und einer großen Zahl von Besuchenden präsentiert werden. Die gewählte Darstellungsform von Ergebnissen mittels einer Demonstrationsumgebung verspricht eine nachhaltigere Wirkung, da sich der Nutzen komplizierter Sachverhalte beziehungsweise Lösungen einfacher transportieren lässt.
- **Komplexität:** Die Komplexität war in CyProS sehr ausgeprägt und wurde nicht nur durch den Innovationsgrad des Themas Industrie 4.0 und die damit einhergehenden Schwierigkeiten für die Forschungsgruppen verursacht. Zur Komplexität haben auch die vielen Projektpartner und die zum Teil konkurrierenden Unternehmensziele beigetragen. Positiv hervorzuheben sind hierbei die eingeleiteten Projektmanagementmaßnahmen zur Komplexitätsreduktion. So wurde bereits zu Projektbeginn diese Herausforderung erkannt und die zuvor geplante Projektstruktur durch eine dezentrale Projektmanagementorganisation angepasst, die zum Teil die hohe Komplexität beherrschbar machte. Ermöglicht wurde dies aber auch durch die hohe Projektmanagement-Kompetenz der/des Projektleitenden.
- **Unternehmensziele/Kooperationsausgestaltung:** Trotz der zielorientierten Partnerauswahl vor Beginn des Projektes hat sich die Konsortiumsgröße punktuell als ein Hemmnis herausgestellt, da die involvierten Konsortialpartner ihre eigenen Unternehmensziele verfolgten und daraus verschiedene Anforderungen an die konkreten Projektergebnisse ableiteten. So konkurrierten die Unternehmensziele zum Teil en detail untereinander oder mit den Projektzielen. Da diese Abweichungen zu einer sehr frühen Projektphase aufgrund des Frontloadings der Ziel- und Anforderungsanalyse identifiziert wurden, wurde diesem Sachverhalt mit einer Umstrukturierung der Arbeitsgruppen entgegengesteuert. Da

126 | Das Forschungsprojekt CyProS ist nach der Definition der Deutschen Gesellschaft für Projektmanagement GPM ein hochkomplexes Forschungsunternehmen [Reinhart 2015, S. 38 ff.]. Diese Einschätzung wird unter anderem durch die vielen Projekte, die CyProS umfasst, untermauert. In Anlehnung an das Interview zur Analyse von CyProS wurde betont, dass jedes AP des Projekts als ein Projekt definiert werden kann.

127 | Vgl. Fraunhofer IGCV 2017.



die anschließenden Projektphasen effizient abgewickelt und alle angestrebten Projektziele erreicht wurden, ist die positive Wirkung des Frontloadings der Ziel- und Anforderungsanalyse hervorzuheben.

#### Zwischenfazit

CyProS ist ein hervorragendes Beispiel für ein hochkomplexes Forschungsprojekt, da es innovative Lösungsansätze aufgreift und in die Anwendung überführt, verschiedene Anwendungsfälle und Forschungspartner umfasst sowie vielfältige Teilziele verfolgt. Wie die Projektanalyse gezeigt hat, sollte in FuE-Projekten auch auf die gezielte Ausgestaltung der Einflussfaktoren Marketing, Projektmanagement und Kooperationsausgestaltung geachtet werden. Um das Bewusstsein der Öffentlichkeit für neue, revolutionäre Ansätze zu wecken, eignen sich neben zahlreichen Auftaktveranstaltungen auch Schaufensterfabriken und Prototypen. Die beiden letztgenannten Beispiele fördern das Nutzenverständnis besonders. Die Wahl eines dezentralen Projektmanagements zur Komplexitätsreduzierung und intensiven Einbindung der Projektmitarbeitenden hat sich als ein großer Erfolg erwiesen. Daher sollte in FuE-Projekten mit ähnlicher Komplexität geprüft werden, ob und inwieweit ein dezentraler Projektmanagement-Ansatz Anwendung finden kann.

### 3.2.4 Selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität in Cyber-Physischen-Systemen – KapaflexCy

**Fördermittelgeber:** BMBF

**Projektvolumen:** 5,5 Millionen Euro

**Projektlaufzeit:** 09/2012 – 09/2015

**I4.0-Themenfeld:** Arbeitsorganisation

**Betrachtungsebene:** Standort- und Systemebene

**Projekttyp:** Zweckorientierte angewandte Forschung mit Prototypenentwicklung

**Projektpartner:**

- OEMs/Anwendungspartner: BorgWarner, Introbest GmbH & Co. KG, seca GmbH & Co. KG, Brucker
- IT/Lösungspartner: Trebing & Himstedt Prozeßautomation GmbH & Co. KG, SAP SE, Kaba Gruppe
- Logistik: Flughafen Stuttgart
- Wissenschaft: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Universität Stuttgart

#### Motivation

Für eine kundenspezifische Produktion müssen Unternehmen ständig dynamischer, wandlungs- und anpassungsfähiger

werden. In diesem Kontext gewinnt nicht nur die Flexibilität von technischen Einrichtungen stetig an Bedeutung, sondern auch die Flexibilität des eingesetzten Personals. Personalplanung und -einsatz erfolgt in der Praxis meist durch mündliche Absprachen von Mitarbeitenden und Vorgesetzten. Die Koordination von An- und Abwesenheitszeiten erfolgt in der Regel noch manuell und ist mit hohem Planungs- und Koordinationsaufwand verbunden.

Das Ziel des Forschungsprojektes KapaflexCy war die Entwicklung von Methoden und Konzepten zur Steigerung der Flexibilität von Personalkapazitäten für das Produktions- und Montageumfeld. In Anlehnung an die Entwicklung Cyber-Physischer Systeme sollte ein System für die flexible Personalplanung im Produktionsumfeld entwickelt werden. Dieses sollte die Einsatzbereitschaft der Mitarbeitenden dezentral über ein mobiles Endgerät abfragen und auf einer zentralen Plattform konsolidieren, um die Einsatzsteuerung teilweise zu automatisieren. Die zu entwickelnden Lösungen sollten die Selbstorganisation der Personalplanung unterstützen. Flexibilisierungsbedarfe sollten bestimmt und Kommunikationsverhalten sowie die Kapazitätssteuerungsprozesse für die Produktion analysiert werden. Für die Kapazitätsbewertung, Einsatzgenerierung und die mobile Einsatzbestimmung galt es entsprechende Methoden zu entwickeln. Fokussiert werden sollte die Entwicklung einer Plattform zur Kapazitätsabstimmung für den Personalbedarf. Dafür sollte ein Werkzeug entwickelt werden, mit dem Mitarbeitende über mobile Endgeräte ihren Einsatz selbstverantwortlich an den dynamischen Bedarf anpassen können. Durch individuelle Abstimmung der Arbeitszeiten sollte der Ausgleich zwischen Arbeit, Familien und Freizeit besser gelingen und somit sollte die Motivation der Beteiligten erhöht werden. In KapaflexCy wurde nicht die Entwicklung von neuen Technologien fokussiert, sondern es wurden bekannte technologische Komponenten wie Echtzeit-CPS-Daten, Mobilgeräte und Web-2.0-Technologien als Grundvoraussetzung für die Umsetzung und Erprobung der entwickelten Methoden genutzt. Schon im Forschungsantrag wurde die Entwicklung eines Prototyps als festes Ziel definiert sowie dessen Erprobung in drei Anwendungsfällen in produzierenden Industrieunternehmen festgelegt.

Die Entwicklung des Cyber-Physischen Systems zur flexiblen Kapazitätssteuerung setzte sich aus mehreren Teilzielen zusammen:

- User Interface
- Serverarchitektur und Cloud
- Datenschnittstellen
- Authentifizierungskonzept
- Datenmodell

- Benutzerrollen: Personalplanende und Mitarbeitende (Produktion/Montage)
- KapaflexCy Cockpit
- Regel-Engine: (halb-)automatische Unterstützung der/des Planenden
- Stellhebel für die Akzeptanz von Kapazitätsflexibilisierung

### Projektgestaltung

Das Projekt fokussierte die Entwicklung von Methoden und Vorgehen für eine selbstorganisierte Personalplanung, allerdings war die Entwicklung einer prototypischen Umsetzung fest in den Zielen verankert. Da ein Prototyp für ein Cyber-Physisches System entwickelt werden sollte, wurden klassische Methoden aus der Softwareentwicklung für die Gestaltung der Projektstruktur gewählt. Das Spiralmodell und die SCRUM-Methode wurden für das Projektmanagement angewendet. Die Entwicklung der Systemlösung sollte innerhalb von sechs Phasen (Spiralzyklen) umgesetzt werden. Die Phasen hatten eine Dauer von vier Monaten und waren an den Zyklus der Konsortialtreffen angelehnt. Ziel jeder Phase war es, eine neue Version der Software zu entwickeln und diese im Konsortialtreffen vorzustellen. Somit erfolgten ein gemeinschaftlicher Review der jeweils verfügbaren Version sowie die Diskussion und Planung von Anforderungen für die nächste Entwicklungsstufe. Während der Arbeitsphasen kamen detailliertere Reviews mit den Anwendungspartnerinnen und -partnern sowie technische Workshops zum Tragen. Innerhalb der viermonatigen Entwicklungsphasen fanden zweiwöchige Sprints bei der Entwicklung statt. Im Entwicklungsteam gab es entsprechend alle zwei Wochen eine Telefonkonferenz zur Abstimmung des Arbeitsstandes. Als unterstützendes System für das Software-Projektmanagement wurde das webbasierte Projektmanagement-Werkzeug TRAC eingesetzt.

### Bewertung des Projekt- und Transfererfolgs

Im Ergebnis des Forschungsprojekts lag ein funktionsfähiger Prototyp für eine flexible und selbstorganisierte Personalplanung mit dem Namen „KapaflexCy, SchichtCockpit und SchichtApp“ vor. Personalplanende und Mitarbeitende nutzen eine zentrale cloudbasierte Datenhaltung, in welcher die Verfügbarkeit der Mitarbeitenden mit den bestehenden Personalbedarfen abgeglichen wird.

Die prototypisch umgesetzte Lösung beruht auf der cloudbasierten Anwendungsplattform SAP HANA Cloud Platform, der Platform-as-a-Service (PaaS)-Lösung von SAP. Diese Ausführungsumgebung für Anwendungen ist schnell einführbar, benötigt nur einen geringen administrativen Aufwand und kann ohne Anschaffung von Hard- und Software genutzt werden. Als

Datenbank wurde die SAP HANA genutzt, welche eine redundante und eigenständige Datenhaltung sicherstellt. Der Prototyp ist eine autarke Cloud-Solution, die keine direkte Verbindung zu den Informationssystemen der Anwenderunternehmen aufweist. Der Datenaustausch erfolgt über Excel-Dateischnittstellen. Für Personalplanende existiert ein webbasierter Zugriff auf die Anwendung und auf die zentrale Planungseinheit (KapaflexCy-Cockpit). Mitarbeitende pflegen ihre Einsatzverfügbarkeiten über ein mobiles Endgerät in die KapaflexCy SchichtApp ein. Eine hinterlegte Regelbasis unterstützt Personalplanende (halb-)automatisch bei der Auswahl von Mitarbeitenden für die entsprechenden Bedarfe. Die Regelbasis enthält Regeln zur Priorisierung geeigneter Mitarbeitender und gibt als Ergebnis eine Einstufung der Eignung verfügbarer Mitarbeitender in einer persönlichen Bewertungssystematik aus.

Die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt wurden aus wissenschaftlicher Perspektive in Form von schriftlichen Veröffentlichungen sowie durch die Vorstellung des Themas auf Konferenzen und Messen verbreitet. Das Fraunhofer IAO arbeitet fortführend an der Weiterentwicklung der Ergebnisse. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde der entwickelte Prototyp in drei Industrieunternehmen erprobt. Aufgrund der sehr guten Funktionsfähigkeit der Lösung und des andauernden Bedarfs des anwendenden Unternehmens wurde der Prototyp über die Dauer der geplanten Testphase im Unternehmen eingesetzt. Die Lösung basierte noch auf einer prototypischen Version und war in der Testphase noch nicht zu einem marktfähigen Produkt entwickelt worden. Somit existierten keine Lizenzbestimmungen für die Verwendung und keine Support-Strukturen für den Einsatz der Lösung. Für das Projekt KapaflexCy ergeben sich typische Herausforderungen für den Transfer der Ergebnisse:

- **Darstellung der Wirtschaftlichkeit:** Während der Nutzen und Mehrwert der anwendbaren Lösung aus qualitativer Perspektive klar dargestellt werden kann und kommuniziert wird, ist ein eindeutiger wirtschaftlicher Nutzen weniger klar zu beziffern. **Die Business-Case-Rechnungen der interessierten Unternehmen fallen nicht eindeutig aus**, was den Technologietransfer in der Industrie aktuell noch einschränkt. Hersteller und Softwareunternehmen sind an der Entwicklung von verkaufsfähigen Produkten und Diensten interessiert. Die Lösungsentwicklung wird allerdings erst angestoßen, wenn sich die Verbindlichkeit der Nachfrage einer potenziellen Kundschaft erhöht.
- **Einbettung der Lösung in bestehende Systeme und Prozesse:** Die **Einbindung der neuen Lösung in eine gesamthafte Flexibilisierungsstrategie**, sowohl konzeptionell als auch in



Bezug auf die Integration in betriebliche Informationssysteme, ist bei vielen Unternehmen offen und nur mittelfristig abbildbar. Dieser Prozess wurde aber im Rahmen des Forschungsprojektes bei vielen Projektpartnern angestoßen.

- **Datensicherheit und Betriebsrat:** Während des Projektes wurde Kritik von **Betriebsräten** bezüglich der Themen Datensicherheit und Gerechtigkeit beim Personaleinsatz als Herausforderung identifiziert. Diese Themen wurden in offenen Diskussionen zwischen Projektvertreterinnen und -vertretern sowie Betriebsräten adressiert. Die Kritik zum Thema Datensicherheit durch Nutzung unternehmensfremder Informationssysteme wurde anerkannt. Allerdings wurde aufgezeigt, dass Mitarbeitende vermehrt privat Soziale-Medien-Anwendungen wie „Doodle“ oder „WhatsApp“ zur Abstimmung ihrer Schichteinsätze nutzen. Die private Kommunikation über Dienste, deren Server außerhalb von Deutschland positioniert sind, erscheint den Projektmitwirkenden als größeres Risiko einer potenziellen Datenfreisetzung. Aus freien Daten könnten Rückschlüsse auf die aktuelle Auftragslage und die Personalauslastung eines Unternehmens gezogen werden. In diesem Fall argumentierten Projektmitarbeitende, dass beispielsweise eine cloudbasierte Datenaustauschlösung von SAP als sicherer einzustufen sei. Bezüglich des Themas Gerechtigkeit bei der Personaleinsatzplanung wurde die Entwicklung von Regeln für die Personalauswahl forciert. Zusätzlich konnte während des Projektes festgestellt werden, dass Mitarbeitende ein hohes Interesse an Zusatzschichten aufwiesen, da diese in der Regel höher vergütet werden.
- **Eindeutigkeit der Zielsetzung:** Als klare Treiber für den Projekterfolg wurden eine sehr klar **definierte und eindeutige Zielsetzung sowie eine klare Abgrenzung des Anwendungsfalls** identifiziert. Der Fokus lag auf der Entwicklung von Vorgehen und Methoden für die flexible und echtzeitnahe Personalplanung bei der Vergabe von Zusatzschichten in der Produktion oder Montage von Industrieunternehmen. Die Entwicklung einer prototypischen Anwendung sowie die Erprobung nach zwei Entwicklungsjahren in drei Anwendungsfällen der Praxis waren von Beginn an fest eingeplant.
- **Moderne Projektmanagement-Methoden:** Die Nutzung von Projektmanagement-Methoden aus der Softwareentwicklung und die **Einbindung von Praxispartnern unterstützen ein iteratives, aber konsequentes Vorgehen. Viele Feedback-Schleifen mit dem Konsortium und einem Industriekreis führten zu schnellen Verbesserungen des Prototyps.** Im Vergleich zu anderen Forschungsprojekten, in denen verschiedene Arbeitsgruppen gegebenenfalls an der Entwicklung diverser Prototypen arbeiten, wurden in KapaflexCy alle Kapazitäten genutzt, um an einer klar definierten Lösung

mitzuwirken. Im Kooperationsvertrag war die Verwendung von existierenden Anwendungen von Praxispartnern aus dem Konsortium zugelassen. Somit unterstützt beispielweise der Einsatz von SAP-Lösungen die Entwicklung der prototypischen Anwendung und wird als Erfolgsfaktor für das Projekt genannt. Die Zusammensetzung des Konsortiums trug ebenfalls zum Projekterfolg bei. Da die Entwicklung durch einen führenden Technologiepartner wesentlich geprägt war, konnten Konflikte bezüglich der Technologie und Softwareauswahl zur Umsetzung der Lösung vermieden werden.

- **Marktorientierung durch Einbindung eines Industriekreises:** Weiterhin kann ein **projektbegleitender Industriekreis**, welcher auch nach Ende des Projekts fortbesteht, als erfolgunterstützender Faktor identifiziert werden. Großes Interesse an der Lösung führte dazu, dass ein **Unternehmen nachträglich als assoziierter Testpartner mitwirkte und als Anwendungspartner wertvolle Erfahrungen machte und zur Entwicklung der Lösung beitrug.**

#### Zwischenfazit

Im Forschungsprojekt KapaflexCy wurde mit dem SchichtDoodle ein Cyber-Physisches System entwickelt, welches eine flexible Personalplanung ermöglicht. Der entwickelte Prototyp stellt den Personalplanenden Verfügbarkeitsinformationen der Mitarbeitenden auf einer cloudbasierten Plattform bereit. Die Mitarbeitenden geben eigenständig und dezentral über ihre Endgeräte an, für welche Schichten sie zu Verfügung stehen. Durch weitere Planungsunterstützung und hinterlegte Regelungen für die Einsatzplanung wird der Personaleinsatz durch diese innovative Methode unterstützt.

Die prototypische Anwendung in Unternehmen war mit Erfolgen und positiven Rückmeldungen verbunden. Eine branchenweite Durchdringung der Lösung ist zum aktuellen Stand jedoch noch nicht zu verzeichnen. Wie bei anderen Forschungsprojekten sind die Quantifizierung des potenziell erzielbaren Mehrwerts sowie die damit in Verbindung stehenden Investitionsrisiken für potenzielle Entwickler und Anwender in der Branche nicht eindeutig quantifizierbar. Somit entsteht eine negative Wirkung auf die Investitionsbereitschaft potenzieller Nutzer. Es lässt sich erkennen, dass die kontinuierliche Bewertung von potenziell erzielbarem Mehrwert und Investitionskosten in zukünftigen Forschungsprojekten beziehungsweise in Vorbereitung auf den Transfer eine zunehmende Rolle einnehmen sollte.

Als wesentliche Treiber für die erfolgreiche Entwicklung des Prototyps lassen sich die sehr klare und fokussierte Zielsetzung des Forschungsantrags und die damit mögliche unmittelbare

Bearbeitung identifizieren. Die Zusammenarbeit aller Beteiligten an einer konkreten Fragestellung und die frühzeitige Einbindung von Interessensgruppen (Betriebsräten) trugen zur intensiven Auseinandersetzung mit transferrelevanten Fragestellungen bei. Der projektbegleitende Industriekreis ermöglichte eine kontinuierliche und anwendungsbezogene Verbesserung des Prototyps, erzeugte Aufmerksamkeit für Projekt und Entwicklungen und ergänzte das Konsortium um relevante Partner. Diese Treiber können als Best-Practice-Maßnahmen für andere Forschungsprojekte dienen.

### 3.2.5 Robust and Reliant Automotive Computing Environment for Future eCars – RACE

**Fördermittelgeber:** BMWi

**Projektvolumen:** 19,5 Millionen Euro (davon circa 10 Millionen Förderung)

**Projektlaufzeit:** 01/2012 – 02/2015

**I4.0-Themenfeld:** Querschnittstechnologien

**Betrachtungsebene:** Produktebene

**Projekttyp:** Zweckorientierte angewandte Forschung mit Prototypenentwicklung

**Projektpartner:**

- OEMs/Zulieferer: Siemens AG, TRW Automotive Inc.
- IT/Software: AVL Software and Functions GmbH
- Wissenschaft: Fortiss GmbH, TU München, TU Stuttgart (ILS), Fraunhofer AISEC, RWTH Aachen (ACSI/ISEA)

#### Motivation

Das Verbundprojekt Robust and Reliant Automotive Computing Environment for Future eCars (RACE) wurde durch die Feststellung motiviert, dass heutige, aber vor allem zukünftige (Elektro-)Fahrzeuge immer mehr Komponenten umfassen werden, die die Sicherheit und den Komfort beim Fahren erhöhen. Zu nennen sind hier zum Beispiel Fahrerassistenzsysteme, Abstandsregel-Tempomaten sowie Infotainment-Funktionen. Es ist absehbar, dass die heutige IKT-Architektur für die avisierte zukünftige Entwicklung von Fahrzeugen nicht hinreichend geeignet ist. So lassen sich beispielsweise neue Fahrzeugfunktionen, die nicht bereits bei der Herstellung integriert wurden, wegen der Vielzahl der Abhängigkeiten zu anderen Funktionen und Steuergeräten kaum nachträglich erweitern. Der Wandel in der Automobilindustrie von konventioneller hin zur Elektromobilität bietet daher auch die Chance, die IKT-Architektur grundlegend

zu verändern und zu verbessern. Ein wesentliches Ziel ist es dabei, Updates und neue Funktionalitäten sowohl während der Herstellung als auch im Fahrzeugbetrieb mit geringem Aufwand einführen zu können.

Das Ziel von RACE war es entsprechend, eine neue IKT-Architektur für (Elektro-)Fahrzeuge zu entwickeln und prototypisch umzusetzen, die eine einfache Integration neuer Funktionen ermöglicht. Wie Abbildung 10 zeigt, soll zur Umsetzung des Projektziels eine Vereinigung aller Funktionen auf wenigen zentralen Rechnern mit einem Bussystem erreicht werden.<sup>128</sup> Mit diesem Ansatz lassen sich neue Funktionen überwiegend als Software beziehungsweise durch Plug&Play wie im Fall einer Hardwareerweiterung eines PCs realisieren, wodurch verschiedene Verkabelungen etc. entfallen können.

Zur Erreichung des übergeordneten Projektziels wurden folgende Teilziele definiert:

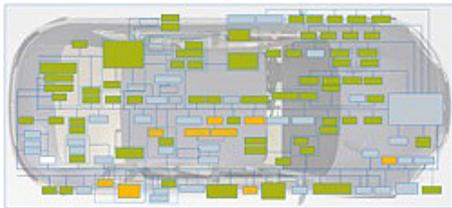
- **Reduktion der Komplexität der IKT-Architektur durch eine einheitliche, offene Basisplattform:** Die evolutionäre Entwicklung der Fahrzeug-IKT-Architektur hat eine höchst komplexe und heterogene IKT-Architektur hervorgebracht. Um eine Reduktion auf die notwendige Komplexität zu ermöglichen, muss die Architektur analog zu Entwicklungen in anderen Industriebereichen (PC, Automatisierungstechnik, Avionik) optimiert und konsolidiert werden. Ein Teilziel war daher eine skalierbare, einheitliche, offene und leicht erweiterbare Basisplattform und deren prototypische Umsetzung.
- **Unterstützung neuer, komplexer Funktionen durch die IKT-Architektur:** Ein wesentliches Projektteilziel war die Auslegung der IKT-Architektur, sodass zukünftig zu erwartende, neue hochkomplexe Funktionen wie (Teil-)Autonomie und Integration in eine intelligente Umgebung mit möglichst geringem Aufwand integriert werden können.
- **Plug&Play-Fähigkeit der IKT-Architektur:** Die Möglichkeit zur Nachrüstung von Fahrzeugen unter anderem im Infotainment-Bereich oder bei der Sensorik/Aktorik eröffnet den Automobilherstellern die Möglichkeit, die Wertschöpfung deutlich auf den gesamten Lebenszyklus auszudehnen. Somit war ein weiteres Projektteilziel die direkte Unterstützung von Plug&Play-Funktionalität durch die IKT-Architektur, insbesondere auch in Bezug auf sicherheitskritische Funktionen.
- **Zulassungsfähigkeit der IKT-Architektur:** Damit eine Übernahme der neuen IKT-Architektur von der Automobilindustrie möglich ist, ist eine Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf die Zulassungsfähigkeit

128 | Im rechten Bild sind zwei Bussysteme in Grün zu sehen. Die zweite redundante Ausführung dient der Erhöhung der Systemverfügbarkeit.



### Heute:

Führende deutsche Automobil OEMs bestätigen, dass die Anzahl der Steuergeräte in zukünftigen Fahrzeugen nicht weiter steigen wird

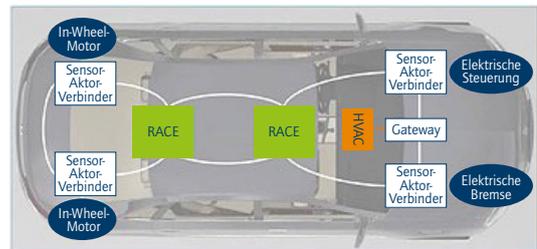


>100 Steuergeräte in Premiumfahrzeugen. Automobil OEMs ...

- ... beschäftigen sich mit der Herausforderung, Schlüsselfunktionen selbst zu meistern.
- ... ziehen in Erwägung eine Begrenzung einzuführen, die die Einführung weiterer Funktionen in Fahrzeugen limitiert.
- ... sind von (wenigen) Tier1-Zulieferern abhängig.

### Zukunft:

Möglichkeiten mit RACE



- Verkürzung E/E Entwicklungsprozess (ca. 30 %)
- Möglichkeit, neue Funktionen hinzuzufügen
  - à la Plug&Play
  - im After Sales
- Erlaubt Entwicklungen hin zum autonomen Fahren, welches alle Sicherheitsanforderungen erfüllt
- Reduktion der Anzahl der Steuergeräte
- Unterstützung von Funktionen mit hohen Sicherheitsanforderungen (z. B. Brake-by-Wire)

Abbildung 10: Zielsetzung RACE (Quelle: angelehnt an Kuhn 2015)

von besonderer Bedeutung. Zertifizierungsstandards zum Beispiel ISO 262622 müssen bei der Architekturauslegung von Anfang an berücksichtigt werden.

- **Aufzeigen eines Migrationspfades:** Für die Anwendbarkeit der neuen IKT-Architektur durch die Automobilindustrie ist das Aufzeigen eines Migrationspfades von der heutigen IKT-Architektur hin zur RACE-IKT-Architektur erforderlich.

### Projektgestaltung

Im Vorfeld des RACE-Projekts fanden verschiedene Aktivitäten statt, die hier knapp vorgestellt werden sollen. In mehreren EU-Verbundforschungsprojekten wurden unterschiedliche Ergebnisse entwickelt, die gezielt in RACE eingeflossen sind. Eine Vorstudie (Dauer circa sechs Monate) wurde zur Konkretisierung der Projektziele und des Projektplans durchgeführt, weiterhin wurde ein detaillierter Business Case zur Ermittlung des Potenzials der angestrebten Forschungsergebnisse entwickelt. Aufbauend auf diesen Vorarbeiten wurde zu einem frühen Zeitpunkt unternehmensintern und -extern für das Projekt geworben. Der Konsortialführer als Ideengeber warb unternehmensintern beispielsweise mit der Business-Case-Kalkulation für das RACE-Projekt und holte die Unterstützung des Vorstands ein. Unternehmensextern diskutierte der Konsortialführer die Potenziale durch einen vermehrten Einsatz von Software in Fahrzeugen bereits mehrfach mit dem BMWi.

An die Vorstudienphase schloss unmittelbar die Konsortiums-bildung und Kooperationsausgestaltung an. Im Rahmen der Konsortiums-bildung wurden die notwendigen Kompetenzen zur Projektdurchführung identifiziert und für das Projekt gewonnen. Ein Großteil der Partner war wie der Konsortialführer in München ansässig, wenige weitere Partner hatten einen abweichenden Standort zum Beispiel in Stuttgart oder Aachen. Die Ressourcenplanung sah vor, dass alle Mitarbeitende ausschließlich für das Project RACE eingesetzt wurden, um die Effizienz in der Projektdurchführung zu erhöhen.

Nennenswert sind auch die vielfältigen Aktivitäten der Marketingabteilung des Konsortialführers sowie die „Code-Camps“. Code Camps dienen dazu, Entwickler in einer neuen Umgebung zusammenzubringen, sodass ein konzentriertes Arbeiten möglich ist. Der Innovationsmanager formulierte für die Marketingabteilung einen Marketingauftrag mit dem Ziel, für die vielversprechenden Forschungsergebnisse zu werben, die anschließend (weitgehend) selbstständig für die Operationalisierung und Umsetzung des Auftrages sorgten. Im Rahmen von RACE wurden folgende Marketingmaßnahmen zur Außendarstellung des Projekts gewählt:

- Vorstellung des Projekts beim Vorstand und bei den obersten Führungskräften
- Koordination von Veröffentlichungen

- Projekthomepage
- Werbematerial
- Organisation von Messen

Hingegen wurden die Code-Camps organisiert, um die Motivation der Projektmitarbeitenden zu erhöhen sowie den Zusammenhalt in der Gruppe kontinuierlich zu stärken.

#### Bewertung des Projekt- und Transfererfolgs

RACE hat für die Automobilindustrie sehr wichtige FuE-Ergebnisse mit sehr hohem wirtschaftlichen Potenzial hervorgebracht und kann daher als sehr erfolgreiches FuE-Projekt betrachtet werden. Am Ende des FuE-Projektes ist es den Entwicklern gelungen, anhand von zwei Prototypen die Machbarkeit nachzuweisen. Die Gründe des Projekterfolgs sind vielfältig und können durch verschiedene Einflussfaktoren erklärt werden. Folgende Einflussfaktoren wurden als Treiber identifiziert:

- **Vorarbeiten:** Im Vorfeld von RACE wurden in verschiedenen internationalen FuE-Projekten wichtige Vorarbeiten geleistet, auf denen RACE aufsetzen konnte.
- **Innovationsmanagement:** Die Vorarbeiten wurden über viele Jahre hinweg durch ein Innovationsmanagement des Projektes und Konsortialführer begleitet beziehungsweise vorangetrieben. Diese Projekterfahrungen sowie tiefgreifende Kenntnis der automobilen Wertschöpfungskette aufgrund verschiedener Arbeitsstationen in der Automobilindustrie sind in RACE eingeflossen.
- **Vorstudie:** Die fokussierte Vorbereitung des Verbundvorhabens RACE war laut Aussage des Interviewpartners einer der entscheidenden Erfolgsfaktoren. Die Vorstudie wurde von der späteren Projektleitung selbst betreut.
- **Wirtschaftlichkeit:** Bereits in der Vorstudie wurde das hohe wirtschaftliche Potenzial der Projektergebnisse nachgewiesen. Der frühe Nachweis einer hohen Wirtschaftlichkeit hatte verschiedene Folgen. Die Unterstützung des Vorstands, der vermutlich die Bereitstellung ausreichender Ressourcen sowie die aktive Unterstützung und Beteiligung verschiedener Abteilungen und Mitarbeitender im Konzern förderte, konnte sehr früh eingeholt werden.
- **Projektziele und Projektplan:** Die intensive und detaillierte Ausarbeitung der Projektziele sowie des Projektplans förderte eine fokussierte, effiziente Projektdurchführung.
- **Marketing:** Das Marketing zur Unterstützung des Projekts und der Projektergebnisse wurde professionell und umfassend durch die Marketingabteilung des Konsortialführers gestaltet und organisiert. Unternehmensübergreifend wurden alle öffentlichen Auftritte und Aktivitäten durch die

Marketingabteilung koordiniert, so auch Veröffentlichungen, Messen oder die Gestaltung der Projekthomepage. Marketingaktivitäten beim Konsortialführer führten zu einer breiten Bereitschaft zur Projektunterstützung in Form personeller Unterstützung. Dies hatte unter anderem zur Folge, dass zeitweise bis zu zwanzig Mitarbeitende an dem Projekt arbeiteten.

- **Kompetenzen:** Alle im Projekt notwendigen Kompetenzen waren vorhanden, die Mitarbeitenden bewarben sich vielfach initiativ zur Mitarbeit als Folge der erfolgreichen Vermarktung des Projekts. Das Innovationsmanagement überzeugte sowohl durch fachliche als auch durch Managementkompetenz. Als Mehrwert für die Projektabwicklung wirkte auch, dass das Innovationsmanagement bereits in der Vorstudie an der Projektleitung beteiligt war.
- **Partnerstandorte:** Die Nähe der Projektpartner ermöglichte es, viele Arbeitstreffen aufwandsarm und in kurzen Abständen zu organisieren, mit positiver Wirkung auf die Projektdurchführung, da kurzfristig Projektfortschritte für alle Beteiligten sichtbar waren.
- **Ressourcen:** Alle notwendigen Ressourcen und personellen Kapazitäten waren vorhanden. Alle Projektmitarbeitenden konnten zu annähernd hundert Prozent in RACE arbeiten. Dieser Umstand wirkte sich positiv auf die Projektdurchführung aus, sodass sich die Mitarbeitenden auf das Projekt fokussieren konnten. Durch die frühzeitige Personalkapazitätsplanung konnte eine Fluktuation während der Projektlaufzeit vermieden werden.
- **Management der Projektdurchführung:** Für RACE wurde eine wöchentliche Regelkommunikation festgelegt und bis zum Ende des Verbundvorhabens sichergestellt. Durch die kurzyklische Regelkommunikation wurden Wartezeiten minimiert und notwendige Entscheidungen kurzfristig getroffen. Im Rahmen der Projektdurchführung wurden mehrere mehrtägige Code-Camps geplant, in denen die Entwicklerinnen und Entwickler verschiedener Partnerunternehmen gemeinsam Entwicklungsworkshops durchführten. Die Wahl der Veranstaltungsorte trug dabei stark zur Motivation der Mitwirkenden bei. Die intensive Zusammenarbeit förderte die projektübergreifenden Beziehungen.
- **Öffentliche Förderung:** Die Entwicklungen des Vorhabens stellten ein hohes Risiko für die einzelnen Projektpartner dar. Die öffentliche Förderung war daher ein wesentlicher Treiber zur Entwicklung der Projektergebnisse.

#### Zwischenfazit

Trotz der sehr guten Projektergebnisse konnte bisher kein unmittelbarer Technologietransfer der Projektergebnisse durch die Partner erreicht werden, da die Akzeptanz der Automobilbranche für



einen radikal neuen Ansatz, wie er in RACE verfolgt wurde, nicht hinreichend war. Das Verwertungsziel „Start der Serienproduktion in 2017“ konnte damit nicht realisiert werden. Die Vermarktung der Projektergebnisse mit dem Ziel des Wissens- und Erkenntnis-transfers in die Branche hat hingegen erfolgreich stattgefunden. Dies zeigt sich an den aktuell laufenden Entwicklungen der Zulieferer und OEMs auf diesem Themengebiet. Besonders hervorzuheben ist die Bedeutung der Vorstudie, des frühen Nachweises der Wirtschaftlichkeit, des hohen und kontinuierlichen Engagements des Innovationsmanagement sowie des professionellen Marketings. Daher sollte in FuE-Projekten geprüft werden, ob diese Best Practices adaptiert werden können.

### 3.3 Zusammenfassung

Die Analyse der FuE-Projekte zeigt, dass die Projekte im Kontext Automobillogistik sowie Industrie 4.0 sehr vielfältig sind. Die betrachteten Projekte unterscheiden sich hinsichtlich ihres Innovations-/Entwicklungsgrades, des Anwendungs-/Branchenfokus, der Konsortiumsgröße sowie ihrer interdisziplinären Zusammensetzung, der Betrachtungsebene und des fokussierten Industrie 4.0-Themenfeldes. Auch zeigt sich, dass keine klare Zuordnung von Einflussfaktoren zu einzelnen Projektcharakteristika möglich ist, beziehungsweise dass in dieser Hinsicht die Stichprobe zu gering ausfällt, als dass solche Rückschlüsse valide wären. Deutlich wird jedoch, dass auf die Projekte verschiedenartige Einflüsse wirken und im weiteren Verlauf der Umgang mit diesen Faktoren über dessen Wirkung als Treiber, Hemmnis oder neutraler Faktor in den Projekten entscheidet.

Die Projektanalysen zeigen, dass es von besonderer Bedeutung ist, die Partner der Branche zu einem gemeinsamen Handeln zu bewegen. Das Projekt SCP führt eindrucksvoll vor Augen, dass ein mangelndes Gesamtverständnis der Idee zur Vereinzelung von Projektinitiativen führt, die sich im Folgenden nicht ohne Weiteres zu einer gesamtheitlichen Lösung integrieren lassen. Ein gemeinsames Handeln der Branche erfordert auch, dass die Relevanz der Entwicklungen für die Branche erkannt und akzeptiert wird und neben den Konsortialpartnern auch die Interessensgruppen in die Projektarbeiten zu integrieren sind, um ihre Bedarfe frühzeitig zu erkennen und im Projektvorgehen angemessen reagieren zu können. So konnten in KapaflexCy durch

die Information der Betriebsräte frühzeitig Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der Persönlichkeitsrechte adressiert und in der Konzept- und Prototypenentwicklung berücksichtigt werden. Die Einbindung eines projektbegleitenden Industriekreises schaffte darüber hinaus Aufmerksamkeit für das Projekt und die Ergebnisse und ermöglichte des Weiteren, die Kompatibilität der Entwicklungen über die Konsortialpartner hinaus zu unterstützen. Die Projekte RAN und RACE zeigen eindrucksvoll, welche Konsequenz die mangelnde Berücksichtigung von relevanten Partnern der Branche in Bezug auf die Transfergeschwindigkeit nach sich zieht. Die durch die fokalen Unternehmen geprägte Branchenkultur lässt Weiterentwicklungen der Branche ohne Zustimmung durch die OEMs nicht zu beziehungsweise nur mit einer deutlichen Reduzierung der Transfergeschwindigkeit.

In den analysierten Projekten stellte der Nachweis des Nutzens der Ergebnisse die Konsortien vor große Herausforderungen. Innerhalb der Projektlaufzeit wirkte sich das zum Beispiel in SCP in der Art aus, dass einzelne Projektziele herunterpriorisiert und nur konzeptionell entwickelt wurden, sodass der angestrebte Entwicklungsreifeegrad nicht erreicht wurde. In der Verwertung führt die fehlende Transparenz über den Nutzen der Lösung zudem zur Zurückhaltung in den Folgeaktivitäten insbesondere der Investitionsbereitschaft der Partner. RAN unterstreicht dies sehr deutlich. In RACE ist es gelungen, diesen Nutzen für die Unternehmen transparent zu machen. Die Besonderheiten in der Unternehmenskultur hinsichtlich der Zurückhaltung gegenüber von Externen oder Dienstleistern erbrachten Produktentwicklungen führten jedoch dazu, dass der Technologietransfer nicht unmittelbar erfolgte. Das Wissen und die Erkenntnisse des Projektes wurden jedoch breit vermarktet, sodass es hier zu einer Absorption der Innovationen durch die Branche gekommen ist.

Die Projekte stellen die Bedeutung des Projektmanagements heraus, das neben einer kompetenten Projektleitung zunehmend Flexibilität in der Abwicklung erfordert, um erfolgreich zu sein. So konnte CyProS die Herausforderungen aufgrund der Vielzahl an Unternehmensbeteiligten und divergierenden Zielen durch ein dezentrales Projektmanagement beherrschbar machen. KapaflexCy profitierte von der Einbindung von Interessensgruppen und der flexiblen Anpassung ihrer Projektziele und des Vorgehens zur Berücksichtigung der Bedarfe von Interessensgruppen.

## 4 Untersuchung der Einflussfaktoren auf den FuE-Ergebnistransfer

### 4.1 Forschungsdesign

Im Rahmen dieses Projektes wurden verschiedene Methoden verwendet, um die für den Transfer von FuE-Projektergebnissen relevanten Einflussfaktoren zu identifizieren, die als Basis der Untersuchung dienen.

Gemeinsam mit Fachleuten aus Industrie und Wissenschaft wurden die 24 Einflussfaktoren im Zusammenhang mit FuE-Projekten und dem Transfer in der Automobillogistik detailliert betrachtet. Hierzu wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt, um strukturiert die Wirkung und die Wirkzusammenhänge der verschiedenen Einflussfaktoren zu untersuchen. Im Anschluss an die Interviews wurden die Aufnahmen protokolliert und mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Im Resultat wurden 56 Handlungsfelder identifiziert, die in einem ersten Schritt durch eine Kontrollgruppe verifiziert wurden. Um die Handlungsfelder auch einer allgemeinen Überprüfung zu unterziehen, wurde anschließend eine branchenunabhängige Online-Befragung (Stichprobe N=77) durchgeführt.

#### 4.1.1 Interviews mit Fachleuten

Im Zeitraum der Kalenderwochen 22 bis einschließlich 29 (2016) wurden zwölf Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Wissenschaft und der Industrie durchgeführt. Diese dauerten in der Regel zwei Stunden. Ziel war es, Treiber und

Hemmnisse des Transfers von FuE-Ergebnissen im Bereich Automobillogistik 4.0 zu identifizieren und die Wirkzusammenhänge aufzuzeigen. Um möglichst konkrete und domänenspezifische Informationen zu erhalten, wurden in den Interviews zum einen gezielt die Erfahrungen der Fachleute zu einem konkreten Projekt thematisiert. Zum anderen wurde sichergestellt, dass die Projekte unterschiedliche thematische Schwerpunkte hatten. Die Projektauswahl sollte daher unter folgenden Kriterien erfolgen:

- Abschluss des Projektes vor mindestens zwei Jahren bis vor maximal acht Jahren
- Forschungsfeld des Projektes Automobilindustrie, Logistik, Industrie 4.0 (im erweiterten Sinn)
- Projekt der nationalen Verbundforschung

Als Differenzierungsmerkmale der Projekte wurden nachfolgende Projekteigenschaften herangezogen:

- Entwicklungsfokus
- Fördermittelgeber
- Anzahl Projektpartnerinnen und -partner
- Konsortialführende
- Projektlaufzeit
- Projektvolumen
- Transfererfolg

Tabelle 7 gibt einen Überblick zu den verschiedenen Merkmalsausprägungen der betrachteten Projekte in den Interviews.

Mit den Fachleuten wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Der Leitfaden wurde durch das Projektteam entwickelt und beinhaltete die fünf Themenblöcke beziehungsweise Einflussfaktorgruppen Projektrahmen, Konsortium, Unternehmen/Einrichtungen, Umfeld und Maßnahmen. Dabei unterteilten sich die Interviews in drei Phasen (siehe Abbildung 11):



Abbildung 11: Phasen der mit Fachleuten durchgeführten Interviews (Quelle: eigene Darstellung)



Interviewpartner	FuE	FuE	FuE	Industrie	FuE
Projektziel	Open Source Tool Chain	Entwicklung Softwareplattform	Ganzheitlicher Ansatz zur Optimierung der Transportlogistik	Assistenzsystem zur SC Planung und Steuerung	Assistenzfunktion für Simulationswerkzeug
Thema	IT	IT	Planung	Planung	IT
Fördermittelgeber	BMBF	BMW	BMBF	BMW	Landesförderung
Anzahl Partner	9	2	8	5	6
– davon KMU	2	1	1	0	2
Konsortialführer	Industrie	Industrie	FuE	DL	DL
Dauer	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	1,5 Jahre
Budget	4,8 Mio. €	350 T. €	3,5 Mio. €	3,5 Mio. €	649 T. €
Transfererfolg	Teilweise	Ja	Nein	Ja	Ja

Tabelle 7: Überblick der Merkmalsausprägungen der Interviews (Quelle: eigene Darstellung)

Die Interviews wurden aufgezeichnet und unter Verwendung der Software MAXQDA protokolliert und transkribiert. Die Auswertung der Interviews erfolgte anhand des Vorgehens zur qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2000/2010). Auf Basis der Leitfragen wurden deduktive Hauptkategorien gebildet. Anhand dieser Kategorien wurde das Material strukturiert/codiert, paraphrasiert, generalisiert und reduziert<sup>129</sup>, sodass im Ergebnis Kernaussagen zu Herausforderungen beziehungsweise Problemen gewonnen wurden. Auf dieser Basis wurden schließlich die Kernaussagen durch eine Kontrollgruppe bestehend aus Mitarbeitenden der Projektträger DLR, TÜV Rheinland und VDI/VDE/IT verifiziert.

#### 4.1.2 Online-Befragung

Die Ergebnisse aus den Interviews wurden über eine Online-Befragung validiert. Das Ziel der Befragung bestand darin, die identifizierten Problem- beziehungsweise Handlungsfelder im FuE-Ergebnistransfer über die Anwendungsdomäne Automobillogistik 4.0 hinaus auch in anderen Branchen zu validieren. In dem Zeitraum von Kalenderwoche 10 bis einschließlich Kalenderwoche 13 (2017) konnte der Online-Fragbogen aufgerufen werden. Von 209 Umfragen-Teilnehmenden beantworteten 104 den Fragebogen unvollständig. Diese Antwortbögen wurden zur weiteren Analyse nicht herangezogen. Weitere 28 Teilnehmende hatten bislang keine Erfahrung in FuE-Projekten gesammelt und konnten ebenfalls nicht berücksichtigt werden. In Summe verblieben 77 vollständig ausgefüllte Antwortbögen, die zur Auswertung herangezogen werden konnten (N = 77). Die Teilnehmenden der Online-Befragung konnten verschiedenen Branchen mit unterschiedlichen Unternehmensgrößen zugerechnet werden

und arbeiten in unterschiedlichen Abteilungen. Die Stichprobe gesamt teilt sich wie folgt auf: klein und mittelständische Unternehmen ( $N_{\text{KMU}}=20$ ), Großunternehmen ( $N_{\text{GU}}=35$ ) und Hochschulen/Universitäten inklusive FuE-Einrichtungen ( $N_{\text{HS}}=22$ ).

## 4.2 Erkenntnisse Interviews und Umfrage

Im Ergebnis der Interviews liegen zu den 24 Einflussfaktoren verschiedene Erfahrungen zu FuE-Projektbedingungen vor, sogenannte Handlungsfelder, die mit Blick auf den Transfer eine treibende oder hemmende Wirkung auf die am Transferprozess Beteiligten haben können. Aus den in den Interviews identifizierten Handlungsfeldern in FuE mit Blick auf den Transfer wurden durch das Projektteam fünf Zielkriterien in Bezug auf eine transferorientierte Forschung abgeleitet und die Herausforderungen entsprechend zugewiesen. Nachfolgend werden die Zielkriterien benannt und deren Bedeutung knapp beschrieben.

1. **Ganzheitlichkeit:** Industrie 4.0 eröffnet neue Möglichkeiten zur Prozessverbesserung in Liefernetzwerken der Automobilindustrie. Innovative Konzepte und technische Lösungselemente zur Prozessintegration, Automatisierung und Autonomie in der Prozesssteuerung über verschiedene Stufen der Supply Chain lassen große Effizienz- und Effektivitätspotenziale erwarten. Aufgrund der Interdependenz der vielfältigen Themenfelder von I4.0 (Datenerfassung und Verarbeitung, Vernetzung und Integration, Selbstorganisation und Autonomie, Dezentralisierung und Serviceorientierung, Assistenzsysteme)

129 | Vgl. Mayring 2015, S. 68 ff.

	Industrie	FuE	FuE	Industrie	Industrie	Industrie	Industrie
	Assistenzsystem zur SC Planung und Steuerung	Controlling Ansatz	Hardware I4.0	Optimierung Laserschweißen	Planungsansatz Kopplung physische/virtuelle Welt	zentrale webbasierte Planungsplattform	Baukastenentwicklung
	Planung	Steuerung	Hardware	Hardware	Planung	IT	Planung
	BMW	BMBF	Industrieforschung	BMBF	BMBF	BMBF	BMBF
	9	2	5	6	15	3	20
	0	0	0	2	2	1	0
	FuE	FuE	-	Industrie	Industrie	Industrie	FuE
	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3,5 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	1 Jahr
	2,2 Mio. €	1 Mio. €	2 Mio. €	6,2 Mio. €	27,4 Mio. €	600 T. €	3 Mio. €
	Ja	Nein	Teilweise	Teilweise	Ja	Ja	Ja

müssen diese gemeinsam fokussiert und aufeinander abgestimmt entwickelt werden, um die genannten Potenziale zu erschließen. Wesentlich für die Akzeptanz neuer I4.0-Lösungen ist zudem die Berücksichtigung der verschiedenen Gegebenheiten und Anforderungen der am Netzwerk Beteiligten.

- Schnelligkeit:** Mit Blick auf das übergeordnete Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen zu sichern, ist eine Beschleunigung in den Entwicklungsprozessen sowie dem Transfer guter Lösungen zu erreichen, um auch mit der Entwicklungsgeschwindigkeit der Wettbewerber aus der „Nicht-Automobilindustrie“ – beispielsweise Apple oder Google – konkurrieren zu können. Die schnelle Umsetzung von Entwicklungsideen wird gegenwärtig durch lange Zeitdauern von Antragsverfahren, Projektdurchführungen sowie Transferphasen behindert. Insbesondere hohe Entwicklungsaufwände zur Operationalisierung der Projektergebnisse in die Unternehmen sind für eine zügige Umsetzung hemmend. Daneben behindern aber auch fehlende Verbindlichkeiten der Industrie und mangelnde Transferkompetenzen in den Konsortien eine schnelle Umsetzung.
- Wandelbarkeit:** Um als Unternehmen erfolgreich am Markt zu bestehen, ist ein hohes Maß an Wandlungsfähigkeit gefordert, da sich Marktbedarfe schnell ändern. Daher haben sich die Innovations-/Entwicklungszyklen der Unternehmen in der Vergangenheit drastisch reduziert. FuE-Entwicklungsprojekte werden hingegen mit langen Vorlaufzeiten geplant und berücksichtigen diese Schnelligkeit der Märkte bislang nicht. Inflexibilität in der Projektabwicklung verhindert die schnelle Adaption auf sich verändernde Rahmenbedingungen des
- Projektes wie Marktnachfrage und Interessenlagen der Partner. Neben Marktentwicklungen unterliegen ebenfalls technische Systeme einem schnellen Wandel.
- Marktorientierung:** Die Auslöser für neue Entwicklungen können in unbefriedigten Bedürfnissen der Kundschaft (Market Pull) oder in der Forschung und Entwicklung (Technology Push) liegen. Industrie 4.0 ist eine Kombination aus Technology Push und Market Pull, das heißt, nicht für alle Entwicklungen ist die spätere Kundschaft bereits bekannt, denn die Entwicklungen können im Extremfall neue Märkte entstehen lassen. Um marktorientierte Entwicklungen zu realisieren, ist daher die Einbindung einer potenziellen Kundschaft von der Antragsstellung bis zu einer kontinuierlichen Beteiligung über verschiedene Projektphasen zu sichern. Die kontinuierliche Einbindung dieses Kreises schafft darüber hinaus Aufmerksamkeit für das Projekt und vermindert damit das Risiko, dass sich aufgrund des hohen Innovationsgrads keine Erstanwender finden. Des Weiteren sind potenziell betroffene Interessensgruppen frühzeitig in die Entwicklungen einzubinden, um Blockierungen von neuen Entwicklungen zu vermindern.
- Wirtschaftlichkeit:** Um Hürden von Industrie 4.0-Umsetzungsprojekten abzubauen (zum Beispiel im Mittelstand), ist der wirtschaftliche Mehrwert für die Unternehmen aufzuzeigen, da sonst Entwicklungsaufwände Investitionsentscheidungen im Hinblick auf innovative Ansätze behindern können. Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit von Industrie 4.0-FuE-Ergebnissen wird im Anschluss an das Projekt innerhalb der Unternehmen gefordert und muss daher zum integralen Bestandteil der Projekte werden, um den Transfer zu unterstützen.



Die Zielkriterien einer transferorientierten Forschung sind nicht überschneidungsfrei. So gehen marktorientierte Entwicklungen oftmals mit einer hohen Wirtschaftlichkeit einher. Die Wandelbarkeit von Projekten unterstützt den Anspruch nach mehr Schnelligkeit in den Projektabläufen. Demgegenüber kann der Anspruch nach Marktorientierung und Wirtschaftlichkeit dem Anspruch nach ganzheitlichen Lösungen entgegenstehen. Zum besseren Überblick sollen die Handlungsfelder nachfolgend anhand der Zielkriterien eingeführt und diskutiert werden.

#### 4.2.1 Ganzheitlichkeit

Unter dem Aspekt Ganzheitlichkeit von Lösungen sollen nachfolgend die Treiber und Hemmnisse für die Verwertung und Verbreitung diskutiert werden. Nachfolgende Abbildung 12 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Online-Befragung zu Treibern und Hemmnissen ganzheitlicher Lösungen (siehe auch Anhang A.2 Abbildung 29).

##### Treiber und Hemmnisse

**Konzentration der Unternehmen auf eigene Interessen:** 79,2 Prozent der Befragten bestätigen, dass die Konzentration der Unternehmen auf eigene Interessen eine Herausforderung für den Transfer ganzheitlicher Lösungen darstellt. Die Ziele der Partner sind nicht komplementär zu den Projektzielen. Dies kann unmittelbare Auswirkungen auf die Erreichung der Projektziele sowie die Verwertung der Ergebnisse haben. Strategische Interessen der Partner an Teilzielen und Teilergebnissen von FuE-Projekten können zur Verminderung des Informationsaustausches zwischen den Beteiligten bis hin zur bewussten Wissenszurückhaltung führen und die Erreichung des Gesamtziels gefährden. Zudem kann aus der Konzentration auf eigene Interessen eine verminderte Verbreitung der FuE-Projektergebnisse resultieren, wodurch eine Stärkung der Wettbewerber verhindert wird. Insbesondere wenn die Realisierung der Entwicklungsziele mit einem hohen technischen Risiko einhergeht, wählen die Partner darüber hinaus eine defensive Kommunikationsstrategie, um Reputationsverluste für das Unternehmen im Falle der Nichterreichung der Projektziele zu vermeiden.

*„[...] ich würde sagen, die größte Schwierigkeit war, dass die Leute sich nicht ganz öffnen wollten (bezogen auf Daten, Ergebnisse und Strukturen; Anmerkung der Autorinnen und Autoren). Das war größtes Hemmnis.“*

*„Der Transfer hat das Unternehmen nicht interessiert. [...] also warum sollte das Unternehmen der Konkurrenz die Lösung erklären, wenn es das Produkt selber einsetzt?“*

*„[...] wieder bei anderen Partnern war so die Erwartung, wir sind dabei, dann gucken wir mal und sagen auch hin und wieder was dazu und irgendwann ist das tolle Ergebnis da, was wir dann verwerten können, wo wir aber noch nicht wissen, wie wir es verwerten [...].“*

**Gemeinschaftliches Engagement aller relevanten Partner:** 70,2 Prozent der Befragten bestätigen, dass das fehlende gemeinschaftliche Engagement aller relevanten Partner der Entwicklung von ganzheitlichen Lösungen entgegensteht. Um Blockierungen der Verwertung und Verbreitung guter FuE-Ergebnisse in der Wirtschaft zu vermeiden, ist die Beteiligung aller Stakeholder und Interessensgruppen an der Entwicklung ganzheitlicher Lösungen erforderlich. Es fehlt an einem gemeinschaftlichen Handeln der Unternehmen der Automobilbranche, um zu einem ganzheitlichen Konsens über relevante Entwicklungslinien für Logistik 4.0 zu gelangen, die gemeinsam entwickelt und angewandt den Unternehmen einen wettbewerbsrelevanten Vorteil verschaffen.

*„Die Ziele der einzelnen Partner waren sehr unterschiedlich, daher war auch der Austausch sehr unterschiedlich [...]. Ein intensiverer Austausch wäre für das große Ziel besser gewesen und hätten wir uns teilweise auch mehr gewünscht, aber aufgrund der unterschiedlichen Ziele wurde eine weitere Kommunikation nicht für notwendig gehalten.“*

*„(Von den neun oder zehn Partnern; Anmerkung der Autorinnen und Autoren) waren drei bis vier unmotiviert. Also ein Drittel mit Sicherheit.“*

*„Betroffene sind zu Beteiligten zu machen.“*

**Einbindung von Multiplikatoren:** 67,6 Prozent der Befragten bestätigen, dass die fehlende Einbindung von Multiplikatoren ein Transferhemmnis ganzheitlicher Lösungen darstellt. Die

Multiplikatoren können durch die Einbindung ihres Netzwerkes die inhaltlichen Arbeiten von FuE-Projekten unterstützen. Neben einer Generalisierung der Projekthinhalte wird insbesondere die Verbreitung unterstützt. Darüber hinaus können die Multiplikatoren bei Interessenskonflikten unter Branchenvertretern vermitteln.

**Separation der Projektarbeiten gemäß den Teilzielen und Teilergebnissen:** 67,6 Prozent der Befragten bestätigen, dass mit der Separation der Projektarbeiten gemäß den Teilzielen und Teilergebnissen die Gefahr der Behinderung der Entwicklung ganzheitlicher Lösungen einhergeht. Durch die Fokussierung auf die Teilergebnisse rückt zudem die Realisierung des Gesamtziels in den Hintergrund. Die Ursache für das Aufbrechen des Gesamtziels in „greifbare“ Teilziele resultiert oftmals aus einem fehlenden Gesamtverständnis im Projektteam.

*„Durch die große Vision fühlten sich die Partner teilweise überfordert. [...] Der Weg dahin war, glaube ich, [...] nicht immer klar und das führte zu einem Zurückziehen und einem Rückgang der Verantwortungsübernahme.“*

*„Die Mitarbeiter haben sich in ihrem Teilprojekt optimiert, aber das übergeordnete Ganze und den Kundennutzen vergessen. [...] In den Teilbereichen wurden zwar zufriedenstellende Ergebnisse erarbeitet, aber das ambitionierte Gesamtziel ist eher untergegangen.“*

**Gesamtverständnis:** 65 Prozent der Befragten bestätigen, dass ein fehlendes Gesamtverständnis die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen behindert. Der Anspruch der Entwicklung ganzheitlicher Systemlösungen geht oftmals mit einer hohen Projektkomplexität einher. Ist das Verständnis zur Bearbeitung der Gesamtvision und zum Zusammenwirken einzelner Teilkomponenten des Projekts unter den Beteiligten unterschiedlich, zum Beispiel verursacht durch den Wechsel von Mitarbeitenden zwischen der Antragsstellung und Projektdurchführung, resultiert das oftmals in einer ineffizienten Projektdurchführung, in der bis zu einem Drittel der Laufzeit darauf verwendet wird, den Projektantrag neuerlich zu verstehen und in konkrete Arbeitsaufträge umzusetzen. Die Verwertung der Projektergebnisse wird mit der Nichterreichung der Projektziele behindert.

*„Das Thema Kompetenz war schon am Anfang ein Schlüsselthema. Die Partner hatten Teilkompetenzen, aber irgendwie hatten wir das Gefühl, dass keiner so eine Gesamtkompetenz hatte. [...] Die Kompetenzen waren alle da, aber es gab zu Anfang trotzdem eine große Ratlosigkeit, wie das Gesamte aussieht.“*

*„Das waren drei, vier Teilziele, aber die Gesamtidee [...] hat sich eigentlich erst während des Projektes gebildet. [...] Auch wo die Lücken im Stand der Technik sind, hat sich aus meiner Sicht erst im Projekt herausgestellt.“*

*„Also klar brauche ich die Gesamtvision gerade bei so einem Projekt mit vielen Partnern und langer Laufzeit, aber man braucht eben auch Teilziele, die sich konkret darstellen lassen [...]. Das macht es für die Beteiligten [...], glaube ich, einfacher, die potenzielle Weiternutzung dann zu erkennen.“*

*„[...] wir hatten keine klare Zielstellung, sodass man fünf Partner hatte, die fünf verschiedene Zielstellungen vor Augen hatten und in den Fachabteilungen hatte jeder noch mal eine eigene Interpretation davon. [...] sich selbst überlassen, war dieser Arbeitskreis nicht selbst in der Lage, eine gemeinsame Zielstellung für dieses Forschungsvorhaben zu stellen.“*

*„Die Ziele wurden in der obersten (Unternehmens-)Ebene personengebunden definiert. [...] In der nächsten Ebene hat man es einfach in der Euphorie des Startes versäumt, diese genau zu definieren und hat erst im operativen Geschäft gemerkt, dass man nach dem zweiten Steuerkreis gar nicht genau wusste, wohin man gemeinsam steuert.“*

*„Der Antrag ist tatsächlich ein Stück weit durch Sammeln von Versatzstücken zustande gekommen und musste dann auch ein paarmal umgeschrieben werden [...]. Als das Projekt dann genehmigt wurde, hat man sich Gedanken gemacht, wie das nun eigentlich alles zusammenpassen soll.“*

*„Im zweiten Drittel kam dann [...] das Zielbild auf und dann war es natürlich hochambitioniert, das in der Zeit noch irgendwie zu erreichen [...]“*



*„Aufgrund nicht klar definierter Projektziele wurde das erste Jahr ‚rumentwickelt‘, ohne zu wissen, wo es hingeht.“*

*„Input, Beteiligungen und Ergebnisse (der Partnerinnen und Partner; Anmerkung der Autorinnen und Autoren) mussten phasenweise sehr aktiv eingefordert werden [...]. Die Gründe dafür waren unterschiedlich [...]. Teilweise fühlten sich Partner in bestimmten Bereichen nicht zuhause, sodass sie sich da lieber herausgehalten haben.“*

**Kompatibilität der FuE-Ergebnisse mit den vorhandenen Strukturen in den Unternehmen:** 65 Prozent der Befragten bestätigen, dass die Entwicklung innovativer ganzheitlicher Lösungen durch die fehlende Kompatibilität der FuE-Ergebnisse mit den vorhandenen Strukturen in den Unternehmen, das heißt Infrastruktur, Produktportfolio etc. behindert wird. Denn eine fehlende Kompatibilität der FuE-Projektentwicklungen kann in der Verwertung durch die Projektpartner aufgrund notwendiger Anpassungen zu erhöhten Folgeinvestitionen führen. Mit Blick auf die Vorteile hoher Kompatibilität von FuE-Entwicklungen darf hier jedoch nicht vernachlässigt werden, dass gerade FuE-Projekte mit einem hohen Innovationsgrad häufig nicht auf bestehenden Standards aufsetzen können. Um auch radikale Innovationen zu ermöglichen, darf die Forderung nach einer hohen Kompatibilität nicht zum Dogma werden und Projekte mit einem hohen Innovationsgrad verhindern. Wissenschaft und Industrie bewerten den Einfluss des Faktors unterschiedlich, während 70 Prozent der Industrievertreterinnen und -vertreter hierin einen wesentlichen Hinderungsgrund sehen, bestätigen nur 54 Prozent der Wissenschaftsvertreterinnen und -vertreter diese Einschätzung.

*„Wir haben eine Vielzahl von Vorstudien gemacht, wo wir Mittelständler befragt haben, wie der aktuelle Stand ist. [...] also da wurden wir auch kalt erwischt, als wir feststellen mussten, hier fangen wir aber ganz unten an. [...] Die Projektziele mussten dann herunterkaliert werden.“*

*„Bei KMUs stand der schnelle Transfer im Vordergrund. Dies reduziert aber stark die Innovationsreichweite.“*

*„Der Transfer führt zu kleinen Zielen und nicht zu einem Großen.“*

**Standardisierung:** 58,5 Prozent der Befragten bestätigen, dass der Mangel an Standardisierung die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen behindert. Mit Blick auf die Entwicklung technischer Lösungen wird der Grad der Standardisierung von Lösungen als Treiber einer schnellen Verwertung und Verbreitung von Projektergebnissen gesehen. Die Einschätzung der Industrievertreterinnen und -vertreter in diesem Punkt stimmt jedoch nicht überein. Während 60 Prozent der industriellen Vertreter und Vertreterinnen von Großunternehmen in dem Mangel an Standardisierung ein Hindernis für die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen sehen, sind es seitens der industriellen Vertreter und Vertreterinnen von KMU 70 Prozent, die diese Aussage bestätigen.

**Netzwerkarbeit, Wissensaustausch und Projektvernetzung:** 58,5 Prozent der Befragten bestätigen, dass eine fehlende Netzwerkarbeit und Projektvernetzung die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen behindert. Die Ergebnisse laufender FuE-Projekte sind stärker als bislang in den Arbeiten zu berücksichtigen, um kompatible FuE-Projektentwicklungen hervorzubringen. Netzwerkaufbau und Netzwerkarbeit werden im Rahmen der FuE-Projekte nicht hinreichend betrieben – unter anderem mangels Zeit oder aus „Angst“ vor Wissensweitergabe an Konkurrenten. Korell spricht hier von dem Dilemma des Ergebnistransfers.<sup>130</sup> Einem hohen öffentlichen Interesse an Breitenwirksamkeit und Verbreitung der im Rahmen öffentlich geförderter Projekte erzielten Ergebnisse steht ein wirtschaftliches Eigeninteresse der am Forschungsprojekt beteiligten Partner – insbesondere der beteiligten Unternehmen aufgrund ihrer erbrachten Eigenleistungen – an der Verwertung der erzielten Projektergebnisse entgegen. In der Regel haben die beteiligten Unternehmen ein geringes Interesse daran, dass Dritte und damit potenzielle Wettbewerber von den Projektergebnissen profitieren.

*„[...] innerhalb des Konzerns hat man immer so ein bisschen die Sorge vor der Wissensweitergabe. Da muss man Lobbyarbeit leisten [...]. Das ist schwierig, aber ich kann mir durchaus vorstellen, dass wir von anderen OEMs viel lernen können [...].“*

*„Bereichsdenken ist ein Hemmnis. [...] das ist ein Problem, was größere Unternehmen grundsätzlich haben.“*

*„Dauermitarbeiter für das Transfermanagement und die Netzwerkpflge (an Universitätslehrstühlen; Anmerkung der Autorinnen und Autoren) sind wünschenswert, aber nicht vorhanden.“*

**Erkennen des Nutzens für Einzelne:** 58,5 Prozent der Befragten bestätigen, dass ein fehlendes Erkennen des Nutzens von ganzheitlichen Lösungen den Transfer ebendieser behindert. Insbesondere bei Projekten, die keine unmittelbare Produkt- oder Prozessinnovation für die einzelnen beteiligten Unternehmen hervorbringen, sondern vielmehr den Charakter einer Grundlagenforschung aufweisen, besteht die Gefahr des verminderten Engagements der Partner für die Ausarbeitungen, da der unmittelbare Mehrwert für Einzelne nicht erkannt wird. Häufig ist dieser Mehrwert für Einzelne auch nur schwer transparent beziehungsweise messbar zu machen.

*„Es ist herausfordernd, wissenschaftliche Ergebnisse konsumentennah zu vermarkten. [...] Man kann ja nur Bedürfnisse (der Konsumierenden; Anmerkung der Autorinnen und Autoren) wecken, wenn man sagt, was der Nutzen ist.“*

*„Also wenn man für Automobilsoftware eine Kette von vorne bis hinten haben will, sind das viele Themen, die berücksichtigt werden müssen. Ein Hemmnis in Richtung Transfer ist es, dass man schwer erklären kann, was man gerade eigentlich tut [...]. Das war am Anfang schwer aus meiner Sicht und ist immer noch ein Thema, zu erklären, wo liegt eigentlich der Mehrwert.“*

**Industrielle Bedarfe:** 33,8 Prozent der Befragten bestätigen teilweise, dass der Transfer ganzheitlicher Lösungen durch mangelnde industrielle Bedarfe an der Entwicklung scheitert. Mit 59,8 Prozent stimmt die Mehrheit der Befragten dieser Aussage nicht zu.

*„Es gab eine starke Fokussierung auf den Transfer, sodass KMUs geschaut haben, was sie schnell transferieren können.“*

*„Die Projektziele sind mit den Unternehmenszielen nicht identisch. [...] Innovation findet nicht in der Komfortzone statt.“*

#### Schlussfolgerungen zur Ganzheitlichkeit

Industrie 4.0 birgt großes Potenzial zur Prozessverbesserung in Liefernetzwerken der Automobilindustrie. Die Rahmenbedingungen zur Prozessintegration, Automatisierung und Autonomie in der Prozesssteuerung über verschiedene Stufen der Supply Chain lassen große Effizienz- und Effektivitätspotenziale erwarten. Die

Themenfelder von Industrie 4.0 sind vielfältig (Datenerfassung und Verarbeitung, Vernetzung und Integration, Selbstorganisation und Autonomie, Dezentralisierung und Serviceorientierung, Assistenzsysteme) und müssen aufeinander abgestimmt entwickelt werden, um diese Potenziale zu erschließen.

#### ■ Branchenweiter Konsens zu Entwicklungslinien der Industrie 4.0

Dem Anspruch nach einer gemeinschaftlichen Entwicklung der Branche stehen Unternehmensinteressen entgegen, die auf ihre individuelle Entwicklung zur Erreichung von Wettbewerbsvorteilen fokussieren. Die Vielfalt der Industrie 4.0-Themenfelder kann nicht durch ein einzelnes Unternehmen erarbeitet werden. Eine Zusammenarbeit verschiedener Kompetenzträger ist erforderlich, um die Entwicklungen zeitnah umzusetzen. Für die vierte industrielle Revolution und die digitale Transformation in Automobilnetzwerken kann es nicht den einen idealen oder allgemeingültigen Weg für alle Unternehmen für die Entwicklungs- und Umsetzungsschritte geben. Die Entwicklungswege müssen die Unternehmen selbst finden. In Bezug auf die Logistik ergeben sich Potenziale für die Zusammenarbeit in Unternehmensgruppierungen und in branchenfokussierten Entwicklungs- und Anwendungskollaborationen, da jede Veränderung und Technologie- und Methodenintegration in einem Unternehmen immer auch diverse Partner betrifft. Die gemeinschaftliche Entwicklung erfordert eine intensive Abstimmung aller Partner zu den Entwicklungswegen. Um Interessenskonflikte zu vermeiden und einen Konsens herbeizuführen, sind an dem Abstimmungsprozess die Multiplikatoren der Branche wie der VDA verstärkt zu beteiligen.

#### ■ Gemeinschaftlich in den Konsortien entwickeln

Jede Entwicklung in Industrie 4.0 betrifft immer auch diverse andere Partner. Eine gemeinschaftliche Entwicklung in Projektkonsortien ist daher angeraten, erfordert jedoch eine intensive Zusammenarbeit der Beteiligten in den Konsortien, um zu einem gemeinsamen Gesamtverständnis der Erfordernisse der Entwicklung zu gelangen. Die Zusammenarbeit muss künftig stärker bereits in der Findungsphase des Konsortiums beginnen, in welcher kollaborativ ein einheitliches Verständnis der Projektziele und des Zusammenwirkens der Teilziele zu schaffen ist. Die Inhalte sind von allen Beteiligten gemeinsam zu tragen und zu verfolgen. Dies erfordert eine intensive Abstimmung aller Projektpartner zu den Herausforderungen, Projektzielen und Erwartungen im Hinblick auf die Projektergebnisse. Alle Aufgaben sowie Folgeaufwendungen müssen den Mitgliedern des Konsortiums transparent vorliegen, um die Operationalisierung der Ergebnisse planen zu können.



### Die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen wird behindert durch ...

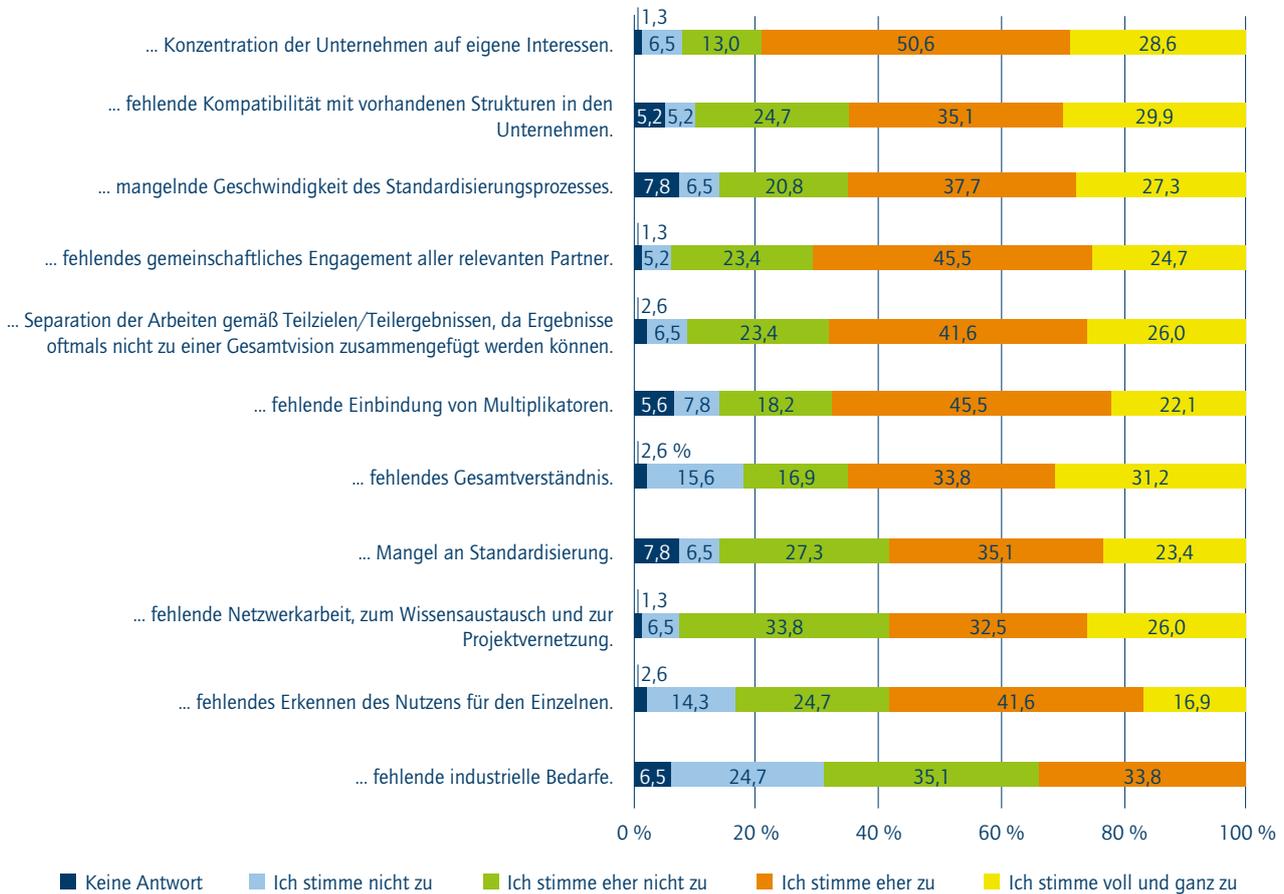


Abbildung 12: Überblick über Transferhemmnisse bei der Entwicklung ganzheitlicher Lösungen (N = 77, Quelle: eigene Darstellung)

#### ▪ Ganzheitliche Entwicklung fördern

Die Entwicklungsbedarfe und -interessen der verschiedenen Teilnehmer in Automobilnetzwerken wie OEMs, Zulieferer, Transportdienstleister, Ausrüster und IT-Dienstleister sind stark divergent. Aufgrund des hohen Verflechtungsgrades der Unternehmen der Branche ist jedoch eine ganzheitliche und aufeinander abgestimmte Entwicklung erforderlich, um die Potenziale von I4.0-Lösungen für Einzelne voll ausschöpfen zu können. Eine mangelnde Mitnahme aller Partner führt zu Ineffizienzen im gesamten Netzwerk und der Branche. Um Industrie 4.0 in die breite Anwendung zu bringen, sind gute Projektergebnisse gezielt zu vermarkten und den Zielgruppen über geeignete Transfermaßnahmen zur Verfügung zu stellen. Hier ist die gesamte Branche gefordert, die Ergebnisse aus den Projekten zu vermarkten, Entscheidungen für branchenweite Technologieentwicklungen zu treffen und diese Entwicklungen aufeinander abgestimmt umzusetzen.

#### 4.2.2 Schnelligkeit

Unter dem Aspekt Schnelligkeit von Forschungsprojekten sollen nachfolgend die Treiber und Hemmnisse für die Verwertung und Verbreitung diskutiert werden. Nachfolgende Abbildung 13 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Online-Befragung zu Treibern und Hemmnissen einer schnellen Umsetzung von Lösungen in die praktische Anwendung (siehe auch Anhang A.2 Abbildung 30).

##### Treiber und Hemmnisse

**Gesamtzeitdauern der Projektanträge:** 81,8 Prozent der Befragten bestätigen, dass lange Gesamtzeitdauern der Projektanträge ein Hemmnis für den Transfer von innovativen Projektideen darstellen. Die Gesamtzeitdauer der FuE-Projekte umfasst die Projektphasen Antragsstellung, Projektdurchführung und Transfer/Umsetzung. Die Gesamtzeitdauer der FuE-Projekte beträgt

mindestens sechs Jahre exklusive des Zeitraums zwischen Antragsidee und erster Beantragung. Eine Änderung der Marktbedarfe, der Wettbewerbssituationen der Unternehmen sowie technologische Entwicklungen können Interessensverschiebungen der Partner bewirken und zu einem verminderten Engagement der Partner in der Entwicklung führen. In der Folge sinken sowohl die Chancen einer Unternehmensverwertung als auch die einer Verbreitung der Ergebnisse, die Gefahr eines Projektabbruchs durch die Partner steigt.

*„[...] der Antrag wurde zigmal umgeschrieben und dann war auch irgendwann bei dem Konsortium beim Antragschreiben die Luft raus. [...] und ein Großteil des Teams hat sich erst nach Projektzusage den Antrag das erste Mal durchgelesen und versucht zu verstehen, was das jetzt eigentlich sein soll. [...] Dann kam es halt eben erst nachher raus, was die Partner eigentlich machen sollten.“*

*„Die Ziele wurden zunächst von Person A formuliert [...] und in gemeinsamen Meetings und Workshops mit dem Konsortialführer abgestimmt und diskutiert. [...] Während der Antragsphase gab es weitere Meetings, in denen sich erneut abgestimmt wurde, sodass letztendlich alle Partner hinter diesen Zielen standen. [...] Des Weiteren wurde ein priorisierter Anforderungskatalog mit minimalen und maximalen Erfüllungsgraden für die einzelnen Anforderungen erstellt.“*

*„Man erwischt mit einem solchem Thema nicht den Hype-Cycle in der Firma, fünf Jahre ist in der Firma schon eine sehr lange Zeit.“*

#### **Komplexe Entscheidungshierarchien der Unternehmen:**

70,2 Prozent der Befragten bestätigen, dass langwierige Entscheidungsprozesse beziehungsweise lange Entscheidungswege insbesondere in Unternehmen mit bürokratischen Unternehmensstrukturen die Projektarbeit und die Erarbeitung sowie den Transfer innovativer Projektideen behindern. Die frühzeitige Einbindung aller Bedarfs- und Interessensgruppen in die Unternehmen ist erforderlich, um Blockierungen und Verzögerungen der Projektarbeiten zu verhindern, um den Erfolg des Projektes und des Transfers zu unterstützen. Darüber hinaus wird eine detaillierte Vorausplanung des Transferprozesses bislang durch die Projektbeteiligten nicht vorgenommen, was unter Umständen zu Verzögerungen aufgrund nicht bedarfsgerecht bereitgestellter

Informationen sowie Verzögerungen in den Entscheidungen um eine Fortführung der Entwicklungsarbeiten führt.

*„Bei den mindestens alle zwei Monate stattfindenden Konsortialtreffen waren stets die Geschäftsführer, der Fachgebietsleiter und der ‚Lehrstuhlleiter‘ anwesend [...]. Dadurch konnten Entscheidungen in den Sitzungen getroffen werden. [...] Nachteil daran war allerdings, dass sich zum einen die Mitarbeiter zurückgelehnt haben und zum anderen, dass bei Fehlen eines Verantwortlichen der Mitarbeiter keine Entscheidung treffen konnte. Daher wurden sie verpflichtet, anwesend zu sein.“*

#### **Entwicklungsreifegrad der Lösungen:**

65 Prozent der Befragten bestätigen, dass ein geringer Entwicklungsreifegrad der Projektlösungen ein Hemmnis in der Verwertung ist. Die Aussagen der Interviews sowie Untersuchungen von Corsten bestätigen, dass sich ein hoher Entwicklungsreifegrad tendenziell positiv auf den Transfer auswirkt.<sup>131</sup> Der frühzeitige Einsatz von prototypischen Umsetzungen wirkt sich positiv auf die Projektdurchführung und Ergebnisentwicklung aus, da an einem Modell die Projektergebnisse im Konsortium sowie gegenüber Dritten plastisch demonstriert und diskutiert werden können. Demgegenüber kann die frühzeitige Fokussierung auf ein Demonstrationssystem jedoch auch zum Hemmnis für die Entwicklung innovativer Ansätze werden, wenn die hohen personellen Aufwände der Entwicklung von Demonstratoren in der Planung nicht hinreichend berücksichtigt wurden. Insbesondere KMU sehen in einem geringen Entwicklungsreifegrad der Projektlösungen ein Hemmnis für den schnellen Transfer. Seitens der KMU erhält der Aspekt einen Zustimmungsgrad von 68 Prozent, wohingegen nur 56 Prozent der Großunternehmen hierin ein wesentliches Hemmnis für den Transfer sehen.

#### **Thematische Ausschreibungen:**

58,5 Prozent der Befragten bestätigen, dass die Intransparenz der aktuellen Forschungsprogramme und Bekanntmachungen sowie mangelnde Möglichkeiten zu ausschreibungsunabhängigen FuE-Projektbeantragungen die Schnelligkeit in der Umsetzung behindern. Die unmittelbare Beantragung von Fördermitteln zur Realisierung innovativer Projektideen seitens der Unternehmen wird im Wesentlichen durch thematische Ausschreibungen verhindert. Das „Warten“ auf eine thematisch passende Ausschreibung kann seitens der Unternehmen die Umsetzung verhindern, da sich Unternehmensinteressen wandeln oder die Ideen durch Personalfluktuatation verloren gehen. Darüber hinaus wird ein fehlender Überblick über

131 | Vgl. Corsten 1982, S. 228.



zukünftige Richtlinien in den Forschungsprogrammen bemängelt, der eine vorausschauende Planung der Antragsideen durch die Unternehmen verhindert.

*„Es gab keine direkte Ausschreibung zu einem Thema [...], sondern es wurde ein Forschungsbedarf genannt und sich aus diesem heraus Partner gesucht. [...] Deswegen konnte das gesamte Konsortium so aufgestellt werden, dass alle hinter dem Projektziel standen.“*

**Kompatibilität der Entwicklungen mit vorhandenen Unternehmenslösungen:** 58,5 Prozent der Befragten bestätigen, dass eine geringe Kompatibilität der FuE-Ergebnisse mit den vorhandenen Lösungen ursächlich für mangelnde Schnelligkeit im Transfer ist. Die Passfähigkeit mit den vorhandenen Systemen und Strukturen ist relevant, um unmittelbar aufbauend auf den Projektergebnissen mit der Integration in die Unternehmen starten zu können. Eine geringe Kompatibilität führt hingegen zu Folgeaufwänden für zusätzliche Entwicklungen und oftmals zu unvorhersehbaren Folgeinvestitionen, zum Beispiel in zusätzliche Technologien. Insbesondere für KMU ist dieser Aspekt relevant und entscheidet über das Stattfinden des Transfers und die Schnelligkeit im Transferprozess. Dass die Transfargeschwindigkeit durch geringe Kompatibilitäten verursacht wird, erhält seitens der KMU einen Zustimmungswert von 67 Prozent, wohingegen nur 55 Prozent der Großunternehmen hierin ein wesentliches Hemmnis sehen.

**Definition der Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Rollen in Projekten:** 52 Prozent der Befragten bestätigen, dass fehlende präzise Aufgaben- sowie Rollendefinitionen als Hemmnis für einen schnellen Transfer zu betrachten sind. Unklare Aufgaben und Verantwortlichkeiten gehen primär mit Ineffizienzen in der Projektdurchführung einher und können zur Verschlechterung der Beziehungen in dem Konsortium führen. Dies birgt die Gefahr der Nichterreichung von Teilprojektzielen bis hin zum Projektabbruch durch eine hohe Unzufriedenheit der Konsortialpartner. Demgegenüber wirkt sich die präzise Definition von Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Rollen positiv auf die Projektdurchführung aus. Sind sich alle Partner über ihre Aufgaben und Verantwortung gegenüber den Partnern im Projekt bewusst, kann zielgerichtet auf das Ergebnis hingearbeitet werden.

**Entscheidungsbefugnisse der Projektmitarbeitenden:** 45,5 Prozent der Befragten bestätigen, dass die Schnelligkeit im Transfer durch einen Mangel an Befugnissen der Projektmitarbeitenden verursacht wird, Entscheidungen im Konsortium für das

Unternehmen treffen zu können. In Abhängigkeit der Unternehmensstrukturen können mangelnde Befugnisse der Projektmitarbeitenden zu Verzögerungen in der Projektabwicklung führen, welche mit einer Gefährdung der Erreichung der Projektziele sowie der Beziehungen im Konsortium einhergehen. Demgegenüber kann die Übergabe von Entscheidungsbefugnissen an die Projektmitarbeitenden bei Einzelnen zu einem stärkeren Verantwortungsbewusstsein und in der Folge zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit den Projekthaltungen führen.

*„Der Projektleiter (Konsortialführer, Anmerkung der Autorinnen und Autoren) spielt eine sehr wichtige Rolle und muss die Stimmungslage kontern können.“*

**Kontrollmechanismen der Verwertung seitens der Projektträger:** 42,9 Prozent sehen in den nicht zwingenden Mechanismen zum Verwertungscontrolling seitens der Projektträger einen Grund für den verlangsamten Transfer. Ursächlich für die nicht zwingenden Mechanismen zum Verwertungscontrolling sind wiederum die sehr groben und ungenauen Verwertungspläne, welche nur in Maßen ein Wirkungscontrolling zulassen. Dieser Einflussfaktor wird jedoch kontrovers betrachtet, da 49,4 Prozent der Befragten in den Kontrollmechanismen kein unmittelbares Hemmnis für den Transfer sehen.

*„Ich hatte auch nicht das Gefühl, dass der Fördermittelgeber an dem Transfer interessiert ist. [...] also das ist meines Erachtens in deren Evaluationsraster nicht so richtig drin [...]“*

**Rechte und Pflichten im Transfer:** 40,3 Prozent der Befragten bestätigen, dass die fehlende Definition von Rechten und Pflichten im Transferprozess zu Projektverzögerungen in der Verwertung führt. Häufig ist es die mangelnde Transferkompetenz unter den Projektbeteiligten, die zur Nichtwahrnehmung der Verantwortlichkeit für den Transfer führt. Die erforderlichen Schritte zur unternehmensinternen Verwertung werden in der Regel nicht von Beginn an eingeplant, ebenso sind die unternehmensinternen Rahmenbedingungen unbekannt, zum Beispiel relevante Informationen für Investitionsentscheidungen, sodass der Transferprozess nur verzögert initiiert wird. Die Mehrheit der Befragten (53,3 Prozent) sieht hierin kein Hemmnis. Für KMU ist die fehlende Definition der Rechte und Pflichten im Transfer ein wesentliches Hemmnis für den Transfer. Seitens der KMU erhält dieser

Aspekt einen Zustimmungsgrad von 67 Prozent, wohingegen nur 44 Prozent der Großunternehmen und 41 Prozent der Hochschulvertreterinnen und -vertreter ein wesentliches Hemmnis sehen.

„Also ich gebe zu, wir haben selber zu wenig über den Transfer nachgedacht, aber auch die Anreizstrukturen sind nicht transferkompatibel.“

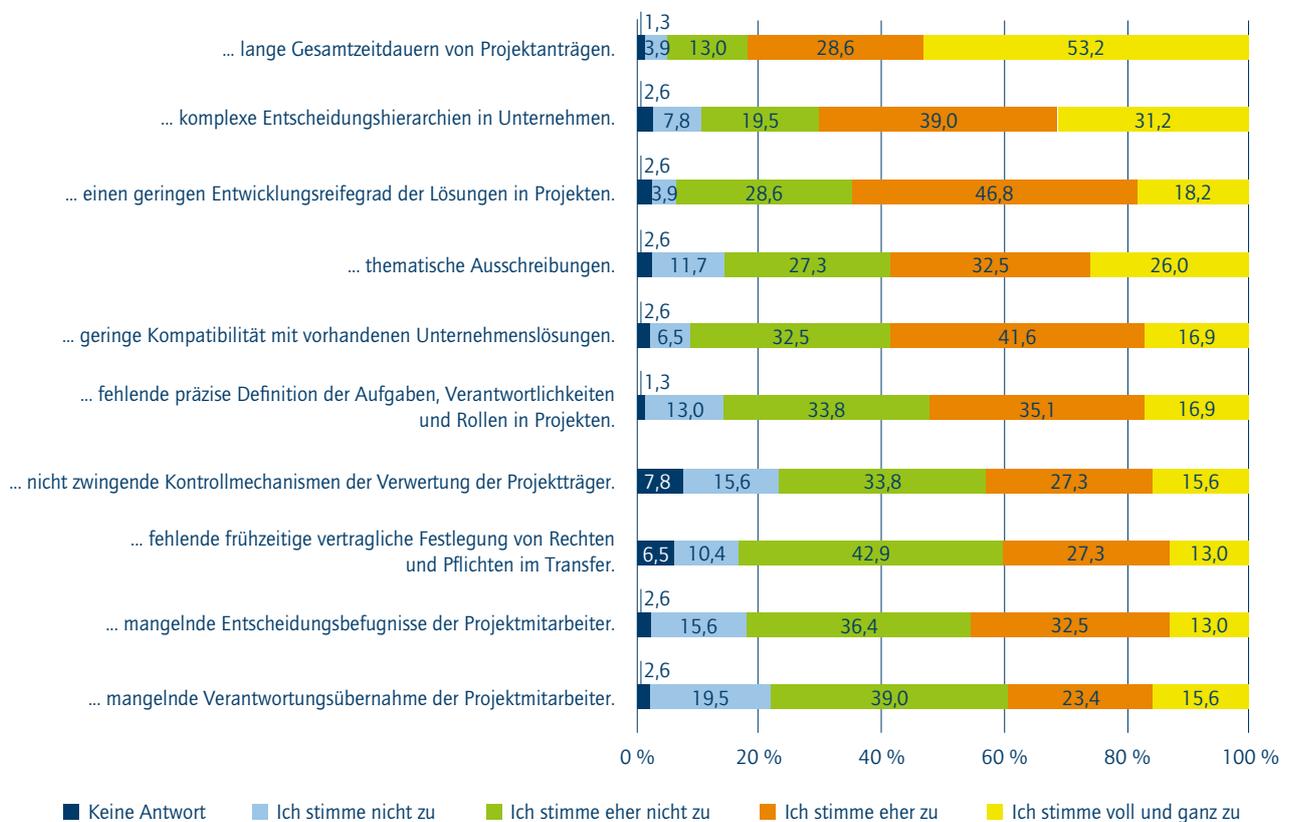
„[...] ich bin Hochschullehrer und habe da eine andere Zielfokussierung (als den Transfer; Anmerkung der Autorinnen und Autoren). Für mich sind Drittmittel einwerben, [...] Publikationszahlen usw. die Anreizstrukturen, auf die ich reagieren muss. [...] Der Transfer passt einfach nicht in die Zielstruktur eines Hochschullehrers hinein.“

„Also ich verstehe mich als Wissenschaftler [...] und habe im Grunde genommen keine echte Erfahrung (Transferkompetenzen; Anmerkung der Autorinnen und Autoren), wie ich Ergebnisse konsequent in die Praxis umsetze.“

**Verantwortungsübernahme durch Projektmitarbeitende:**

39 Prozent der Befragten bestätigen, dass ein Mangel an Verantwortungsübernahme durch die Projektmitarbeitenden zu Behinderungen im Transfer führt. So können beispielsweise strategische Interessen von Partnerinnen und Partner zur Nichtwahrnehmung der Rolle von Projektpartnerinnen und -partnern und damit der vorgesehenen Verantwortung führen, die mit einer Verminderung des Informationsaustausches bis hin zur Wissenszurückhaltung einhergehen kann und damit die Gefährdung der Gesamtzielerreichung provoziert.

**Schnelligkeit in der Umsetzung von innovativen Projektideen wird behindert durch ...**



Einflussfaktoren

Abbildung 13: Überblick über Hemmnisse der Schnelligkeit in der Umsetzung innovativer Projektideen (N = 77, Quelle: eigene Darstellung)



### Schlussfolgerungen zur Schnelligkeit

Mit Blick auf das übergeordnete Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen zu sichern, ist eine Beschleunigung in den Entwicklungsprozessen sowie der Verwertung und Verbreitung guter Lösungen zu erreichen, um mit der Entwicklungsgeschwindigkeit der Wettbewerber aus der „Nicht-Automobilindustrie“ – beispielsweise Apple oder Google – konkurrieren zu können. Die Akzeptanz der Möglichkeit des Scheiterns von risikobehafteten Forschungsprojekten unterstützt die Forderung nach einer Beschleunigung in Forschung und Entwicklung, da dies die Möglichkeit eröffnet, unrentable Projekte auch vorfristig abzubrechen, um sich anderen Themen zuzuwenden.

#### ■ Intensive Zusammenarbeit über alle Projektphasen

Die intensive Abstimmung aller Beteiligten über alle Projektphasen – Antragsstellung, Projektdurchführung und Umsetzung – bildet die Basis für einen schnellen, branchenweiten Transfer von Lösungen. Gelingt es in den jeweiligen Projektphasen nicht, die Bedarfe und Aufgaben der Partnerinnen und Partner aufeinander abzustimmen, so sind Behinderungen in der Projektabwicklung sowie im Transferprozess der Ergebnisse durch diejenigen Partnerinnen und Partner zu erwarten, deren Interessen in der Abstimmung keine Berücksichtigung gefunden haben. Die Intensivierung der Abstimmung der Partnerinnen und Partner zu den Erwartungen, Aufgaben, Rechten und Pflichten im Prozess führt zu mehr Verbindlichkeit seitens der Partnerinnen und Partner und unterstützt aufgrund des erhöhten Prozessverständnisses die effiziente Bearbeitung sowie Umsetzung.

#### ■ Transfer über alle Projektphasen unterstützen

Aufgrund unklarer Verantwortlichkeiten, Aufgaben, Folgeinvestitionen, Rechten an den vorhandenen systemischen Entwicklungen sowie Pflichten im Rahmen einer gemeinschaftlichen Verwertung kommt es zu Verzögerungen im Transfer guter Entwicklungen. Der Transfer wird heutzutage nur im Ansatz im Rahmen der Antragsstellung berücksichtigt, im Rahmen der Projekte nicht detailliert oder über die Projektlaufzeit verfolgt. Zum Beispiel werden bislang die relevanten Bedarfs- und Interessengruppen im Zusammenhang mit den Entwicklungen nicht frühzeitig identifiziert, folglich kann auch eine zielgruppenspezifische Vermarktung nicht frühzeitig angestoßen werden. Die Unternehmen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den FuE-Konsortien sind aufgefordert, über alle Projektphasen hinweg ein detailliertes Transferkonzept zur internen und externen Vermarktung und Verwertung bereitzustellen.

#### ■ Permanente Wirkungsanalyse des Vermarktungspotenzials

Die Kontrollmechanismen der Projektträger zum Transfererfolg sind durch eine projektinterne Analyse der Wirkung des Transferkonzeptes zu ergänzen. Da die Projekte kontinuierlich veränderlichen Rahmenbedingungen unterliegen, ist es zukünftig neben der Erstellung eines Verwertungs- und Vermarktungskonzeptes für die Konsortien von Bedeutung, das Konzept über die Projektlaufzeit kontinuierlich auf Validität zu prüfen. Neue Technologien werden eingeführt, Unternehmensstrukturen verändern sich, neue Märkte werden erschlossen etc. Diese Veränderungen können eine Anpassung des Verwertungs- und Vermarktungskonzeptes erforderlich machen, um einen schnellen Transfererfolg zu sichern. Die Transparenz über die Effektivität der Maßnahmen unterstützt die Konsortien in ihren Bemühungen um einen schnellen Transfer, da Anpassungen an dem bisherigen Transferkonzept ermöglicht werden.

#### ■ Anreizsysteme für schnelle Umsetzungen in der Praxis schaffen

Langsamkeit im Transfer von Entwicklungen beziehungsweise das Ausbleiben des Transfers wird oftmals mit dem Entwicklungsreifeegrad der entwickelten Lösungen beziehungsweise einer mangelnden Kompatibilität mit den vorhandenen Lösungen in den Unternehmen begründet. Hier liegt für die einzelnen Unternehmen ein Missverhältnis des Ertrags gegenüber dem Aufwand einer Weiterentwicklung der Projektprototypen zugrunde. Das Potenzial von Projektergebnissen lässt sich im Kontext von Industrie 4.0 jedoch nicht mehr allein mit Blick auf den Mehrwert für Einzelne bewerten, sondern ist verstärkt vor dem Hintergrund der Branchenentwicklung zu bewerten. Systemische Entwicklungen, die dem einzelnen Unternehmen wenig wirtschaftliches Potenzial bieten, jedoch das Potenzial aufweisen, den Erfolg der gesamten Wertschöpfungskette zu fördern, sind für die Branche wünschenswert und in ihrer Umsetzung zu unterstützen. Die Umsetzung von Branchenlösungen ist von volkswirtschaftlicher Bedeutung und erfordert politische Maßnahmen. Hier gilt es Anreize für die Unternehmen zum Transfer der Ergebnisse in die Branche zu schaffen. Durch die Schaffung geeigneter Organisationsstrukturen zum Transfer guter Projektergebnisse sowie das Angebot geeigneter Unterstützungsverfahren für die Einführung von neuen Lösungen, vor allem für KMU, sind diese Umsetzungsprozesse gezielt zu unterstützen.

### 4.2.3 Wandelbarkeit

Unter dem Aspekt Wandelbarkeit von Forschungsprojekten sollen im Folgenden die Treiber und Hemmnisse für die Verwertung und

Verbreitung diskutiert werden. Nachfolgende Abbildung 14 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Online-Befragung zu Treibern und Hemmnissen aufgrund der Wandelbarkeit in Projekten (siehe auch Anhang A.2 Abbildung 31).

#### Treiber und Hemmnisse

**Mittelverwaltung und Möglichkeiten der Aufwandsverschiebung:** 67,6 Prozent der Befragten bestätigen, dass fehlende Möglichkeiten zur unbürokratischen Aufwandverschiebung unter den Unternehmenspartnern dem Charakter von Forschungsprojekten entgegenstehen, der eine agile Vorgehensweise erfordert. Über die Projektlaufzeit entwickelt sich erst ein vollständiges Verständnis zur Projektidee und zum Zusammenspiel der Teilergebnisse. Daher sollte die Projekt- sowie Aufwandsplanung diesem Sachverhalt angepasst werden dürfen, um die Zielerreichung zu fördern und den Forschenden die notwendige Handlungsflexibilität für eine zügige Projektabwicklung zu geben. Mit dem sich entwickelnden Projektverständnis kann sich die Leistungsbereitschaft einzelner Partnerinnen und Partner ändern, wenn die Realisierung der Projektziele keinen relevanten Beitrag zu ihren Unternehmenszielen liefern würde. Um Verzögerungen in der Projektdurchführung zu vermeiden, kann eine mögliche Anpassung des Projektplans diesem Hindernis entgegenwirken. Die Nichtberücksichtigung geänderter Projektbedingungen im Rahmen der Projektplanung führt zur Einschränkung des Entwicklungspotenzials, zum Beispiel aufgrund unzureichender Nutzung der vorhandenen Kompetenzen.

*„Es können gruppenspezifische Prozesse sein [...], dass ein Konsortialpartner irgendwie doch nicht ganz so gut arbeitet oder immer nur sagt, er arbeitet und liefert nicht. [...] Aber dadurch, dass wir ein relativ starkes Netzwerk hatten und sich einige sehr sehr gut kannten, hatte man die Möglichkeit, das aufzufangen.“*

*„[...] wir haben jetzt wirklich Aufwände verschoben. Also wenn klar war, es gibt einen Partner, der gut ist, der willig ist, dem das auch in seine Strategie reinpasst, dann haben wir Arbeitspakete, Aufwände und dann damit auch Förderungen verschoben und das würde ich viel intensiver machen. Das war allerdings immer aufwendig mit dem Projektträger [...].“*

*„Es gab Partner, die vor dem Fördermittelgeber ‚gedeckt‘ werden mussten, da sie nicht viel geschafft haben, es wurden Budget/Rollen auf andere Unternehmen verschoben.“*

**Anpassung des Projektgesamtziels:** 66,3 Prozent der Befragten bestätigen, dass die fehlenden Möglichkeiten zur Anpassung des Projektgesamtziels den Erfordernissen zur Wandelbarkeit von Forschungsprojekten entgegenstehen. Über die Projektlaufzeit unterliegen das Projekt sowie die Projektpartnerinnen und -partner unterschiedlichen exogenen Einflüssen, etwa sich ändernden Marktbedarfen. Dies führt zu geänderten Projektanforderungen bis hin zu einer veränderten Motivation der Beteiligten am Projekt. Die Nichtberücksichtigung der geänderten Anforderungen provoziert Entwicklungen an den Marktbedarfen vorbei beziehungsweise auf Basis veralteter Technologien oder an den Interessen der Partner vorbei und gefährdet sowohl die Verwertung als auch Verbreitung von Projektergebnissen.

**Langfristige, thematische Forschungsprogramme:** 65 Prozent der Befragten sehen die mangelnde Wandlungsfähigkeit in der Forschung in den langfristigen, themenspezifischen Förderprogrammen begründet. Die Programme provozieren Anträge und Ergebnisse, die aufgrund der Nichtberücksichtigung aktueller Entwicklungen der Märkte und Technologien an den Bedarfen vorbeigehen. Die Verwertung sowie Verbreitung sind hierdurch gefährdet.

**Zusammensetzung der Konsortien:** 61,1 Prozent der Befragten bestätigen, dass die fehlenden Möglichkeiten zur Anpassung der Konsortien eine agile Forschung behindern. Über die Projektlaufzeit können sich die Interessenslagen der Partnerinnen und Partner verschieben beziehungsweise Veränderungen der wirtschaftlichen Situation aufseiten der Partnerunternehmen ergeben, die zu einer geänderten Motivationslage der Partnerinnen und Partner in Bezug auf die Projektbeteiligung führen können. Ferner können veränderte Marktbedarfe wie neue technische Möglichkeiten neue Anforderungen an die Kompetenzen der Projektpartnerinnen und -partner hervorbringen. Die Anforderungen der Projektpartnerinnen und -partner sind zu berücksichtigen, um Hindernisse im Projekt, wie die Nichtwahrnehmung der Verantwortung, zu vermeiden. Darüber hinaus sind die Kompetenzanforderungen zur Durchführung der geplanten Projektaufgaben zu beachten, damit die Projektziele erreicht werden können.

*„Als Controller würde ich sagen: Es braucht einen Transferverantwortlichen, der nur dafür bezahlt wird. Das wäre meines Erachtens die sauberste Lösung, der dafür auch eine Verantwortung hat. Der zu Beginn mit weniger Workload dabei ist und nur auf Machbarkeit achtet [...].“*



*„[...] Beziehungen sind wichtig, aber hatten hier einen eher negativen Einfluss. Es gab unter den Projektteilnehmern zwei Zulieferer von einem OEM, [...] die haben sich nicht so richtig beteiligt und dann nur zugehört und unterschwellig gesagt und das verkaufen wir jetzt einem anderem OEM.“*

**Anpassung des Projektvorgehens:** 54,6 Prozent der Befragten bestätigen, dass die mangelnden Möglichkeiten zur Änderung des Projektvorgehens wesentlich sind für die unbefriedigende Wandelbarkeit von Forschungsprojekten. Über die Projektlaufzeit entwickelt sich erst ein vollständiges Verständnis der Projektidee und des Zusammenspiels der Teilergebnisse. Ein Festhalten an dem geplanten Vorgehen im Projekt lässt sowohl aktuelle Entwicklungen als auch Ableitungen eines verbesserten Vorgehens auf Basis der aktuellen Projekterkenntnisse unberücksichtigt und erhöht so die Gefahr der Entwicklung an den Marktbedarfen vorbei.

*„[...] Deliverables am Anfang zu definieren, finde ich komplett idiotisch (Wie wirkt sich die zu frühe Definition dieser Deliverables Ihrer Meinung nach aus? Anmerkung des Interviewers), dass ich Aufwand in Sachen stecke, die keinen Mehrwert haben.“*

**Anpassung der Projektteilziele:** 52 Prozent der Befragten bestätigen, dass die fehlenden Möglichkeiten zur Anpassung der Projektteilziele die Wandelbarkeit von Forschungsprojekten behindern. Die Veränderung der Marktbedarfe über die Projektlaufzeit kann eine Veränderung der Projektteilziele erfordern. Die Anpassung der Teilziele zur Vermeidung von Entwicklungen, die an den Marktbedarfen vorbeigehen und damit auch den Transfer von Entwicklungen hemmen, wird jedoch nur von einem Teil der Befragten als zielführend eingeschätzt. Der Möglichkeit zur Anpassung des Projektgesamtziels wird ein höheres Potenzial zur Unterstützung des Transfers eingeräumt.

#### Schlussfolgerungen zur Wandelbarkeit

Die Innovations-/Entwicklungszyklen der Unternehmen haben sich in der Vergangenheit drastisch reduziert. Um als Unternehmen erfolgreich am Markt zu bestehen, ist ein hohes Maß an Wandlungsfähigkeit gefordert, um die sich schnell verändernden Bedarfe der Märkte zu adressieren. Auch FuE-Entwicklungsprojekte müssen die Schnelligkeit der Märkte stärker als bislang berücksichtigen, um auf sich verändernde Rahmenbedingungen des Projektes wie Marktnachfrage und Interessenlagen der Partner mit geeigneten Maßnahmen zu reagieren und gegenzusteuern. Eine Entwicklung an den Marktbedarfen und technischen Möglichkeiten vorbei kann durch eine stärkere Einbindung von Bedarfsgruppen in die Anträge sowie mehr Flexibilität in der Ausgestaltung der Projektdurchführung verhindert werden.

#### Wandelbarkeit in der Forschung wird behindert durch ...

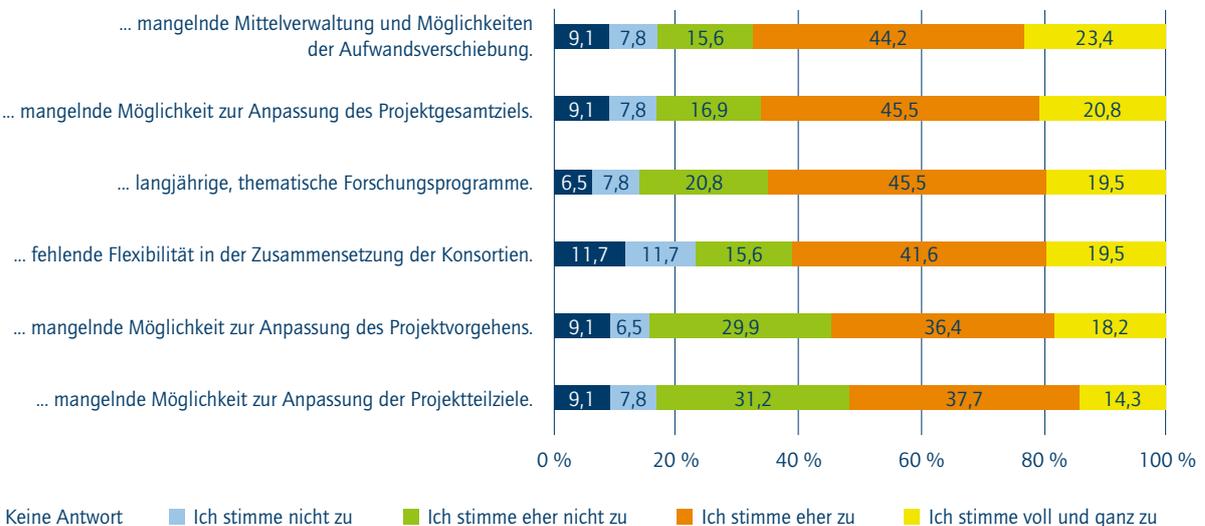


Abbildung 14: Überblick über Hemmnisse der Wandelbarkeit in der Forschung (N = 77, Quelle: eigene Darstellung)

- **Veränderungen akzeptieren**

Forschungsprojekte sind risikobehaftet, ihr Bestimmtheitsgrad hinsichtlich des Projektablaufs, der Ergebnisse und des Ressourcenbedarfs ist im Voraus nicht klar quantifizierbar. Diese Unbestimmtheit ist ein elementares Charakteristikum von Forschung, welches Vorgehen sowie zu erwartende Ergebnisse und damit auch den Transfer beeinflusst. Das Gesamtverständnis zu dem Projektgesamtziel und dem Zusammenwirken der Teilergebnisse bildet sich erst über die Laufzeit aus. Die frühzeitige Festlegung des Projektvorgehens sowie der Start- und Endtermine für die Aktivitäten steht einer agilen Vorgehensweise entgegen. Das weitere Vorgehen sollte stärker unter Berücksichtigung vorliegender Projekterkenntnisse sowie unter Beachtung der Branchen- und Konsortiumsziele erfolgen. Das über die Projektlaufzeit hinzugewonnene Wissen um die möglichen Projektergebnisse wird nicht nur das Vorgehen im Projekt beeinflussen, sondern auch auf die Vermarktung der Ergebnisse Einfluss haben. Neben der Projektplanung ist das Verwertungs- und Vermarktungskonzept kontinuierlich auf den Prüfstand zu stellen, um die Wirkung von Veränderungen der Projektrahmenbedingungen auf das Projekt und dessen Transfererfolg zu antizipieren und erforderliche Anpassungen des Projektvorgehens und der Projektziele zu planen.

- **Eine effektive Projektsteuerung durch eine objektive Projektleiterin/einen objektiven Projektleiter ermöglichen**

Eine agile Vorgehensweise in den Projekten erfordert zunächst eine kompetente Projektleitung, die fähig ist, auf Basis aktueller Entwicklungen das Vorgehen im Projekt den Bedarfen der Partner und Märkte sowie den Kompetenzen der Partner anzupassen. Aktuell sind die Handlungsfähigkeiten der Konsortien beschränkt. Die Projektleitung verfügt zum einen nicht über hinreichende Befugnisse, die erforderlichen Veränderungen ad hoc einzuleiten. Bei einer „Schieflage“ des Projektes fehlen der/dem Projektleitenden die Mittel, um zum Beispiel Entscheidungen über Unternehmensgrenzen hinweg durchzusetzen, geeignete Sanktionen gegen ineffiziente Partner zu verhängen, Aufwandsverschiebungen zwischen den Partnern oder Kompetenzveränderung durch einen Partnerwechsel innerhalb der Konsortien vorzunehmen. Zum anderen ist die Projektleitung oftmals nicht in der Lage, objektive Entscheidungen in Bezug auf die Projektentwicklung zu fällen. Dies ist vor allem ihrer eigenen Unternehmenszugehörigkeit geschuldet, die Interessen des Konsortiums den Unternehmensinteressen unterordnet. Die Wahl der/des Projektleitenden ist zukünftig auf Basis der fachlichen, methodischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen der Kandidatinnen und Kandidaten zu treffen, um eine Professionalisierung des FuE-Projektmanagements zu erreichen.

- **Scheitern einräumen**

Zukünftige Projekte werden einem permanenten Gestaltungsprozess unterliegen. Agil auf neue Erkenntnisse innerhalb und außerhalb des Projektes reagieren zu können, wird ein Kennzeichen erfolgreicher Forschung werden. Dies umfasst zudem die Erkenntnis, dass die Ergebnisse aus Projekten der angewandten Forschung für die Industriepartner nicht den ursprünglich vermuteten Mehrwert für die praktische Anwendung aufweisen. Unternehmen und Wissenschaft sind hier zum ehrlichen Umgang mit den Ergebnissen ihrer Arbeit aufgefordert und der Projektabbruch ist als eine Möglichkeit des Projektendes zu akzeptieren. Um Zeit und Ressourcen zu sparen, sind Wege für einen schnellen Abbruch von Projekten zu eröffnen. Dabei sind die Belange der Wissenschaft im Besonderen zu beachten und die Fortführung der wissenschaftlichen Arbeiten zu sichern. Aufgrund des Projektabbruchs frei werdende Mittel können vom Fördergeber zur Unterstützung des Transfers von bereits existierenden Lösungen mit hoher praktischer Erfolgsaussicht eingesetzt werden. Somit werden Fördermittel effektiv genutzt, um gesamtheitlich den Transfer erfolgversprechender Lösungen zu unterstützen.

#### 4.2.4 Marktorientierung

Unter dem Aspekt Marktorientierung von Forschungsprojekten sollen nachfolgend die Treiber und Hemmnisse für die Verwertung und Verbreitung diskutiert werden. Nachfolgende Abbildung 15 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Online-Befragung zu Treibern und Hemmnissen der Marktorientierung von Lösungen (siehe auch Anhang A.2 Abbildung 32).

##### Treiber und Hemmnisse der Marktorientierung

**Einbindung potenzieller Kundschaft während der Projektlaufzeit:** 72,7 Prozent der Befragten bestätigen, dass die mangelnde Einbindung potenzieller Kundschaft innerhalb der Projektlaufzeit die Entwicklung marktorientierter Lösungen behindert. Die Möglichkeit des kontinuierlichen Feedbacks seitens der Kundschaft schafft die Voraussetzung dafür, dass die Arbeiten an den Projektergebnissen flexibel auf die Ansprüche des Marktes ausgerichtet werden können. Zeitgleich bietet die Einbindung der Kundschaft während der Projektlaufzeit besonderes Potenzial zur Unterstützung der Verwertung und Verbreitung der Lösung, da sie die Aufmerksamkeit der Kundschaft für das Projekt beziehungsweise die resultierenden Projektergebnisse erhöht.

*„[...] können wir den Nutzen für den Kunden erhöhen, [...] diese Frage haben wir uns nicht immer so gestellt, [...]“*

**Einbindung potenzieller Kundschaft in der Antragsphase:**

72,8 Prozent der Befragten bestätigen, dass eine Ursache für eine mangelnde Marktorientierung der Ergebnisse von Forschungsprojekten die fehlende Einbindung von potenzieller Kundschaft in der Antragsphase ist. Die Einbindung derselben ermöglicht es, den Marktbedarf genauer zu verstehen und damit besser zu adressieren. Die Erkenntnisse unterstützen die Konsortiumsbindung ebenso wie die Identifikation von Interessensgruppen mit der Entwicklung und ermöglichen die Einbindung relevanter Parteien. Die Einbindung der Kundschaft in die Antragsphase unterstützt damit die Verwertung und Verbreitung der Ergebnisse, da die Aufmerksamkeit potenzieller Kundschaft für das Projekt beziehungsweise die Projektergebnisse erhöht wird und unter Umständen auch der Marktdruck auf das Projekt entsteht.

**Zielgruppenspezifische Marketingstrategien:** 62,4 Prozent der Befragten bestätigen, dass die Verbreitung von Ergebnissen durch nicht zielgruppenadäquate Marketingmaßnahmen behindert wird. Die unterschiedlichen Interessensgruppen sind idealerweise zu einem frühen Zeitpunkt über das Projekt und die Ergebnisse zu informieren, um zum einen Feedback zu den Ergebnissen zu erhalten und zum anderen von den Inhalten zu überzeugen, um Blockierungen der Umsetzung zu vermeiden. Der Markt ist über die Vorzüge der Entwicklung zu informieren, um eine Nachfrage zu erzeugen. Eine erhöhte Nachfrage senkt in den Unternehmen das Entwicklungsrisiko und wirkt damit als Treiber der Verwertung der Ergebnisse. Wissenschaft und Industrie bewerten den Einfluss des Faktors unterschiedlich. Während 63 Prozent der Großunternehmen und 67 Prozent der KMU hierin einen wesentlichen Hinderungsgrund sehen, bestätigen nur 46 Prozent der Wissenschaftsvertreterinnen und -vertreter diese Einschätzung.

*„Ein gewisses Manko im Projekt ist es gewesen, dass man sich relativ stark darauf fokussiert hat, was ist im Konsortium gewünscht. [...] ein bisschen vernachlässigt worden ist, Dinge auch nach außen zu tragen.“*

*„Ich würde nicht nur dahingehen, wo das Thema akut ist, sondern einfach allgemein immer wieder informieren über interne Zeitungen über Projektinhalte, über Runden, in denen man präsentieren kann, Konzernarbeitskreise [...]. Einfach mehr Bühnen suchen, weil das für's Projekt gut ist und für die Mitarbeiter, die daran arbeiten auch.“*

*„[...] die Marketingaufwände waren sehr zersplittert [...]. Ich würde sagen, dass es besser wäre, wenn es eine Person zum Beispiel beim Konsortialführer gibt, [...] die die Marketingaktivitäten synchronisiert.“*

**Einbindung von Industriepartnern in der Antragsphase:**

55,9 Prozent der Befragten bestätigen die mangelnde Einbindung von Industriepartnern in die Antragsstellung als Ursache fehlender Marktorientierung der Anträge. Die Einbindung von Industriepartnern in der Antragsphase ermöglicht die Definition praxisnaher Entwicklungsanforderungen ausgehend vom Status quo bei den Partnern. So können realistische Antragsziele definiert und falsche Erwartungen der Partner an die Projektergebnisse vermieden werden. Das Risiko einer Nichtverwertung der Ergebnisse durch die Praxispartner wird dadurch vermindert.

**Langjährige Forschungsprogramme:** 55,9 Prozent der Befragten bestätigen, dass langjährige Forschungsprogramme hinderlich für die Marktorientierung von Antragsideen sind. Die mangelnde Berücksichtigung aktueller Marktbedingungen und Erfordernisse kann zu Entwicklungen führen, die an den Marktbedarfen vorbeigehen. Die fehlende Marktorientierung behindert dann die Verwertung in den Unternehmen. Mit 61 Prozent Zustimmungsgang sehen hierin insbesondere KMU-Vertreterinnen und -Vertreter ein großes Hemmnis für die Marktorientierung. Unter Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erhält der Faktor nur vierzig Prozent Zustimmung als Hemmnis für die Marktorientierung von FuE-Projekten.

*„Die Ausschreibung war ein Stück weit überambitioniert für das, was die KMUs brauchen. [...] der Spagat war zu groß, zwischen dem, was sich das BMBF gewünscht hat und dem, was die Unternehmen wollten.“*

**Einbindung einer Vertriebspartnerin/eines Vertriebspartners in die Konsortien:**

50,7 Prozent der Befragten bestätigen, dass die fehlende Einbindung geeigneter Vertriebspartner in die Konsortien einer schnellen Verwertung und Verbreitung entgegenstehen. Insbesondere die Industrievertreterinnen und -vertreter sehen in der mangelnden Einbindung von Vertriebspartnern eine Behinderung der Marktorientierung. 62 Prozent der Befragten aus Großunternehmen und 61 Prozent der KMU-Vertreterinnen und Vertreter bestätigen die mangelnde Einbindung als

Hemmnis. Diese Meinung teilen nur 43 Prozent der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

**Kompetenzen des Konsortiums zur Bearbeitung der Thematik:** 31,2 Prozent der Befragten sehen die Kompetenzen der Konsortialpartnerinnen und -partner und ihre Marktkenntnis als Ursache der mangelnden Marktorientierung. Die Mehrheit der Befragten kann diese Aussage nicht bestätigen.

*(In Bezug auf die Kompetenz von Doktoranden; Anmerkung der Autorinnen und Autoren:) „Fachwissen fehlte teilweise und dann auch diese handwerklichen Sachen, zum Beispiel wie arbeite ich in einem Projektteam, wie kommuniziere ich miteinander [...] und grundsätzliche Projektteamfähigkeiten.“*

*„Die gezielte Kooperationsausgestaltung ist Ursache dafür, dass keine Kompetenzen innerhalb des Konsortiums vermisst wurden. [...] Man hat versucht die Kompetenzen so auszugestalten, dass sie sich ergänzen, aber nicht ersetzen.“*

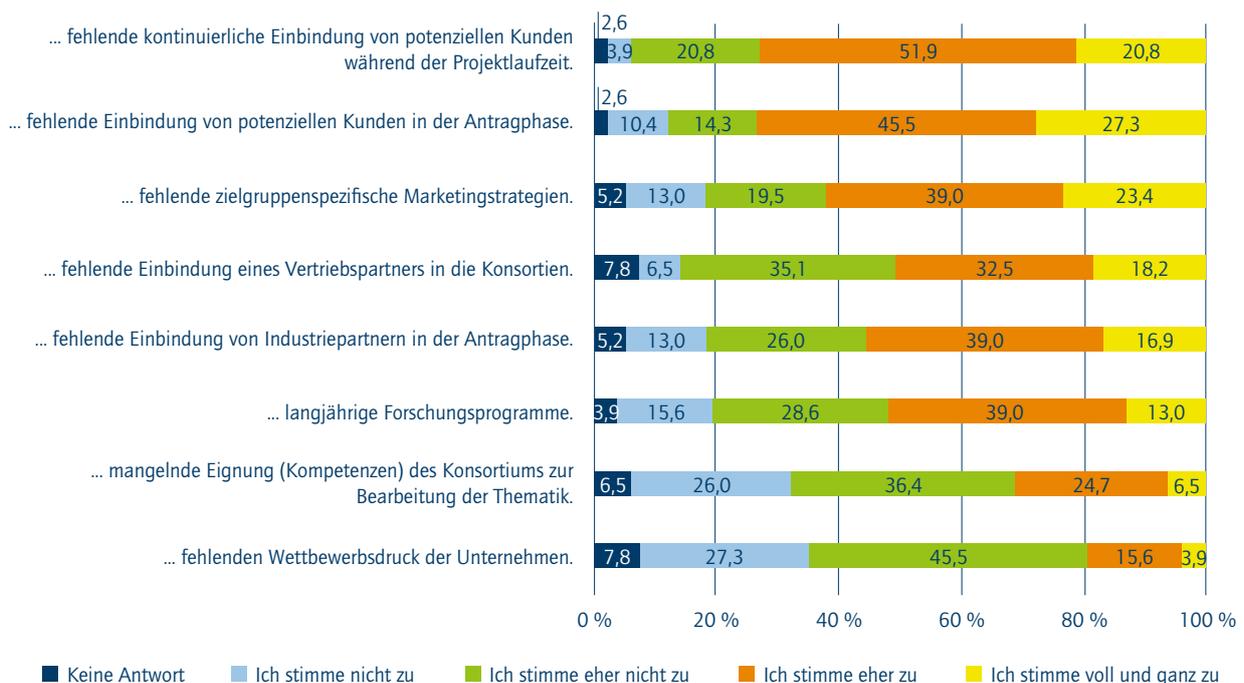
**Wettbewerbsdruck der Unternehmen:** 19,5 Prozent der Befragten bestätigen, dass ein Fehlen von Wettbewerbsdruck die Marktorientierung verhindert. Die Mehrheit der Befragten kann diese Aussage nicht bestätigen.

**Schlussfolgerungen zur Marktorientierung**

Die Auslöser für neue Entwicklungen können in unbefriedigten Bedürfnissen der Kundschaft (Market Pull) oder in der Forschung und Entwicklung (Technology Push) liegen. Industrie 4.0 ist eine Kombination aus Technology Push und Market Pull, das heißt, nicht für alle Entwicklungen ist die spätere Kundschaft bereits bekannt – die Entwicklungen können im Extremfall neue Märkte entstehen lassen. Die Einbindung potenzieller Bedarfs- und Interessensgruppen von der Antragsstellung bis zu einer kontinuierlichen Beteiligung über die Projektphase sichert die Definition marktorientierter Entwicklungen und vermindert das Risiko der Blockierung von Entwicklungen durch nichtbeteiligte Dritte zum Beispiel die Spezifikation von Branchenstandards.

- **Kollaborationsfähigkeit der Netzwerkpartner stärken**  
Jede Veränderung oder Technologie- und Methodenintegration in einem Unternehmen oder in seinen Unternehmensteilen betrifft immer auch diverse Partner im Netzwerk. So müssen diese

**Die Marktorientierung der FuE-Ergebnisse wird behindert durch ...**



Einflussfaktoren

Abbildung 15: Überblick über Hemmnisse der Marktorientierung von FuE-Ergebnissen (N = 77, Quelle: eigene Darstellung)



Partner Schnittstellen zu den Technologien schaffen, die veränderten Prozesse bedienen, die eigenen Systeme anpassen, an den Veränderungen partizipieren, eigene Optimierungsziele nicht gefährden und die eigenen Unternehmenspartner nicht belasten. Die aktive Einbindung aller Bedarfs- und Interessensgruppen in die Entwicklungen zur Förderung des Erkennens des Nutzens der Lösungen für Einzelne oder für die Branche ist angeraten. Die aktive Vermarktung der Ergebnisse an die Gruppen erfordert von allen Konsortialpartnern ein hohes Maß an Kollaborationsfähigkeit, um Erkenntnisse, die für die gesamte Branche Nutzen stiften, ebendieser zur Verfügung zu stellen. Die Vertreterinnen und Vertreter in den Konsortien müssen demnach nicht nur befähigt werden, ihre Erkenntnisse der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen, sondern darüber hinaus müssen sie hierfür auch bereit sein.

- **Klare Verantwortlichkeiten im Transfer benennen**

Die Konsortien sind gefordert, intensiv die Verwertung und Vermarktung ihrer Lösungen zu unterstützen. Die aktuell in den Antragsstellungen zu planende Verwertung ist mit Blick auf die Transferunterstützung zu einem Transfer- und Kollaborationskonzept umzugestalten, welches die gemeinsamen Aktivitäten des Konsortiums zur Verwertung und Vermarktung über die Projektlaufzeit sowie die anschließende Umsetzungsphase beschreibt. Das Konzept ist von den Konsortien zu spezifizieren und bereitzustellen. Um Zeitverzug in der Umsetzung zu verhindern, benennen die Partner in dem Konzept dabei konkret die Rechte und Pflichten, die sie einander gegenüber im Transfer der Lösungen haben.

- **Marktorientierung der Entwicklungen sichern**

Um Ergebnisse marktorientiert zu entwickeln, sind die Bedarfs- und Interessensgruppen aktiv über das Projekt und den Fortschritt zu informieren sowie adäquate Maßnahmen zu ihrer Einbindung zu benennen. So können die Projektergebnisse während der Projektlaufzeit den identifizierten Bedarfs- und Interessensgruppen regelmäßig zur Diskussion oder zum Test bereitgestellt werden, um ihre Marktnachfrage zu evaluieren. Durch die aktive Vermarktung lassen sich frühzeitig Interessenkonflikte erkennen und gegensteuernde Maßnahmen ergreifen. Die branchenweite Umsetzung von Industrie 4.0 kann nur dann erfolgreich sein, wenn es gelingt, allen Bedarfs- und Interessensgruppen der Branchenentwicklung den individuellen wie gesamtwirtschaftlichen Nutzen der Lösungen zu vermitteln.

- **Strategische Entwicklungen gezielt fördern**

Die Verbreitung guter Projektergebnisse muss aktiv und organisiert erfolgen. Diejenigen Projektergebnisse, die einen

hohen Mehrwert für die Branche erwarten lassen, sind dabei im besonderen Maße an die Bedarfs- und Interessensgruppen aktiv und zielgruppenspezifisch zu vermarkten. Erst das eigene Erkennen des Nutzens der Lösung durch die Branchenvertreter unterstützt auch deren Verbreitung. Die gemeinsame Entwicklung aller Netzwerkpartner, das heißt im Wesentlichen die aufeinander abgestimmte Entwicklung aller Netzwerkpartner, muss dabei vorrangiges Ziel sein, um über gesamte Wertschöpfungsketten die hohen Potenziale von Industrie 4.0 zu erschließen. Die Beschleunigung der Umsetzungsprozesse, vor allem bei den KMU, setzt neue Organisationsstrukturen und Unterstützungsverfahren voraus, zum Beispiel neue Strukturen und Einrichtungen, welche den Transfer von Forschungsergebnissen in die praktische Anwendung unterstützen.

#### 4.2.5 Wirtschaftlichkeit

Unter dem Aspekt Wirtschaftlichkeit von Forschungsprojekten sollen nachfolgend die Treiber und Hemmnisse für die Verwertung und Verbreitung diskutiert werden. Nachfolgende Abbildung 16 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Online-Befragung zu Treibern und Hemmnissen der Wirtschaftlichkeit von Lösungen (siehe auch Anhang A.2 Abbildung 33).

##### Treiber und Hemmnisse der Wirtschaftlichkeit

**Kosten der Operationalisierung der FuE-Ergebnisse:** 68,9 Prozent der Befragten bestätigen, dass die erforderlichen Folgeinvestitionen zur Operationalisierung der FuE-Ergebnisse den wirtschaftlichen Erfolg behindern. Eine für die Unternehmen nichtwirtschaftliche Weiterentwicklung steht der Verwertung ebenso wie eine fehlende Bewertung von Ertrag und Aufwand für die Unternehmen entgegen.

**Marktbedarf nach FuE-Ergebnissen:** 57,2 Prozent der Befragten bestätigen, dass der fehlende Marktbedarf ein Hindernis der Verwertung der Ergebnisse ist. Wenn die Ergebnisse an den Marktbedarfen vorbei entwickelt werden oder es nicht gelingt, der potenziellen Kundschaft den Nutzen des Produktes aufzuzeigen, dann wird die Bereitschaft für Folgeinvestitionen sehr gering sein, da das wirtschaftliche Potenzial unbekannt ist.

*„Es war von Anfang an klar, dass der Projektpartner aus der Wirtschaft [...] langfristig (mit den Projektergebnissen; Anmerkung der Autorinnen und Autoren) weitermachen wollte. Es war kein Show Case [...].“*

„[...] da sind die Industriellen ‚stärkere Profis‘, weil sie sich immer wieder selbst hinterfragen, wo der persönliche Nutzen an den Ergebnissen liegt.“

„Weg vom Forschen um des Forschens willen hin zum Forschen für den Kundennutzen. Das ist allerdings eine Philosophie-/Einstellungsfrage. [...] Die monetäre Darstellung hätte man deutlich früher transparent machen sollen.“

**Kompatibilität der FuE-Ergebnisse mit der vorhandenen Infrastruktur, Produktportfolio:** 59,8 Prozent der Befragten bestätigen, dass die fehlende Kompatibilität der Ergebnisse mit der vorhandenen Infrastruktur und dem Produktportfolio die Wirtschaftlichkeit der Ergebnisse behindert. Der Aufwand zur Erreichung der Passfähigkeit mit der vorhandenen Struktur oder dem Portfolio übersteigt den erwarteten Ertrag der Lösung, sodass die Verwertung verhindert wird.

„[...] der Digitalisierungsgrad [...] war nicht vorhanden. [...] Also der Aufsatzpunkt bei den KMUs ist quasi Null.“

**Controlling der Wirtschaftlichkeit der angedachten FuE-Ergebnisse:** 40,3 Prozent der Befragten bestätigen, dass ein fehlendes permanentes Controlling der Wirtschaftlichkeit der FuE-Ergebnisse über die Projektlaufzeit den wirtschaftlichen Erfolg der Ergebnisse behindert. Ein permanentes Controlling unterstützt die frühzeitige Schaffung von Transparenz für alle Projektbeteiligten hinsichtlich des Ertrags und Aufwands der geplanten Lösung. Zu Beginn des Projektes liegen für den Ertrag und den Aufwand nur grobe Abschätzungen vor, die es jedoch über die Laufzeit zu konkretisieren gilt. Die Mehrheit der Befragten sieht in einem permanenten Controlling keinen Treiber für die Verwertung.

**Schlussfolgerungen zur Wirtschaftlichkeit**

Um Hürden von Industrie 4.0-Umsetzungsprojekten abzubauen (zum Beispiel im Mittelstand), ist verstärkt der wirtschaftliche Mehrwert für die Unternehmen aufzuzeigen, da sonst das Entwicklungsrisiko und die Unsicherheit die Investitionsentscheidung behindern können. Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit von Industrie 4.0-FuE-Ergebnissen wird im Anschluss an das Projekt innerhalb der Unternehmen gefordert und muss daher zum integralen Bestandteil der Projekte werden, um den Transfer zu unterstützen. Die Dokumentation der Erkenntnisse als Best Practice für die Branche schafft darüber hinaus Aufmerksamkeit und Vertrauen in Bezug auf die Entwicklungsreife von Industrie 4.0.

▪ **Gemeinsame Basis schaffen**

Die Heterogenität der Systemlandschaft und Entwicklungsgrade der Unternehmen der Branche erschweren den schnellen Transfer ganzheitlicher Lösungen. Die hohen Kosten der Operationalisierung führen zu einer lückenhaften Umsetzung von Ergebnissen, die ihr volles Potenzial über die Lieferkette nicht entfalten können. Hier gilt es Verbindlichkeiten für die gemeinsame Branchenentwicklung zu treffen, die unter anderem den systemischen Voraussetzungen gelten

**Der wirtschaftliche Erfolg von FuE-Projektergebnissen wird behindert durch ...**

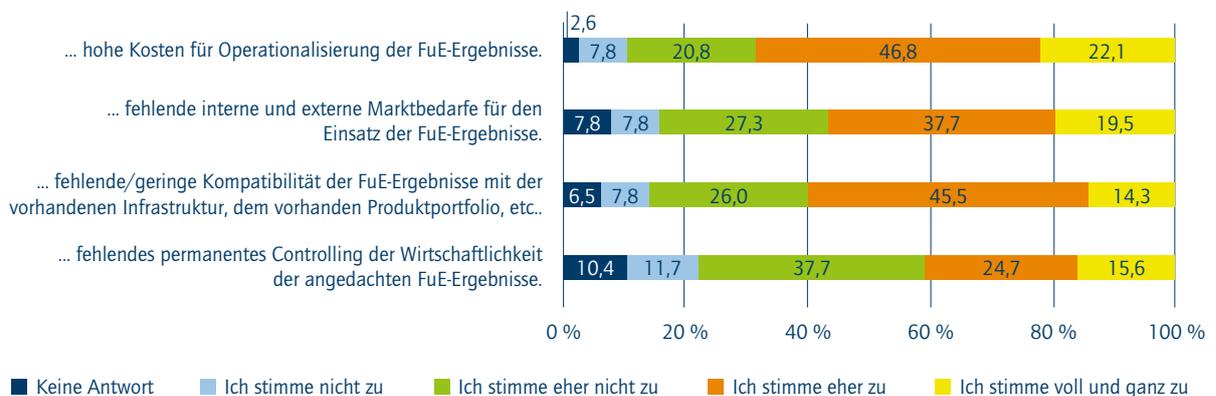


Abbildung 16: Überblick über Hemmnisse der Wirtschaftlichkeit von FuE-Projekten (N = 77, Quelle: eigene Darstellung)



können, um den Einsatz guter Ergebnisse netzwerkweit voranzubringen und die weitere Diversifizierung von Methoden und Technologien in den Netzwerken einzudämmen. Die Einführung branchenweiter Entwicklungsstandards kann dazu führen, dass einzelne Unternehmen auf dem Weg gezielt zu unterstützen sind, da die Entwicklungskosten die Möglichkeiten und den Mehrwert für einzelne Unternehmen übersteigen.

- **Wirkungsanalyse der Lösungen vornehmen**

Um frühzeitig im Projekt den Mehrwert der Lösungen für das eigene Unternehmen zu erkennen, sind die Projektergebnisse mit Blick auf potenzielle Erträge und Aufwände zu bewerten. Durch die Konsortialpartnerinnen und -partner ist individuell ein permanentes Controlling der Projektergebnisse und zu erwartenden Folgeaufwendungen zur Operationalisierung der Ergebnisse durchzuführen, das heißt, die Weiterentwicklung zu einem Produkt oder die Anwendung eines Produktes im Unternehmen muss bewertet werden. Die Kosten-Aufwand-Analyse bringt allen Partnern ein mehr an Transparenz. Bereits zu Beginn des Projektes unterstützt die Betrachtung die Entscheidung zur Teilnahme am Forschungsprojekt und fördert Bewusstsein für Folgeaktivitäten und -aufwände. Über die Projektlaufzeit bietet die Kosten-Aufwand-Analyse eine transparente Entscheidungsgrundlage in Diskussionen zum weiteren Projektvorgehen.

## 4.3 Zusammenfassung

Auf Basis der identifizierten Einflussfaktoren im Zusammenhang mit dem Ergebnistransfer wurden mit zwölf Fachleuten leitfragengestützte Interviews durchgeführt, um verschiedene Projekterfahrungen zu der Wirkung der Einflussfaktoren in Bezug auf den Transfer von FuE-Projektergebnissen zu identifizieren. Aus den Interviews konnte keine eindeutige Zuordnung einer treibenden oder hemmenden Wirkung eines Faktors im Hinblick auf den Transfer gewonnen werden. Vielmehr bestätigte sich das Bild der Literaturrecherche und Projektuntersuchung, dass die Konstellation an Einflussfaktoren in Summe über den Transfererfolg entscheidet. Jeder der identifizierten 24 Einflussfaktoren kann sowohl zu einem Treiber als auch zu einem Hemmnis des Transfers werden. Aus den Interviews konnten zu den Faktoren projektspezifisch Herausforderungen herausgearbeitet werden, die sich in verschiedenen Projekten wiederholten und durch eine Kontrollgruppe in ihrer Wirkung bestätigt wurden. Aus den Herausforderungen konnten fünf Zielkriterien einer transferorientierten Forschung abgeleitet werden, die es mit Blick auf Industrie 4.0-Projekte insbesondere zu berücksichtigen gilt:

- Ganzheitlichkeit
- Schnelligkeit
- Wandelbarkeit
- Marktorientierung
- Wirtschaftlichkeit

Die Erkenntnisse der mit Fachleuten geführten Interviews wurden in einer branchenneutralen Umfrage bestätigt (N = 77), sodass die Erkenntnisse auch auf andere Branchen übertragbar sind.

## 5 Vorgehensmodell

An dieser Stelle der Studie soll ein Projektvorgehen dargestellt werden, dass relevante Schritte in FuE-Projekten benennt, wesentliche Herausforderungen für den Transfer bezogen auf die Ausführung der Schritte zuordnet und anschließend Empfehlungen für ein transferorientiertes Arbeiten gibt. Die Ausführungen werden durch Hinweise zur methodischen Unterstützung der Arbeiten begleitet. Der Methodenbaukasten resultiert aus einer umfassenden Literatur- sowie FuE-Projektresearche. Die Auflistung von Methoden erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Um aus dem generischen Modell ein projektspezifisches Vorgehen abzuleiten, ist es erforderlich, die verschiedenen Ausprägungen und Merkmale von Projekten, die das Vorgehen und die Wahl der Methoden beeinflussen, vorab zu verdeutlichen.

### 5.1 Gestaltungselemente von Forschungsprojekten

Um ein Forschungsprojekt auszugestalten, ist es essenziell, sich über die verschiedenen Dimensionen der anstehenden FuE-Aufgabe bewusst zu werden. Abbildung 17 zeigt die verschiedenen Gestaltungselemente von FuE-Aufgaben mit ihren Merkmalsausprägungen.

- Der **FuE-Gegenstand** beschreibt für konkrete Entwicklungsprojekte der Industrie 4.0 die erforderlichen Veränderungen beziehungsweise Entwicklungsaufgaben. Ausgehend von der Projektaufgabe kommt es zu Veränderungen hinsichtlich der Daten, Funktionen, Prozesse/Vorgänge in den Unternehmen und Änderungen an den Systemen in den Unternehmen.
- FuE-Teilnehmende** bezeichnet alle Stakeholder, die aktiv an den Veränderungen teilhaben und in die Arbeiten eingebunden sind sowie diejenigen, die von den Erkenntnissen betroffen sein werden. Die Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement (GPM) hat das Stakeholdermanagement untersucht und die wesentlichen Anspruchsgruppen in Projekten

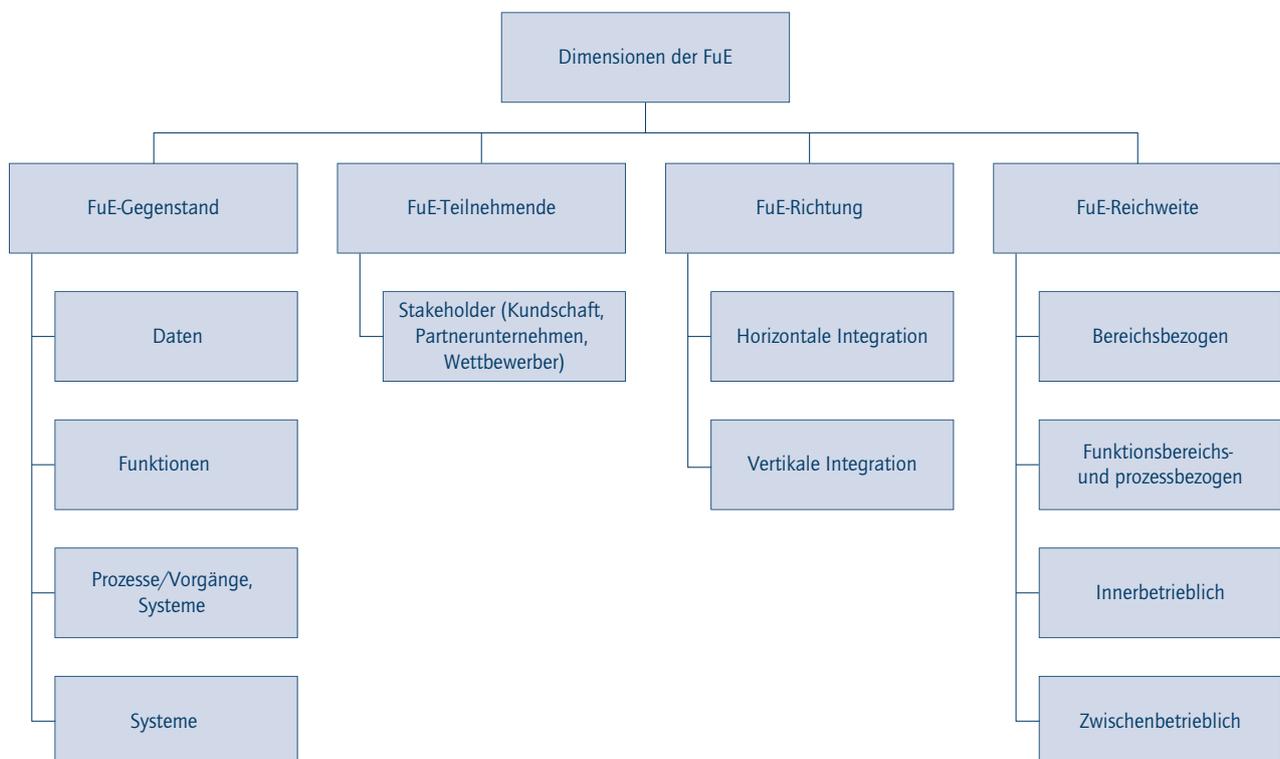


Abbildung 17: Gestaltungselemente von FuE-Projekten und ihre Ausprägungen (Quelle: eigene Darstellung)



identifiziert: Kundschaft, Management, Mitarbeitende, Shareholder, Öffentlichkeit, Fachabteilung, Politik, Partner, Lieferanten, Nutzende, Betriebsrat, Lenkungsausschuss, Consultat, Unternehmen, Konkurrenz, sonstige Stakeholder wie Auszubildende oder Vereinsmitglieder. Neben der eigentlichen Kompetenz der FuE-Teilnehmenden sind diese im Hinblick auf ihre Einstellung zum Projekt, persönliche Betroffenheit, ihre Macht/ihren Einfluss differenziert zu betrachten<sup>132</sup> und können in unterschiedlicher Weise auf den Projekt- sowie Transfererfolg einwirken.

- **FuE-Richtung und -Reichweite** bestimmen den Umfang der Arbeiten des FuE-Gegenstands und beeinflussen die Anzahl der FuE-Teilnehmenden. Die Dimension der FuE-Richtung erklärt die Ausrichtung der Integration innerhalb verschiedener Hierarchieebenen eines Unternehmens sowie zwischen diesen. Die Dimension der FuE-Reichweite lässt sich differenzieren in die Entwicklung innerhalb eines Bereiches, in funktionsübergreifende Entwicklung, in innerbetriebliche und in zwischenbetriebliche Entwicklung.

Die Aufgaben zur Entwicklung einer Industrie 4.0 sind sehr vielfältig. In Abhängigkeit des angedachten Innovations- und Entwicklungsgrades der Projekte können unterschiedliche FuE-Projekttypen angedacht sein und in unterschiedlichen, geeigneten Konsortiumskonstellationen resultieren. Ein einheitliches Vorgehensmodell für diese verschiedenartigen Projekte aufzustellen,

welches das übergeordnete Ziel einer transferorientierten Forschung unterstützt, erscheint nicht sinnvoll und nicht möglich. Wichtig erscheint es den Autorinnen und Autoren der Studie, die Vielfalt bewusst zu machen und die Leserschaft darauf hinzuweisen, dass auf Grundlage der Projektspezifika nachfolgend dargestellte Methoden und Maßnahmen zu hinterfragen und diejenigen zu wählen sind, die den Projekterfolg sowie Transfererfolg vor den gegebenen Projektbedingungen unterstützen.

## 5.2 Abgrenzung der Phasen von Forschungsprojekten

Das Vorgehensmodell besteht aus den drei Hauptphasen **Findungsphase**, **Projektphase** und **Umsetzungsphase** (siehe Abbildung 18). Innerhalb dieser existieren wiederum wichtige Zwischenschritte, die in Forschungsvorhaben parallel oder sukzessiv zu durchlaufen sind. Die Schritte der Phasen werden nachfolgend kurz dargestellt. Im Anschluss werden den dargestellten Schritten und Phasen die wesentlichen Herausforderungen des Transfers zugeordnet, die in benannter Phase wesentlich durch die Konsortialpartnerinnen und -partner beeinflusst werden können. Im Anschluss werden die Arbeitsweisen für ein transferorientiertes Arbeiten dargestellt und um Hinweise zu möglichen Methoden zur Überwindung der entsprechenden Herausforderungen ergänzt. Die Auflistung von Methoden erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

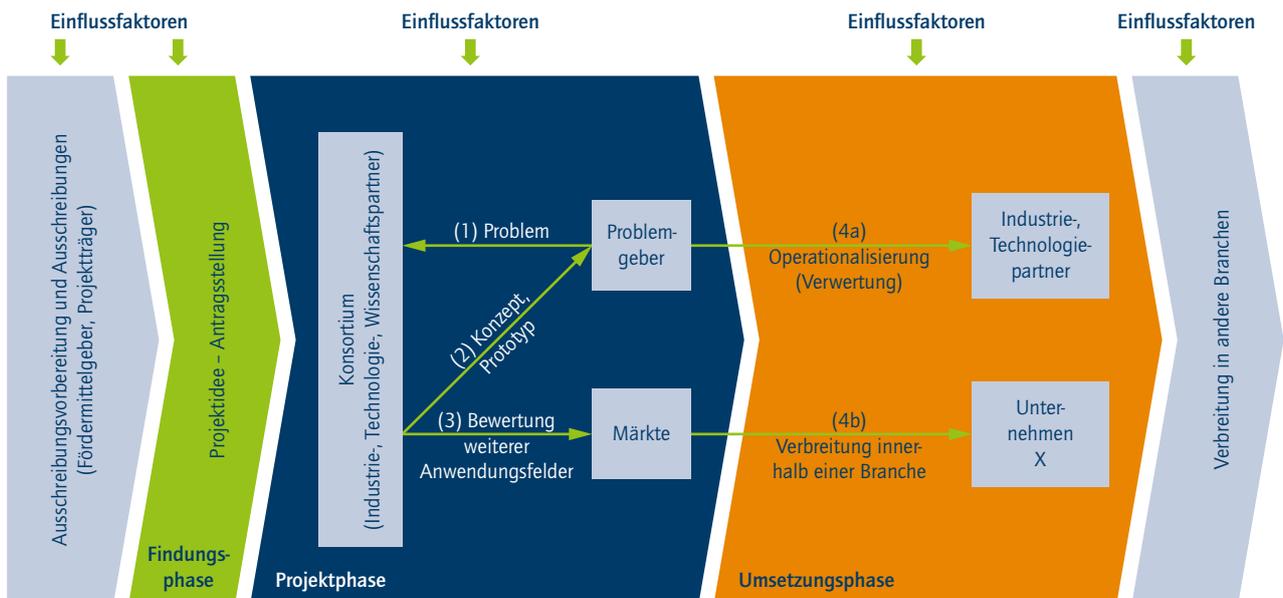


Abbildung 18: Phasen von Forschungsprojekten (Quelle: eigene Darstellung)

132 | Vgl. GPM 2015, S. 16 ff.

Die **Findungsphase oder Antragsphase** besteht aus vier Schritten, die im weitesten Sinne nicht sequenziell, sondern iterativ durchlaufen werden:

- Ausgangspunkt ist die **Ideengenerierung** – mit dem Ziel, Lösungsideen zu einer konkreten Problemstellung hervorzubringen. Diese können aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen kommen – so auch vom Management, von den Mitarbeitenden oder auch von Dritten wie der Kundschaft, Lieferanten, FuE-Einrichtungen etc. Auf Basis der Projektidee ist grob das Projektgesamtziel zu definieren.
  - In der anschließenden **Machbarkeitsstudie** steht die Überprüfung der wirtschaftlichen, technischen und organisatorischen Realisierbarkeiten der Projektidee beziehungsweise die Erreichung des Projektgesamtziels im Fokus. Das Projektgesamtziel wird in konkrete Projektteilziele unterteilt, das Vorgehen zur Erreichung dieser Teilziele in Form eines ersten Projektplans sowie entsprechender Meilensteine definiert und eine erste technische Vision entwickelt. Zudem wird die Bewertung der Wirtschaftlichkeit sowie der Risiken vorgenommen. Hierbei gilt es die Vorteile und Risiken gegeneinander abzuwägen und über die Weiterverfolgung der Projektidee zu entscheiden.
  - Die **Konsortiumsbildung** kann bereits während der Ideengenerierung starten und sich über die gesamte Findungsphase fortsetzen. In diesem Schritt ist zu prüfen, welche Kompetenzen für eine erfolgreiche Umsetzung der Projektidee notwendig sind, sowohl in fachlicher als auch in organisatorischer Hinsicht. Darauf aufbauend gilt es die entsprechenden Partner für das Konsortium auszuwählen.
  - Die Findungsphase endet mit der **Antragstellung**. In einem ersten Schritt wird eine Projektskizze für die vorgesehene Förderbekanntmachung eingereicht. Vorbereitende Aufgaben sind zum Beispiel die Klärung der Förderkriterien der einzelnen Förderprogramme und Fördermittelgeber, die Zielsetzung des Vorhabens, die Aufbereitung des Stands der Wissenschaft und Technik, die Beschreibung der konkreten Verwertungsziele der Konsortialpartnerinnen und -partner, die Aufstellung eines Arbeitsplans die Beschreibung des Marktpotenzials und -umfelds sowie eine Finanzplanung. Nach positiver Evaluation der Projektskizze ist ein Projektantrag zu schreiben und dem Projektträger vorzulegen. Hier werden die bereits genannten Punkte der Projektskizze durch die Konsortialpartnerinnen und -partner detailliert und konkretisiert.
- Die Projektphase beginnt nach Bewilligung des Projektantrags zum geplanten Starttermin des Projektes mit der **Projektinitiierung**. In diesem Schritt, welcher eine Vorstufe der eigentlichen FuE-Projektdurchführung darstellt, sind die Projektmitarbeitenden auszuwählen, die Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Rollen der Mitarbeitenden der jeweiligen Partner nochmal klar zu benennen sowie der Kommunikationsweg zwischen den Partnern festzulegen, Eskalationspfade zu beschreiben. In einem Kick-off-Projekt sind diese Festlegungen allen Partnern transparent zu machen.
  - Die anschließende **Ist-Analyse** dient dazu, bei allen Partnern ein gemeinsames Verständnis der Ausgangssituation in den Unternehmen zu schaffen und zudem die unternehmensindividuellen Herausforderungen im Gesamtprozess herauszustellen. Die Ausgangssituation sollte für alle relevanten Stakeholder analysiert und einheitlich dokumentiert werden.
  - Basierend auf der Ist-Analyse folgt die **Anforderungsanalyse**, in der für die einzelnen Stakeholder (Unternehmen beziehungsweise Nutzende oder Endkundschaft) die konkreten Anforderungen an die zu entwickelnden Ergebnisse erfasst und dokumentiert werden. Eine Bewertung der Anforderungen mit Blick auf das Erreichen des Projektgesamtziels sowie vor dem Hintergrund des Projektaufwands ist erforderlich, um zu einer angemessenen Zahl an realisierbaren und weiter zu untersuchender Anforderungen zu gelangen.
  - Der nächste Schritt ist die **Konzeptentwicklung**. Auf Basis der Ergebnisse der Anforderungsanalyse und der Kompetenzen der Partner sowie Infrastrukturen wird ein konkretes Konzept zur Lösung der Problemstellung erarbeitet, werden die Zwischenergebnisse zur weiteren Verwendung dokumentiert. Das Konzept ist zu jeder Zeit mit Blick auf das Erreichen des Projektgesamtziels zu bewerten.
  - Die **Entwicklung und Integration** umfasst die Überführung des entwickelten Konzepts in eine prototypische Lösung (Softwareprototyp, Produktprototyp etc.). Besteht die Lösung aus verschiedenen Modulen, sind diese miteinander zu verkoppeln.
  - Die Projektphase wird durch die **Validierung** abgeschlossen. In diesem Schritt steht die Erprobung, Demonstration und Validierung der bisher entwickelten Ergebnisse im Fokus. In Abhängigkeit des Entwicklungsreifegrades der Lösung kann die Validierung im Labor oder im Feldtest unter realen Bedingungen stattfinden.

Die letzte Phase des Vorgehensmodells ist die **Umsetzungsphase**. Diese besteht aus dem Schritt des **Transferprojekts**. Gemeinsam mit den bereits vorhandenen Konsortialpartnerinnen und -partnern ist die Möglichkeit des Transfers in die jeweiligen Unternehmen zu prüfen. Unter Beachtung der Vereinbarungen des Konsortialvertrags

Die **Projektphase oder FuE-Projektdurchführungsphase** besteht aus sechs Schritten:



können die Projektergebnisse aber auch weiteren potenziellen Technologiemehrnern zur Verfügung gestellt werden. Ziel dieser Phase liegt in der Weiterentwicklung der Projektergebnisse zur operativen Einsatzfähigkeit. Daher kann das Transferprojekt grundsätzlich als ein neues, für sich abgeschlossenes Projekt angesehen werden.

Aufgrund der Tatsache, dass die öffentlichen Fördermittelgeber in Forschungsvorhaben prototypische Umsetzungen fördern, kann die anschließende Entwicklungsarbeit in den Unternehmen zur Erlangung der operativen Einsatzfähigkeit der Lösungen weitere Jahre in Anspruch nehmen.

	Schritte	Ziele
Findungsphase	Ideengenerierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufzeigen einer Lösung für eine Problemstellung</li> <li>▪ Basierend auf dem Lösungsansatz (Projektidee) soll das Projektgesamtziel definiert werden</li> </ul>
	Machbarkeitsstudie	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konkrete Projektteilziele und das Vorgehen definieren und einen Projektplan entwickeln</li> <li>▪ Bewertung der Wirtschaftlichkeit und der Risiken, Mehrwert der Projektergebnisse deutlich herausstellen</li> </ul>
	Konsortiumsbildung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikation der erforderlichen Kompetenzen (fachlich und organisatorisch)</li> <li>▪ Auswahl der richtigen Partner auf Basis der identifizierten Kompetenzen</li> </ul>
	Antragsstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1. Schritt: Einreichung der Projektskizze</li> <li>▪ 2. Schritt: Einreichung des Projektantrags</li> </ul>
Umsetzungsphase	Projektinitiierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Auswahl der richtigen Mitarbeiter unter Berücksichtigung der Mitarbeiterziele</li> <li>▪ Definition und Kommunikation der einzelnen Mitarbeiterrollen, Aufgaben und Ziele</li> <li>▪ Festlegen der Kommunikationswege im Projekt</li> </ul>
	Ist-Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Detaillierte Erfassung der Ausgangssituation/Problemstellung</li> <li>▪ Dokumentation der Ergebnisse</li> </ul>
	Anforderungsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konkrete Anforderungen der Unternehmen/Nutzer/Endkunden erfassen</li> <li>▪ Priorisierung der Anforderungen gemäß interner/externer (Markt-)Bedarfe unter Berücksichtigung des Projektgesamtziels</li> </ul>
	Konzeptentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umsetzung der Projektziele und Anforderungen der Unternehmen/Nutzer/Endkunden in (ein) konkrete(s) Konzept(e)</li> </ul>
	Entwicklung/Integration	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umsetzung des Konzeptes in ein konkretes Projektergebnis</li> </ul>
	Validierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (Anwendungsnahe) Erprobung des Projektergebnisses</li> </ul>
Transferphase	Transferprojekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weiterentwicklung der Projektergebnisse hin zur operativen Einsatzfähigkeit</li> </ul>

Vorgehensmodell

Abbildung 19: Zielstellung der einzelnen Phasen/Schritte in Forschungsprojekten (Quelle: eigene Darstellung)

## 5.3 Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für die Findungsphase

Die Findungsphase setzt sich aus verschiedenen Schritten zusammen. Nachfolgend werden zu den Schritten knapp diejenigen Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Transfer benannt, auf die proaktiv in dem Schritt eingewirkt werden kann. Dabei ist das Auftreten der dargestellten Herausforderungen in den Projekten natürlich nicht zwingend und von vielfältigen weiteren Einflussfaktoren abhängig. Die Betrachtungen sollen aufseiten der Leserschaft ein Bewusstsein für die möglichen Gefahren schaffen und Empfehlungen zum Umgang mit den dargestellten Herausforderungen bieten.

Das nationale Fördersystem nutzt oftmals ein zweistufiges Antragsverfahren, wobei dem Projektträger in der ersten Stufe von den Konsortien eine Projektskizze mit der Darstellung der Entwicklungsidee vorgelegt wird. Nach positiver Evaluation der Projektskizzen werden die Konsortien zur Langantragserstellung aufgefordert, in welcher die Projektidee nunmehr detailliert dargestellt wird. Auf der Basis eines zweistufigen Verfahrens wird die Findungsphase zweimal durchlaufen. In der ersten Stufe laufen die nachfolgend dargestellten Schritte ab. In der zweiten Stufe des Verfahrens entfällt der Schritt der Ideengenerierung. Aber auch in der zweiten Stufe des Verfahrens kann es noch zu Veränderungen im Konsortium beziehungsweise zur Verschiebung von Aufgaben zwischen den Partnern kommen, sodass diese Schritte in dem zweiten Verfahrensdurchlauf nicht entfallen.

Für alle an Forschung interessierte Unternehmen empfiehlt es sich, sich auf den Seiten der Bundesregierung<sup>133</sup> über laufende Ausschreibungen zu informieren beziehungsweise direkt in Kontakt mit dem Lotsendienst für Unternehmen zu treten. Der Lotsendienst wurde von der Bundesregierung eingerichtet und bietet verschiedene Beratungsleistungen an, wie die Identifikation aktueller Fördermöglichkeiten, das Zuordnen von Projektideen oder die Erläuterung der Fördermodalitäten etc. Gerade für kleine und mittelständische Unternehmen bieten die verschiedenen Kompetenzzentren Mittelstand 4.0 wie Digital in NRW<sup>134</sup> Möglichkeiten, mehr über innovative Themenfelder zu erfahren – bis hin zur Identifikation des Potenzials von I4.0-Lösungen für das eigene Unternehmen. Auch hier sollte ein Abgleich der Kompatibilität mit den vorhandenen Strukturen im Unternehmen

erfolgen, um zum Beispiel frühzeitig die Gefahr hoher Folgeinvestitionen und des Misserfolgs im Transfer zu vermeiden.

### 5.3.1 Ideengenerierung

Die Ideengenerierung als Ausgangspunkt der Antragsstellung wird im Wesentlichen durch zwei Faktoren ausgelöst:

1. Ein Unternehmen hat ein konkretes Problem und sucht nach **innovativen Lösungsansätzen**.
2. Ein Unternehmen hat ein interessantes Themenfeld für sich identifiziert (zum Beispiel Industrie 4.0) und sucht nach **Anwendungsmöglichkeiten** im eigenen Unternehmen.

Zur Suche nach innovativen Lösungsansätzen zu einer konkreten Problemstellung ist der primäre Impuls zur Forschung von Unternehmen und soll daher fokussiert werden. Die Suche nach neuen Ansätzen kann durch unterschiedliche Kreativitätstechniken unterstützt werden, um eine Vielzahl an Ideen zu erzeugen. Die meisten Methoden, bekannt als Kreativitätstechniken, kommen in Kleingruppen zur Anwendung, um oben genanntes Ziel zu unterstützen. Nach der Generierung von ersten Ideen sind die verschiedenen Ansätze vor den Herausforderungen **industrieller Bedarf nach der Lösung** sowie **Kompatibilität mit vorhandenen Strukturen in dem Unternehmen** zu bewerten. Hier kann bereits durch die Beantwortung einfacher Fragen die Zahl der Ideen reduziert werden:

- Ist eine weiterführende Automatisierung sinnvoll, wenn für Prozesse nur geringe Personalkosten anfallen?
- Ist die angedachte Lösung kompatibel mit dem Vorhandenen?
- Was bedeutet die Integration der Idee in die Systemlandschaft für mein Unternehmen?

Für die ausgewählten Ideen bietet es sich an, ein erstes Technologie-Scouting vorzunehmen, um mögliche Technologien zur Umsetzung der angedachten Idee zu identifizieren. Die Einschätzung der Eignung der identifizierten Technologien ist wiederum auch mit Blick auf die Herausforderung **Kompatibilität der Technologien mit vorhandenen Strukturen in den Unternehmen** vorzunehmen, um das Problem fehlender Passfähigkeit der konzipierten Ansätze mit dem Vorhandenen zu vermeiden und damit Aspekte der Ganzheitlichkeit der Entwicklung und Wirtschaftlichkeit zu unterstützen. Das benannte Problem kann als weniger kritisch betrachtet werden, wenn das Unternehmen eine weitreichende/komplette Systemumstellung plant.

133 | Vgl. BMBF 2017.

134 | Vgl. Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum 2017.



**Methoden der Kreativitätstechnik:** Sechs-Hüte-Methode, Walt-Disney-Methode, Sechs-Drei-Fünf-Methode, Brainstorming, Kopfstandtechnik (Reverse Brainstorming), Brainwriting, Design Thinking, Mindmaps, Kartenabfrage, Synektik, Scamper, SWOT-Analyse

**Methoden zum Technologie-Scouting:** Pull Information from Unknown/Unfamiliar Research (PIFURRA), Integrated Technology Roadmapping, Open-Innovation-Plattformen, Opportunity Recognition Workshops

### 5.3.2 Machbarkeitsstudie

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie sind die erzeugten Ideen aus der Ideengenerierung zu detaillieren und mit Blick auf ihre Realisierbarkeit und ihr Nutzenpotenzial zu bewerten. Der Machbarkeitsstudie kommt für die weitere Projektbearbeitung eine hohe Bedeutung zu, da viele Rahmenbedingungen für den späteren Antrag und für die FuE-Projektphase festgelegt werden. Damit bietet sich ein großer „Hebel“, der in die Lage versetzt, Problemen in der Projektdurchführung mit Blick auf den Transfer frühzeitig entgegenzuwirken – so etwa einem **fehlenden Gesamtverständnis der Projektbeteiligten, fehlenden internen und externen Marktbedarfen für den Einsatz der FuE-Ergebnisse, dem Verkennen des Nutzens für Einzelne oder der Missachtung der Bedeutung geringer Kompatibilität mit vorhandenen Unternehmenslösungen.**

Bereits in der Machbarkeitsstudie empfiehlt es sich, einen intensiven, kollaborativen Abstimmungsprozess mit allen Beteiligten zu initiieren, um bereits frühzeitig ein einheitliches Gesamtverständnis aller Partner zu den Projektzielen und deren Zusammenwirken zu schaffen und die Schnelligkeit in den Projekten zu unterstützen. Falsch und nicht verstandene Projektziele beziehungsweise fehlendes Verständnis des Zusammenwirkens der Teilergebnisse behindern oftmals den geplanten Projektverlauf infolge eines Motivationsrückganges aufseiten der Bearbeitenden bei Unverständnis beziehungsweise nicht hinreichender Wahrnehmung der Verantwortung und führen oftmals zu Verschlechterungen der Beziehungen zwischen den Partnern. In der Projektphase ist dann zumeist die Neuerarbeitung eines gemeinsamen Problem- und Zielverständnisses unter den Projektbearbeitenden erforderlich.

Um dies zu verhindern, sind bereits früh im Projekt die Projektziele und Erwartungshaltungen aller Partner intensiv abzustimmen.

Eine präzise Beschreibung und Dokumentation für nachfolgende Arbeiten ist ebenso erforderlich. Klare Projektziele lassen sich in Anlehnung an die SMART-Kriterien beschreiben (siehe Kasten).

#### Exkurs: Zielformulierung SMART<sup>135</sup>:

**S** = Spezifisch (Ziele sollten konkret und unmissverständlich benannt werden.)

**M** = Messbar (Ziele sollten so formuliert werden, dass später objektiv die Zielerreichung erkennbar ist oder nicht.)

**A** = Attraktiv/Akzeptabel/Aktiv (Ziele sollten den Endzustand positiv zu beschreiben, von allen Beteiligten akzeptiert werden und aktiv formuliert sein.)

**R** = Realistisch (Ziele sollten so formuliert werden, dass sie durch das eigene Verhalten aktiv beeinflusst werden können. Ziele sollten gleichzeitig machbar und herausfordernd sein.)

**T** = Terminiert (Bei der Formulierung sollte festgelegt werden, zu welchem (konkreten) Zeitpunkt das Ziel erreicht sein sollte.)

Um die Ziele der Logistik spezifisch und messbar zu gestalten, können Logistikkennzahlen aus den VDI-Richtlinien VDI 4490 und VDI 4400 herangezogen werden. Stehen IT-Entwicklungen in den Projekten im Fokus, sollte zusätzlich das Technology Readiness Level Model (TRL) herangezogen werden (siehe Kasten). Ebenso sinnvolle messbare Kennwerte zur Präzisierung der in der Projekt- und Umsetzungsphase zu erwartenden Lösung sind Erreichbarkeit des Systems, Datenschnittstellen, Sicherungskonzept, Berechtigungskonzept, Monitoring und Betrieb. Eine genaue Terminierung der Zielerreichung erfolgt in der Projektinitiierung der Projektphase. Ein erster grober Entwurf sei zu diesem Zeitpunkt ausreichend.

Eine **geringe Kompatibilität der angestrebten Lösung (Ziele) mit vorhandenen Unternehmenszielen und -strukturen** führt zu einer verringerten Akzeptanz der Projektergebnisse im Unternehmen. Demzufolge empfiehlt es sich, die Kompatibilität der Projektziele zu den eigenen Unternehmensinteressen zu prüfen. Gleichermaßen sind auch die Marktinteressen zu prüfen, um

135 | Vgl. Kuster et al. 2011, S. 406.

### Exkurs: Technology Readiness Level Modell (TRL)

Ist eine von der NASA entwickelt Reifegradbewertung neuer Technologien und wird heute in der Forschungslandschaft zur Einstufung des technologischen Reifegrads verwendet. Dabei handelt es sich um ein neunstufiges Modell,

bei dem von Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips (TRL 1) bis hin zum qualifizieren System mit dem Nachweis des erfolgreichen Einsatzes (TRL 9) unterschieden wird. Zu berücksichtigen ist, dass das TRL-Modell nicht das Marktpotenzial bewertet, sondern die zeitliche Dimension bis zur Marktreife.<sup>136</sup>

Grundlagenforschung	TRL 1	<b>Grundprinzipien beobachten</b> – Die wissenschaftliche Grundlagenforschung ist abgeschlossen und grundlegende Prinzipien sowie Konturen sind festgelegt.
Angewandte/industrielle Forschung	TRL 2	<b>Technologiekonzept formulieren</b> – Die Theorien und wissenschaftlichen Grundlagen sind auf spezifische Anwendungsbereiche ausgerichtet zur Definition des technologischen Konzepts. Anwendungs- und Durchführungskriterien sind definiert und es findet eine Entwicklung zur Simulation oder Untersuchung der Anwendung statt.
	TRL 3	<b>Experimenteller Nachweis des Konzepts</b> – Es findet die Prüfung des Konzeptes statt. Die Forschung und Entwicklung wurden mit den ersten Laboruntersuchungen gestartet und der Nachweis über die Machbarkeit ist mittels Laborversuchen erfolgt.
	TRL 4	<b>Technologie im Labor überprüft</b> – Hier erfolgt ein eigenständiger Prototypbau, die Implementierung und der Test sowie die Integration der technischen Elemente. Die Versuche erfolgen mit komplexen Aufgabenstellungen und Datensätzen.
Experimentelle Forschung (Produktdemonstration)	TRL 5	<b>Technologie in relevanter Umgebung überprüft</b> (bei Schlüsseltechnologien im industrieorientierten Umfeld) – Der Versuchsaufbau wird intensiv in relevanter Umgebung erprobt. Die Prototypimplementierung entspricht der Zielumgebung mit entsprechenden Schnittstellen.
	TRL 6	<b>Technologie in relevanter Umgebung getestet</b> (bei Schlüsseltechnologien im industrieorientierten Umfeld) – Es erfolgt eine Prototypimplementierung mit realistischen komplexen Problemen, bei teilweiser Integration in existierenden Systemen. Die technische Machbarkeit im aktuellen Anwendungsbereich ist komplett nachgewiesen.
	TRL 7	<b>Test eines System-Prototyps im realen Einsatz</b> – Es erfolgt eine Demonstration des Versuchsaufbaus im betrieblichen Umfeld und das System ist (fast) maßstabsgetreu zum betrieblichen Umfeld. Die meisten Funktionen für Demonstrationen und Test sind vorhanden. Es ist eine begrenzte Dokumentation der Technologie verfügbar.
	TRL 8	<b>System ist komplett und qualifiziert</b> – Die Systementwicklung ist beendet und es erfolgt eine vollständige Integration in die betrieblichen Hardware- und Softwaresysteme. Ein Großteil der Benutzerdokumentation, Ausbildungsdokumentation und Wartungsdokumentation ist verfügbar. Die Verifizierung und Validierung des Systems ist abgeschlossen.
Fertigung unter Wettbewerbsbedingungen	TRL 9	<b>System funktioniert in operativer Umgebung</b> – Das System wurde in seiner Betriebsumgebung intensiv demonstriert und getestet. Die Dokumentation des Systems ist vollständig abgeschlossen.

Abbildung 20: Technology Readiness Level (Quellen: BMWi 2017b; NASA Official o.J.; Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft 2015)



frühzeitig auch die Möglichkeiten zur Verbreitung der Ideen und Ergebnisse zu wahren. Um die Marktorientierung zu gewährleisten, empfiehlt es sich bereits in der Machbarkeitsstudie, die Kundschaft beziehungsweise die Verwertungspartnerinnen und -partner einzubinden. Darüber hinaus können zur Identifikation von Marktbedarfen Marktanalysen unter anderem in Form von Befragungen oder Diskussionsrunden mit Fachleuten und Multiplikatoren genutzt werden.

Um einem **fehlenden Erkennen des Nutzens für Einzelne** zu begegnen, ist es besonders relevant den Mehrwert (Wirtschaftlichkeit) der angestrebten Ergebnisse allen Partnern zu vermitteln und den Nutzen in den einzelnen Unternehmen klar zu kommunizieren. Unterstützen können dabei die Methoden der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, die eine erste Einschätzung des qualitativen und quantitativen Mehrwertes ermöglichen. In der Phase empfiehlt es sich, den Mehrwert qualitativ zu bewerten, zum Beispiel mittels einer Nutzwertanalyse. Darüber hinaus können die Methoden der Investitionsrechnung genutzt werden. Da die Daten für diese Methoden in der Regel noch große Unsicherheiten aufweisen, sind in der Regel in einem ersten Schritt statische Methoden wie die Amortisationsrechnung ausreichend.<sup>137</sup> Gelingt es die konkreten Ziele und den Mehrwert für jede Einzelne/jeden Einzelnen klar und präzise zu formulieren, hat dies oftmals auch positive Auswirkungen auf das interne wie externe Marketing des Projektes.

Im Weiteren wird in der Machbarkeitsstudie bereits ein erstes Kollaborations- und Transferkonzept erstellt, welches unter anderem die Einbindung der Bedarfs- und Interessengruppen sowie die Verwertungsziele, Rechte und Pflichten der Partner im Rahmen der Verwertung und Verbreitung beschreibt.

**Allgemeine Methoden:** Design Thinking, Befragungsmethoden, Kartenabfragen, World Café, Punktabfragen, Paarweise Vergleich, Ursache-Wirkungs-Diagramm, Analogiemethode, Strukturplanung (Bottom-up, Top-down), Terminierung

**Methoden zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos:** Nutzwertanalyse, Amortisationsvergleichsrechnung, Kosten-Nutzen-Analyse, Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA)

### 5.3.3 Konsortiumsbildung

Im Zuge der Konsortiumsbildung wird der Grundstein für die erfolgreiche Bearbeitung des FuE-Vorhabens und eines schnellen Transfers gelegt. Die Konsortialpartnerinnen und -partner sind so auszuwählen, dass sie die fachlichen Anforderungen erfüllen und hinreichende Kompetenzen in den Themenfeldern vorweisen. Zudem ist es ratsam, dass sich die Kompetenzen der Partner sinnvoll ergänzen und nicht überschneiden, um Konkurrenzsituationen zwischen den Partnern zu vermeiden, die sich negativ auf den Projektablauf in Form einer Konzentration auf Eigeninteressen sowie bewusster Wissenszurückhaltung auswirken. In der Konsortiums-bildung liegt im Wesentlichen die Chance zur Bewältigung von Herausforderungen wie der **fehlenden Einbindung eines Vertriebspartners oder der mangelnden Eignung (Kompetenzen) des Konsortiums zur Bearbeitung der Thematik**.

Oftmals werden Partnerinnen und Partner aus dem bestehenden Netzwerk zur Projektmitarbeit angesprochen und gewählt. In der Projektabwicklung hat dies den Vorteil, dass sich die Personen bereits kennen und das Vertrauen bereits vorhanden ist. Zudem sind die Stärken, aber auch Schwächen bereits bekannt, die Partnerinnen und Partner sprechen somit „eine Sprache“. Für die Ergebnisse birgt eine solche Konstellation allerdings auch die Gefahr, dass nicht immer auch die bestmöglichen beziehungsweise sinnvollen Kompetenzen zur Bearbeitung einer Thematik eingebunden sind und gleichartige Vorgehensweisen in den Projekten zu ähnlichen Entwicklungen führen. Die Einbindung „neuer“ Partnerinnen und Partner in die Konsortien hat in der Regel auch Impulse in der Projektbearbeitung zur Folge und ermöglicht oftmals Einblicke in neue Technologien, Problemfelder und -lösungen. Vor diesem Hintergrund gewinnt die aktive Netzwerkbildung und -pflege an Bedeutung. Die Einbindung „neuer“ Partnerinnen und Partner erfordert zu Beginn des Projektes die Planung von Maßnahmen, die es dem Konsortium erlauben, schnell Beziehungen aufzubauen.

Zur **Identifikation der erforderlichen Kompetenzen** kann die Kompetenzmatrix (Kompetenzanforderungsliste) als Hilfsmittel genutzt werden. Die Anforderungen nach bestimmten Kompetenzen leiten sich aus dem Projektplan und den hierin definierten Aufgaben ab. Auf Basis der Kompetenzanforderungsliste gilt es, die notwendigen Partner (Unternehmensebene) zur Realisierung der Projektziele zu identifizieren und potenzielle Industriepartner mit den benötigten Kompetenzen zu akquirieren. Unterstützend kann neben der Kompetenzanforderungsliste auch eine Stakeholderanalyse durchgeführt werden, um neben erforderlichen Partnern auch die Bedarfs- und Interessensgruppen an dem Projekt zu identifizieren (siehe Kasten).

137 | Vgl. Becker 2010, S. 58.

## Methodenexkurs: Stakeholderanalyse als Teil des Stakeholdermanagements

Als Stakeholder werden alle FuE-Teilnehmende bezeichnet, die auf das Projekt Einfluss nehmen können, sowohl positiv als auch negativ. Das Ziel der Stakeholderanalyse ist es, deren Einfluss auf das Projekt zu identifizieren, um gegenseitige Interessen und Meinungsverschiedenheiten zu beseitigen. Zudem ist es hilfreich, relevante Partner für das Projekt auszuwählen. Dabei gilt es die Stakeholder zu identifizieren, zu analysieren und zu bewerten.<sup>138</sup>

In einem ersten Schritt werden die Stakeholder identifiziert. Unterstützen können dabei folgende Fragen eingesetzt werden: Welcher Beitrag des Stakeholders wird unbedingt für das Projekt benötigt? Wer stellt besonders wichtige Ressourcen bereit oder auch nicht? Wer kann Einfluss auf das Projekt nehmen? Welche Entscheidungen kann der Stakeholder treffen, die den Projekterfolg fördern oder hemmen? Wer ist vom Projekt besonders betroffen? Wer braucht die Projektergebnisse? Wer darf nicht übergangen werden?<sup>139</sup>

Im zweiten Schritt, der Analyse, gilt es das Interesse (die Betroffenheit) der Stakeholder durch das Projekt zu analysieren. In diesem Kontext sind Fragen wie die folgenden aufzuwerfen und anschließend auch zu beantworten: Welchen Nutzen verspricht sich der Stakeholder vom Projekt (positiv/negativ)? Welche Ziele verfolgt der Stakeholder und wie wirken diese auf das Projekt aus? Welche Befürchtungen und Sorgen bewegen den Stakeholder in Bezug auf das Projekt? – Zudem sind die Intensität und Qualität des Einflusses zu benennen.<sup>140</sup>

Im Anschluss an die Analyse ist es hilfreich, eine Bewertung der Stakeholder vorzunehmen und diese in einem zweidimensionalen (wahlweise auch dreidimensionalen) Portfolio zu visualisieren. Der Grad des Einflusses und des Interesses lässt sich zum Beispiel mittels einer dreistufigen Skala bewerten (1 = klein, 2 = mittel, 3 = hoch). Das Ergebnis lässt sich anschließend übersichtlich in der nachfolgenden Grafik darstellen. Zudem bietet diese einen Anhaltspunkt für die Frage, wie mit entsprechenden Stakeholdern während der Projektlaufzeit umzugehen ist.<sup>141</sup>

Interesse	3	Gut informieren, Anliegen ernst nehmen		Größte Aufmerksamkeit schenken, einbinden, eng zusammenarbeiten
	2			
	1	Minimal Kontakt halten, beobachten, Interesse zeigen		Informieren und Kontakt halten
		1	2	3
		Einfluss		

Abbildung 21: Ergebnisübersicht der Stakeholderanalyse (Quelle: Kuster 2011, S. 220)

Neben fachlichen und organisatorischen Kompetenzen der Partner ist es für den Transfer elementar, geeignete Industrie- und

Verwertungspartner einzubinden, die ein starkes Interesse an der Operationalisierung der Projektergebnisse haben und damit marktorientiert Ergebnisse entwickeln sowie schnell umsetzen. Je nach Projektausrichtung kann es zu Beginn des Projektes überdies hilfreich sein, die angedachten Projekt- und Verwertungspartner anhand des Archypentypenmodells (Technologiespezialist, Technologiestrategie, Technologieintegrator, Prozessoptimierer) einzuordnen, um die Erfordernis nach einer Einbindung weiterer Partner zu erkennen sowie die Kompatibilität der Ziele der Konsortialpartnerinnen und -partner mit den Verwertungszielen des FuE-Vorhabens abzugleichen.<sup>142</sup> Eine hohe Übereinstimmung der Ziele fördert in der Regel den Transfer der angestrebten FuE-Ergebnisse.

**Methoden:** Kompetenzmatrix, Stakeholderanalyse, Archypentypenmodell

138 | Vgl. Kuster et al. 2011, S. 218 ff.

139 | Vgl. ebd., S. 218 f.; Meyer/Reher 2016, S. 63 f.

140 | Meyer/Reher 2016, S. 63 f.

141 | Vgl. Kuster et al. 2011, S. 219 f.; Meyer/Reher 2016, S. 63 f.

142 | Vgl. Brecht/Stelzer 2014, S. 72 ff.



### 5.3.4 Antragsstellung

Das Schreiben der Projektskizze und des Langantrags bilden den Abschluss der jeweiligen Antragsverfahren und fassen die Ergebnisse der vorangegangenen Schritte zusammen. Die **fehlende Einbindung von Industriepartnern in der Phase des Antragschreibens** oder **Einschränkungen von Marketingmaßnahmen seitens der Förderbekanntmachung** können hier zu Herausforderungen in der Projektdurchführung und dem Transfer führen und sind zu beachten.

Ein **gemeinschaftliches Gesamtverständnis des Antrags**, das heißt der Ziele, der angedachten Ergebnisse, der Aufgaben, der Verantwortlichkeiten ebenso wie der Rechte und Pflichten im Transfer sind elementar für den erfolgreichen Transfer. Nach der intensiven Abstimmung aller Partner zu den Punkten in den vorangegangenen Schritten empfiehlt es sich, die Ausarbeitung des Antrags ebenfalls gemeinschaftlich voranzutreiben, um sprachliche Unklarheiten unmittelbar zu eliminieren. Häufig kommt es aufgrund der langen Gesamtprojektdauer von der Ideengenerierung bis zum Transfer zu einem Wechsel der Projektmitarbeitenden. Der Antrag bildet für neue Mitarbeitende im Projekt oftmals den ersten Berührungspunkt und sollte daher klar und für alle Seiten verständlich beschrieben sein.

Es empfiehlt sich, frühzeitig in der Kommunikation auf Modelle oder Demonstratoren zu setzen, um die zumeist abstrakte Idee auch für (antrags-)unerfahrene Mitarbeitende greifbar zu machen und ihre aktive Mitwirkung an der Antragsausgestaltung zu fördern. In der gesamten Findungsphase kann die Methode Design Thinking unterstützend eingesetzt werden (siehe Kasten).

Verminderte Marketingmaßnahmen, zum Beispiel infolge **Einschränkungen von Marketingmaßnahmen**, seitens der Förderbekanntmachung sind weitere Herausforderungen, die den Transfer der Projektergebnisse behindern können. Eine wenig stark ausgeprägte Kommunikation der Ergebnisse – sowohl innerhalb der Unternehmen als auch gegenüber externen Zielgruppen – führt zu mangelnder Aufmerksamkeit und dem Verkennen des Nutzens für Einzelne. Eine Nachfrage nach den Ergebnissen, die eine schnelle Umsetzung unterstützt, kann sich so nicht einstellen. Ähnlich nachteilig wirkt sich eine geringe Kommunikation auf die Marktorientierung aus, da die Ergebnisse unter Umständen nur einem kleinen Kreis von Teilnehmenden bekannt sind und die fehlende Diskussion mit relevanten Bedarfs- und Interessensgruppen Anforderungen der Zielgruppen unberücksichtigt lässt. Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, sich frühzeitig mit den Verwertungsabsichten der Partner sowie

den Zielgruppen der Verwertung und Verbreitung auseinanderzusetzen. Darüber hinaus sind die vielfältigen Transferkanäle (siehe Kapitel 2.2.1.4) mit Blick auf ihre zielgruppenspezifische Eignung zu bewerten. In Hinsicht auf die Projektergebnisse sowie Verwertungsabsichten der Partner ist die Zielgruppe des Marketings zu spezifizieren und ein geeignetes Marketing-beziehungsweise Transferkonzept zu erstellen und über die Projektlaufzeit hinsichtlich seiner Wirkung zu validieren.

## 5.4 Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für die Projektphase

Nachdem das Antragsverfahren erfolgreich durchlaufen wurde und das Konsortium die Bewilligung zur Durchführung des FuE-Vorhaben erhalten hat, gilt es mit der FuE-Projektphase zu starten. Nachfolgend werden mögliche Herausforderungen angeführt, die im Verlaufe der Projektphase in den Teilschritten auftreten können. Da die FuE-Projekte hinsichtlich ihrer Inhalte und Kooperationsausgestaltung sehr unterschiedlich sind, ist ein Auftreten der Einflussfaktoren in nahezu allen Schritten möglich. Auf Basis der Projekterfahrung des Projektteams wurden für die Schritte der Phase nur die jeweils relevanten Herausforderungen beschrieben.

### 5.4.1 Projektinitiierung

Im Rahmen der Projektinitiierung sind sowohl ein unternehmensinternes als auch ein konsortiumsweites Projektmanagement zu etablieren. Den im Antrag beschriebenen Arbeitspaketen und Aufgaben sind kompetente Mitarbeitende der einzelnen Konsortialpartnerinnen und -partner zuzuweisen, Kommunikationswege zu definieren sowie Projektziele zu terminieren. In diesem Schritt wird vieles für den effektiven und effizienten Ablauf des FuE-Vorhabens festgelegt. Damit bietet sich hier ein großer „Stellhebel“, Problemen in der Projektabwicklung, die den Projekterfolg gefährden, entgegenzusteuern und damit die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Transfer der angestrebten FuE-Ergebnisse zu schaffen. Demzufolge können in der Projektinitiierung insbesondere den Herausforderungen **mangelnde Entscheidungsbefugnis der Projektmitarbeitenden, fehlende entscheidungsbefugte Projektleitung, fehlende Projektmanagement-Kompetenzen bei den Partnern, fehlende offene und direkte Kommunikation über alle Hierarchieebenen, fehlende Berücksichtigung der Interessen der Mitarbeitenden oder fehlendes permanentes Controlling der Wirtschaftlichkeit der angestrebten FuE-Ergebnisse** entgegengewirkt werden.

## Methodenexkurs: Design Thinking – Kreativität als Methode

Erfindungen und Entwicklungen werden nur dann zu Innovationen, wenn sie sowohl menschliche als auch gesellschaftliche Bedürfnisse befriedigen. In diesem Zusammenhang ist das sogenannte Design Thinking eine beliebte Denk- und Arbeitskultur, die es ermöglicht, bedürfnisorientierte („human-centered“) Innovationen hervorzubringen. Der systematische Ansatz ist geprägt durch das kreative Zusammenarbeiten multidisziplinärer Teams in offenen Arbeitsumgebungen, welche einer aus dem Design stammenden Geisteshaltung folgen und Methoden verschiedenster Fachrichtungen nutzen, um Probleme zu lösen sowie Innovationen zu entwickeln.<sup>143</sup>

Der Ansatz des Design Thinking umfasst vier grundlegende Prinzipien. Zunächst betrachtet er den Menschen als Ausgangspunkt beziehungsweise Inspirationsquelle für neue Ideen. Die Ermittlung seiner Bedürfnisse steht im Vordergrund. Im nächsten Schritt wird geprüft, welche Produkte und Dienstleistungen technisch machbar sowie wirtschaftlich sind.<sup>144</sup> Das zweite Prinzip des Design Thinking ist der Einsatz multidisziplinärer Teams. Dabei steht nicht die kreative Leistungsfähigkeit einzelner Personen, sondern vielmehr die des interdisziplinären Teams im Vordergrund. Persönliche

Eigenschaften der Mitglieder wie Optimismus, Empathie, integratives Denken, Experimentierfreude sowie Kooperationsfähigkeit spielen bei der Lösungsfindung eine große Rolle.<sup>145</sup> Grundvoraussetzung für den Design-Thinking-Prozess ist eine Verbindung von Analytik und Intuition, die für alle Beteiligten verständlich ist. Um Verbesserungen der Lösungen zu ermöglichen, findet der Prozess zumeist iterativ statt (siehe Abbildung 22).

In den ersten drei Phasen wird ein breites Blickfeld eröffnet, um viel Input zu sammeln, mit welchem in der sich anschließenden vierten Phase Ideen für Lösungen gewonnen werden können. In der fünften und sechsten Phase folgen die Entwicklung von Prototypen sowie ihre Tests. Die prototypischen Umsetzungen dienen der ersten Verprobung der Projektideen im Projektteam sowie gegenüber der Kundschaft und als Ausgangspunkt für die iterative Verbesserung der Projektidee. Zuletzt wird einer dieser Prototypen fokussiert und dient als Basis der Ausformulierung des Projektantrags. Damit das Team den beschriebenen Prozess umsetzen kann, werden optimierte räumliche Gegebenheiten, also ein kreatives Umfeld, benötigt. Dieses sollte durch eine ideenförderliche Aufteilung sowie Einrichtung geprägt sein. Wichtig in Bezug auf die Arbeitsumgebung ist außerdem flexibles Mobiliar, das wechselnde Arbeitsanforderungen unterstützt.<sup>146</sup>

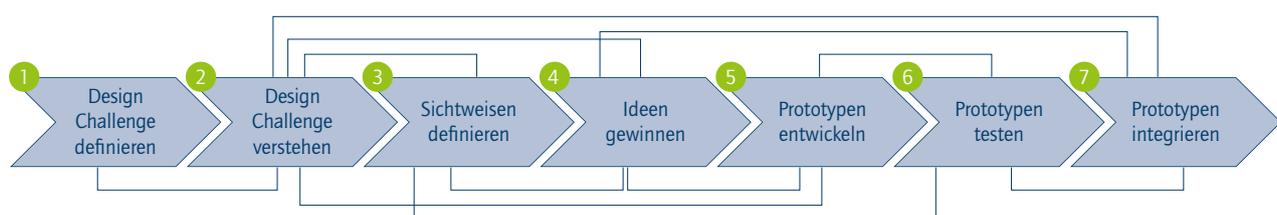


Abbildung 22: Design-Thinking-Prozess (Quelle: Schallmo 2017, S. 18)

Bereits in der Projektinitiierung empfiehlt es sich, ein transparentes Projektmanagement über die gesamte Projektlaufzeit zu implementieren, um eine reibungslose FuE-Projektdurchführung und eine Kommunikation unter den Beteiligten zu fördern. Ein wesentlicher Anspruch des Projektmanagements in FuE-Projekten sollte es sein, die Kollaborationsbedarfe aller Partner darzustellen und die Projektaufgaben, Verantwortlichkeiten sowie

Kommunikationswege für alle Beteiligten festzulegen. Als Hilfsmittel für die Definition der Entscheidungsbefugnisse, Kollaborationserfordernis, klare und eindeutige Definition der Kommunikationswege kann die RACI-Methode herangezogen werden (siehe Kasten). Die klare Definition von Aufgaben, Verantwortlichkeiten etc. bildet einen Baustein in der Bildung guter Beziehungen zwischen den Projektmitarbeitenden. Die Beziehungen

143 | Vgl. Meinel/von Thienen 2016, S. 310.

144 | Vgl. Schallmo 2017, S. 15.

145 | Vgl. ebd., S. 16 f.

146 | Vgl. Meinel/von Thienen 2016, S. 313.



können zum Beispiel durch mehrtägige Arbeitstreffen intensiviert werden, in denen sich auch Gelegenheit bietet, abseits der Agenda sich auszutauschen. Gleichmaßen bieten sich neue Ideen der Zusammenarbeit an, um schnell gemeinschaftlich Entwicklungen voranzutreiben (etwa in Form eines Bootcamps für Entwicklerinnen und Entwickler, einer temporären Zusammenlegung von Arbeitsorten, zur raschen Herbeiführung eines gemeinsamen Verständnisses beziehungsweise gemeinsamer Prozessbegehungen aller Partner durch alle Unternehmen).

### Methodenexkurs: RACI-Matrix

Mit RACI, auch RAM (Responsibility Assignment Matrix) genannt, wird eine Technik zur Analyse und Darstellung von Verantwortlichkeiten bezeichnet. Ein möglicher Aufbau der Matrix lässt sich wie folgt beschreiben. In der linken Spalte werden Aufgabenbereich (zum Beispiel Arbeitspaket 1) oder konkrete Aufgaben (zum Beispiel Prototyp erstellen) notiert, in der Kopfzeile werden die beteiligten Personen des Projektes eingetragen. Die Rollen der Personen werden jeweils bestimmten Aufgabenbereichen/Aufgaben zugeordnet (siehe Abbildung 23). Die Buchstaben stehen für Responsible, Accountable, Consulted und Informed.<sup>147</sup>

- R** – Responsible (zuständig) Diese Person ist für die Erfüllung/Durchführung einer Aufgabe zuständig.
- A** – Accountable (verantwortlich) Diese Person trifft Entscheidungen und trägt die Verantwortung.
- C** – Consulted (Beraten) Diese Personen bieten teilweise Informationen, die Entscheidungen beeinflussen können und müssen vor der Entscheidung einbezogen werden.
- I** – Informed (Informieren) Diese Person muss über alle Ergebnisse und Entscheidungen informiert werden.

RACI-Matrix	Person 1	Person 2	Person 3	Person n	
Aufgabenbereich 1	R	C	A	I	
Aufgabenbereich 2	C	A	R	I	...
Aufgabenbereich n					

Abbildung 23: Beispiel RACI-Matrix (Quelle: Angermeier 2009)

Des Weiteren werden spätestens in der Projektinitiierung die Projektmitarbeitenden mit Blick auf ihre Kompetenzen ausgewählt. Da eine effektive und effiziente FuE-Projektdurchführung stark mit der Motivation der einzelnen Mitarbeitenden und deren Interessen innerhalb des FuE-Projektes korreliert, empfiehlt es sich, die richtigen Mitarbeitenden zu involvieren. Im Idealfall stimmen deren Ziele mit den Projektzielen überein. Es ist vorteilhaft, die Projektziele vor diesem Hintergrund zu diskutieren und Gestaltungsoptionen für Mitarbeitende einzuräumen. Demgegenüber können eine fehlende Motivation der Beteiligten sowie mangelnde Entscheidungskompetenzen eine reibungslose Durchführung des Vorhabens erschweren und den Transfer hemmen.

Ein weiteres Hemmnis in der FuE-Projektdurchführung, welches sich auch auf den Transfer auswirkt, kann die fehlende Handlungsfähigkeit der/des Projektleitenden sein. Dieser/diesem fehlen häufig die Mittel, um im Fall der „Schieflage“ des Projektes zum Beispiel Entscheidungen über Unternehmensgrenzen hinweg durchzusetzen oder ineffiziente Partnerinnen und Partner zu sanktionieren. Infolgedessen ist es notwendig, insbesondere die Rolle der/des Gesamtprojektleitenden mit einer/einem erfahrenen und zum Projektmanagement qualifizierten Mitarbeitenden zu besetzen, die/der Schieflagen erkennt und adäquate Maßnahmen einleitet. Das Promotorinnen-/Promotorenmodell kann auch erfahrenen Projektmitarbeitenden dazu dienen, die Zusammensetzung der Beteiligten objektiv und vor dem Hintergrund der Projektaufgabe zu bewerten (siehe Kasten).

Die Wirtschaftlichkeit der angestrebten FuE-Lösung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den Transfer. Aufgrund der langen Laufzeit von FuE-Projekten und der sich schnell ändernden Umfeldbedingungen, insbesondere im Kontext der Industrie 4.0, empfiehlt es sich, ein permanentes Controlling der Wirtschaftlichkeit über die Projektlaufzeit zu implementieren.

**Methoden (Kompetenzen):** Verantwortlichkeitsmatrix, Kompetenzmatrix, RACI-Matrix, Promotorenmodell

**Projektmanagement-Methoden:** Kommunikationsplanung, Planung für Mitarbeitende, Netzplantechnik, Strukturplanung (Bottom-up, Top-down), Detailterminierung, Wirkungsmatrix, Staggering, Aufwandstrend-Analyse

147 | Vgl. Angermeier 2009.

### Exkurs: Promotorinnen-/Promotorenmodell zur Auswahl der richtigen Mitarbeitenden in einem FuE-Projekt

Für die Auswahl der richtigen Mitarbeitenden zur Durchführung eines FuE-Projektes kann beispielweise das Promotorenmodell herangezogen werden. Eine Promotorin/ein Promoter ist eine Person, die einen Innovationsprozess, wie er bei einem FuE-Projekt stattfindet, aktiv und intensiv fördert.<sup>148</sup> Es können verschiedene Promotorinnen und Promotoren unterschieden werden, die jeweils einen Beitrag zur Innovation liefern, indem sie helfen, vorhandene Barrieren zu überwinden. Personen in einem FuE-Projekt lassen sich einer oder mehreren Rollen der vier Promotorinnen-/Promotorenrollen zuordnen, aber nicht jede Person im Projekt muss auch eine Promotorin/ein Promoter sein. Während eines Innovationsprozesses werden von den Promotorinnen und Promotoren arbeitsteilig spezifische Leistungsbeiträge (siehe Tabelle 8) erbracht. Dabei ermöglicht es die sogenannte Machtquelle jeder/jedem Einzelnen, den Innovationsprozess gezielt voranzubringen.<sup>149</sup> Anhand dieser Kriterien lassen sich die einzelnen Promotorinnen-/Promotorenrollen charakterisieren.

- Die **Fachpromotorin/der Fachpromoter** verfügt über notwendiges Fachwissen, welches die Innovation fördert und häufig eine Keimzelle von Innovationen ist. Dieses hilft die Barriere des Nichtwissens (Fähigkeitsbarriere) wie fehlende Kenntnisse über Technologien, Anwendungsfelder etc. zu überwinden. Ihre/seine Machtquelle ist das objektspezifische Fachwissen.
- Als **Machtpromotorinnen/-promoter** bezeichnet man Personen, die durch ihr hierarchisches Potenzial den Innovationsprozess aktiv gestalten und intensiv fördern können, wobei sie die Barriere des Nichtwollens (Willensbarriere) wie die Verfolgung verschiedener Ziele zu überwinden helfen. Ihr hierarchischer Einfluss (Machtquelle) hilft ihnen, Ressourcen freizustellen, Wertekonflikte auszutragen und die Innovation gegenüber ihren Kritikerinnen und Kritikern zu schützen.<sup>150</sup>
- Die **Prozesspromotorin/der Prozesspromoter** ist eine/ein intra-organisationaler Vermittlerin/Vermittler zwischen Fachpromotorin/-promoter und Machtpromotorin/

-promoter. Sie/er hilft bei der Überwindung der Barriere des Nichtdürfens (Fachübergreifende Fähigkeits- und Abhängigkeitsbarriere). Hierbei sind ihre/seine guten Organisationskenntnisse und Kommunikationskompetenzen ihre/seine Machtquelle.<sup>151</sup>

- Die **Beziehungspromotorin/der Beziehungspromoter** ist im Gegensatz zur Prozesspromotorin/zum Prozesspromoter vor allem als Vermittlerin/Vermittler zwischen verschiedenen Organisationen tätig und fungiert als Bindeglied zwischen Stakeholdern. In dieser Rolle hilft sie/er bei der Überwindung der interorganisationalen Barrieren des Nichtvoneinander-Wissens, Nichtzusammenarbeiten-Könnens, Nichtzusammenarbeiten-Wollens und Nichtzusammenarbeiten-Dürfens. Beziehungspromotorinnen und -promotoren sind Netzwerkerinnen und -werker, besitzen gute persönliche Beziehungen und kennen potenzielle Innovationspartner, wodurch sie auch die Verhandlungen aktiv unterstützen können.<sup>152</sup>

Die Bedeutung der Rollen im Projektverlauf kann sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich empfiehlt es sich, auf eine ausgewogene Durchmischung zu achten.<sup>153</sup> Hervorzuheben ist, dass die Nützlichkeit der Beziehungspromotorin/des Beziehungspromoters insbesondere in der interorganisationalen Zusammenarbeit und in dem Technologietransfer liegt. Dabei wirkt eine Beziehungspromotorin/ein Beziehungspromotor unterstützend bei der Konsensfindung und der Bildung eines einheitlichen Verständnisses sowie Vertrauen innerhalb des Konsortiums. Zudem unterstützt die Beziehungspromotorin/der Beziehungspromotor den Technologietransfer unter anderem durch ihr/sein Beziehungsnetzwerkportfolio zur Identifizierung potenzieller Technologienachfrager.<sup>154</sup>

Als Projektleiterin/-leiter eines FuE-Projektes kann man das Promotorinnen-/Promotorenmodell nutzen, um eine eventuelle Unausgewogenheit bei der Besetzung von Treffen zu identifizieren und geeignete Maßnahmen proaktiv zu ergreifen. Anhang A.3 liefert eine Vorlage, die dazu eingesetzt werden kann, unter den teilnehmenden Personen, die Promotorinnen und Promotoren zu identifizieren und den einzelnen Gruppen strukturiert zuzuordnen.

148 | Vgl. Witte 1998, S. 15.

149 | Vgl. Gemünden/Hölzle 2005, S. 465.

150 | Vgl. ebd.

151 | Vgl. ebd., S. 467.

152 | Vgl. ebd., S. 466.

153 | Vgl. Gemünden/Hölzle 2005, S. 467.

154 | Vgl. Fichter 2006, S. 289; Schmidthals 2007, S. 219 ff.



Promotor	Typische Leistungsbeiträge
Fachpromotor	Ideengenerierung, Konzeptevaluierung, Informationsbereitstellung, Alternativentwicklung
Machtpromotor	Zieldefinition, Prozesssteuerung, Schutz vor Kritikern, Ressourcenbereitstellung
Prozesspromotor	Vermittlung, Zusammenführung, Konfliktmanagement, zielgerichtete Kommunikation, Prozesssteuerung, Koordination
Beziehungspromotor	Finden und Zusammenbringen von Interaktionspartnern, Planung und Steuerung von Austauschprozessen, Konfliktmanagement, Informationsaustausch

Tabelle 8: Typische Leistungsbeiträge der einzelnen Promotorinnen/Promotoren (Quelle: Gemünden/Hölzle 2011)

### 5.4.2 Ist-Analyse

Im Zuge der Ist-Analyse gilt es die Ausgangssituation für das angestrebte FuE-Ergebnis zu erfassen und zu analysieren. Die wesentlichen Herausforderungen für den Transfer in diesem Schritt liegen in einem **fehlenden Gesamtverständnis** und einem **fehlenden zielgruppenspezifischen Marketing**.

In der Ist-Analyse ist es erforderlich, die Ist-Situation systematisch zu erfassen und einheitlich zu dokumentieren. In diesem Zusammenhang können unterschiedlichste Methoden unterstützend eingesetzt werden (siehe Kasten). Weitverbreitete Methoden in Logistikprojekten sind die Brown-Paper-Methode, die Dokumentation der Prozessabläufe mithilfe eines Prozessketteninstrumentariums oder einer Business Process Modelling Notation (BPMN), Ursache-Wirkungs-Diagramme etc. Um ein breites Verständnis auch für die Belange der anderen Partner beziehungsweise Disziplinen und Beziehungen unter den Partnern zu entwickeln, empfiehlt es sich, frühzeitig im Projekt eine gemeinsame Prozessbegehung aller Partner bei allen Partnern beziehungsweise Unternehmensbesuche vorzusehen, sodass jeder/jedem Teilnehmenden im Projekt noch einmal explizit die Gelegenheit geboten wird, ihr/sein Unternehmen sowie ihre/seine Kompetenzen vorzustellen.

Zu diesem Zeitpunkt des FuE-Projektes werden in der Regel erstmalig die Gegebenheiten der involvierten Partner betrachtet. Fehlendes unternehmensinternes Marketing und fehlende transparente Kommunikation können dazu führen, dass die Ist-Analyse nicht bei allen Beteiligten positiv angenommen wird. Dementsprechend kann es zu einer mangelnden Kooperation und Wissenszurückhaltung kommen. Eine Grundvoraussetzung ist allerdings, dass die Ist-Situation systematisch und möglichst vollständig erfasst wird. Daher empfiehlt es sich, das zielgruppenspezifische Marketing auch auf unternehmensinterne Interessengruppen auszuweiten und diese ebenfalls vom Mehrwert des angestrebten FuE-Ergebnisses zu überzeugen. Auch hier

können Demonstratoren und Prototypen einen entscheidenden Beitrag leisten, das Vorhaben verständlich zu vermitteln.

**Methoden:** ABC-Analyse, Interview mit Fachleuten, Explorative Analyse, Fragebogen, Brown-Paper-Methode, Delphi-Analyse, Clusteranalyse, GAP-Analyse, Risikoanalyse, FMEA, Ursache-Wirkungs-Diagramm, XYZ-Analyse, Zielkundinnen-/kundenanalyse, Wertstromanalyse, ARIS, BPMN, Prozessketteninstrumentarium

### 5.4.3 Anforderungsanalyse

Die Anforderungsanalyse dient der Identifikation aller Anforderungen der Konsortialpartnerinnen und -partner sowie Dritter an das zu entwickelnde Soll-Konzept. Im Rahmen der Anforderungsanalyse ist darauf zu achten, Problemen wie der **Konzentration der Unternehmen auf eigene Interessen, dem fehlenden gemeinschaftlichen Engagement aller relevanten Partner, der geringen Kompatibilität mit vorhanden Unternehmenslösungen, der fehlenden kontinuierlichen Einbindung von potenzieller Kundschaft während der Projektlaufzeit, den fehlenden internen und externen Marktbedarfen für den Einsatz der FuE-Ergebnisse, der fehlenden Einbindung von Multiplikatoren, der mangelnden Möglichkeit zur Anpassung des Projektgesamtziels/-vorgehens und den Projektteilzielen** entgegenzuwirken.

Für die Anforderungsanalyse ist die Kollaboration aller Beteiligten förderlich und eine kontinuierliche Marktorientierung zu fokussieren. In einem ersten Schritt sind die Anforderungen sehr breit zu erfassen, bevor in einem zweiten Schritt eine Reduktion der gesammelten Anforderungen auf ein handhabbares beziehungsweise umsetzbares Maß in der Projektlaufzeit vorgenommen wird. Als Hilfsmittel zur Erfassung der Anforderungen können Methoden wie Szenariotechnik, Kartenabfrage, Mehrpunkt-Abfrage etc.

verwendet werden. Die Reduktion der Anforderungen kann beispielsweise mittels Punkteabfrage oder MoSCoW-Methode durchgeführt werden. Die Reduktion der Anforderungen birgt die Gefahr, dass sich „dominante“ Partner mit ihren Interessen verstärkt durchsetzen, was unter anderem auch die Erreichung des Gesamtziels gefährden kann. Im Rahmen der Identifikation der Anforderungen sowie der Reduktion ist daher zu jederzeit zu prüfen, ob die Anforderungen mit den Antragszielen konform sind und zudem die Verwertungsabsichten beziehungsweise -pflichten aller Partner adressiert und durch die angedachten Entwicklungen abgedeckt sind. Ebenso essenziell für die Verbreitung der Projektergebnisse ist eine hinreichende Marktorientierung der angedachten Ergebnisse. Die Einbindung von Bedarfs- und Interessensgruppen, Multiplikatoren zur Validierung der Teilergebnisse, kann hier sinnvoll sein.

In Abhängigkeit der Ergebnisse der Ist-Analyse und der Anforderungsanalyse empfiehlt es sich, die Projektziele sowie den Projektplan hinsichtlich ihrer Erreichbarkeit zu prüfen, um schnell auf sich ändernde Umfeldbedingungen reagieren zu können. Es sei ergänzend darauf hingewiesen, dass sich Veränderungen gegenüber der Projektplanung im Antrag nicht ausschließlich in der Anforderungsanalyse ergeben, sondern in allen Phasen auftreten können. Folglich ist es hilfreich, kontinuierlich das Projektvorgehen und die Projektteilziele auf Basis der aktuellen Projekterkenntnisse und Ergebnisse abzugleichen und bei Bedarf anzupassen.

**Methoden:** Interview/Workshop mit Fachleuten, Kartenabfrage, Punkteabfrage, MoSCoW-Methode, Szenariotechnik, Brown-Paper-Methode

#### 5.4.4 Konzeptentwicklung

In der Konzeptentwicklung wird vieles für die nachfolgende Entwicklung der angestrebten Lösung festgelegt. Die Herausforderungen wie **fehlendes Gesamtverständnis, fehlendes gemeinschaftliches Engagement aller relevanten Partner, fehlende Kompatibilität mit vorhandenen Strukturen in den Unternehmen, fehlende Verknüpfung der Teilergebnisse zur Gesamtvision, mangelnde Standardisierung, das Verkennen des Nutzens für Einzelne, ein geringer Entwicklungsreifeegrad der Lösung in Projekten, hohe Kosten für die Operationalisierung, fehlende Einbindung von Multiplikatoren sowie fehlende Netzwerkarbeit zum Wissensaustausch und zur Projektvernetzung** können in diesem Schritt zu wesentlichen Barrieren des Transfers werden.

Insbesondere in der Konzeptentwicklungsphase empfiehlt es sich, die nutzenstiftende Kollaboration und ein kollaboratives Arbeiten zu fördern. Fehlendes Gesamtverständnis und gemeinschaftliches Engagement aller relevanten Partner führen vielfach zu einem separaten Arbeiten an Teilzielen, deren Ergebnisse nicht zu einer Gesamtvision zusammengefügt werden können. Infolgedessen kann zum Beispiel das angestrebte FuE-Ergebnis nicht erreicht werden oder es können nur Teillösungen umgesetzt werden. Es wird empfohlen, während der gesamten Laufzeit den Beitrag der Teilergebnisse zum Gesamtziel über ein stringentes Projektmanagement sicherzustellen. Als ein geeignetes Hilfsmittel sind auch hier Demonstratoren und Prototypen anzusehen. Durch eine visuelle oder physische Darstellung fällt es den Projektbeteiligten häufig einfacher, ein Gesamtverständnis zu entwickeln. Zudem können Demonstratoren und Prototypen aufzeigen, wie die einzelnen Teilergebnisse zu einem großen Ganzen zusammengefügt werden sollen. Unterstützend können hier Methoden wie Rapid Prototyping oder der bereits erwähnte Design-Thinking-Ansatz wirken.

Das fehlende Erkennen des Mehrwerts für die beteiligten Unternehmen und hohe Kosten der Operationalisierung sowie ein geringer Entwicklungsreifeegrad der Lösung führen zu weiteren Hemmnissen im Transfer, welchen nochmals verstärkt in der Konzeptentwicklungsphase entgegengewirkt werden kann. Daher ist es sinnvoll, die Konzepte vor dem Hintergrund vorhandener Strukturen, Standards und Entwicklungsreifegrade der Lösung sowie entstehender Kosten der Operationalisierung zu entwickeln. Bereits in der Konzeptentwicklung sind die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen aus der Machbarkeitsstudie aufzugreifen und die Konzepte erneut zu bewerten. Zu diesem Zeitpunkt kann es förderlich sein, verstärkt (dynamische) Methoden sowohl der Investitionsrechnung als auch der Kapitalwertmethode mit einzubeziehen. Mit Blick auf die neuerliche Wirtschaftlichkeitsbetrachtung scheint es angebracht, darauf zu verweisen, dass es sich bei dem Vorhaben um ein FuE-Projekt handelt und das Ergebnis nur prototypische Umsetzungen sein können. Eine Operationalisierung der Lösungen wird in jedem Projekt mit Folgeinvestitionen verbunden sein.

Ein weiteres Hemmnis im Transfer im Sinne einer Verbreitung sind die mangelnde Standardisierung und die Missachtung von vorhandenen Standards. Das führt oftmals dazu, dass die angestrebte Lösung zwar einen Mehrwert bietet, dieser aber nicht genutzt werden kann, da die Lösung nicht in die Strukturen der Unternehmen der Branche integrierbar ist. Das hat zur Folge, dass sich die gewünschte Entwicklungsdynamik im Transfer nicht entfalten kann. Die Konsortien sind aufgefordert insbesondere in der



Konzeptentwicklungsphase den Austausch zu entsprechenden Gremien, Multiplikatorinnen und Multiplikatoren sowie Netzwerken zu treten, um mögliche weitere Standards zu identifizieren beziehungsweise im Fall des Austausches mit Netzwerken Kompatibilitätsansprüche zu den Entwicklungen anderer Konsortien aufzudecken und entsprechend zu berücksichtigen, um ganzheitliche, schnell umsetzbare Lösungen zu konzipieren.

Mit der Erstellung des Konzeptes liegt dem Konsortium eine verbesserte Grundlage zur Prüfung und weiteren Detaillierung des vorhandenen Transferkonzeptes vor, in dem unter anderem auch die Rechte und Pflichten der einzelnen Partner im Transfer beschrieben werden.

**Methoden:** Interview mit Fachleuten, Workshop, Szenariotechnik, Morphologischer Kasten, Wirtschaftlichkeitsmethoden, Clusteranalyse, Wertstromanalyse, Design Thinking

#### 5.4.5 Entwicklung und Integration

Auf dem Weg hin zur Phase der Entwicklung und Integration sollten schon viele Maßnahmen ergriffen worden sein, um Barrieren für den Ergebnistransfer zu beseitigen. Aber auch in der Phase der Entwicklung und Integration können neue Herausforderungen, wie eine **fehlende Partnerschaft auf Augenhöhe** oder **komplexe Entscheidungshierarchien in Unternehmen**, den Transfererfolg beeinflussen, wenn Entscheidungen lange aufgeschoben werden beziehungsweise in der Endphase sich die Erwartungshaltung an die erforderliche Leistungserbringung von Partnern nicht mit dem geplanten Aufwand im Projekt deckt.

Fehlende Partnerschaft auf Augenhöhe resultiert zumeist aus der Verfolgung von Einzelinteressen und führt oftmals zu einer Verschlechterung der Beziehungen innerhalb des Konsortiums. Dies tritt zum Beispiel dann ein, wenn Partner die Entwicklungsarbeiten in FuE-Vorhaben als Dienstleistungsauftrag ansehen. Um diese Situation zu vermeiden, empfiehlt es sich zu jederzeit, die geplanten Entwicklungsaufgaben mit Blick auf die Erreichung des Projektgesamtziels und der Verwertungsziele der Partner zu bewerten. Die Einbindung einer/eines erfahrenen Projektleitenden kann darüber hinaus bereits frühzeitig deeskalierend wirken und bei Eintreten der skizzierten Situation zur Entspannung führen. Essenziell in der Problematik ist, dass die/der Projektleitende ihre/seine Objektivität wahrt und hier nicht eigene Unternehmensinteressen über die Interessen der Partnerunternehmen stellt.

Komplexe Entscheidungshierarchien in den Unternehmen beeinflussen oftmals die schnelle Weiterentwicklung in Projekten und damit die Projektzielerreichung und den Transfer. Denn aus langen Unternehmensentscheidungsprozessen resultiert eine Projektverzögerung, auf die die übrigen Partner keinen Einfluss haben und die zu einer Verschlechterung der Beziehungen führen kann. Um die Umsetzung nicht zu verzögern und den Transfer zu gefährden, sind die definierten Kommunikations- und Entscheidungswege von hoher Bedeutung und im Projektverlauf konsequent zu nutzen.

**Methoden:** Adaptive Software Development, Rapid Prototyping, Scrum, Simulation, V-Modell, Wasserfallmethode, Crystal Family, Extreme Programming, Kanban, Model Driven Architecture, Design Thinking

#### 5.4.6 Validierung

In der Validierungsphase sollte der Fokus auf den Transfer nochmals verstärkt werden. Herausforderungen des Transfers wie **fehlende Einbindung von Multiplikatoren**, **hohe Kosten für die Operationalisierung der FuE-Ergebnisse**, **fehlende kontinuierliche Einbindung von potenzieller Kundschaft während der Projektlaufzeit** oder **fehlende Absatzstrategien und Preismodelle** sollten vermieden werden.

Um die FuE-Entwicklungen in die breite Anwendung zu bringen, sind gute Projektergebnisse gezielt zu verbreiten. Die fehlende Einbindung von potenzieller Kundschaft beziehungsweise von Bedarfgruppen führt oftmals dazu, dass die guten Entwicklungsergebnisse nicht die gewünschte Dynamik in der Branche und darüber hinaus entfalten und es zu Verzögerungen im Transfer kommt. Es ist daher zu empfehlen, die Ergebnisse auch über das Projektkonsortium hinaus bekannt zu machen und gegebenenfalls zu validieren.

Um den Transfer weiter zu fördern, ist es ratsam, eine Business-Case-Betrachtung vorzusehen. Die Projektverantwortlichen der Unternehmen sind zudem in ihrem Unternehmen dafür verantwortlich, die Anforderungen gegenüber Investitionsentscheidungen in Erfahrung zu bringen sowie die Entscheidungsprozesse zu kennen, um relevante Entscheidungsvorlagen als Teilergebnis des Projektes zu entwickeln und zeitnah im Unternehmen einzureichen.

**Methoden:** Interviews mit Fachleuten, Fragebogen, Fehlerbaumanalyse, Simulation, SWOT-Analyse

**Methoden zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und des Risikos:** Nutzwertanalyse, Amortisationsvergleichsrechnung, Annuitätenmethode, Dynamische Amortisationsrechnung, Gewinnvergleichsrechnung, Interne Zinsfußmethode, Kapitalwertmethode, Kosten-Nutzen-Analyse, Kostenvergleichsrechnung, Kosten-Wirksamkeits-Analyse, Rentabilitätsvergleichsrechnung, FMEA

## 5.5 Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für die Umsetzungsphase

Die Umsetzungsphase kann insbesondere mit Fokus auf die Verwertung in den beteiligten Unternehmen als eigenständiges Projekt angesehen werden und es existieren hier ähnliche Herausforderungen wie die zuvor diskutierten. Infolgedessen sollen nachfolgende ergänzend mögliche Herausforderungen betrachtet werden, die zusätzlich in der Umsetzungsphase auftreten. Ihnen werden im Zuge der Betrachtung Empfehlungen zugeordnet, die den Umgang mit den dargestellten Herausforderungen erleichtern sollen und eine Unterstützung für die transferorientierte Forschung bieten.

Nach der FuE-Projektdurchführung liegt der Fokus der Umsetzungsphase auf der Entwicklung operativ einsatzfähiger FuE-Ergebnisse und der Verbreitung ebendieser. Daher bietet sich hier ein weiterer Stellhebel an, um Herausforderungen wie **fehlenden Absatzstrategien und Preismodellen, fehlenden Gestaltungsoptionen für Mitarbeitende/Doktoranden und falschen Transferzeitpunkten** entgegenzusteuern. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass vorbereitende Maßnahmen der Umsetzungsphase bereits vor Beendigung des FuE-Projektes vorgenommen werden können, um einem Verzug entgegenzuwirken.

Eine Herausforderung im Transfer von FuE-Projektergebnissen ist die Fluktuation von Mitarbeitenden am Ende der Projektlaufzeit – dies trifft oftmals auf Doktoranden in den Unternehmen zu. Oftmals widmen sich wichtige Mitarbeitende oder Doktoranden nach Beendigung des FuE-Vorhabens anderen Aufgaben oder scheiden aus dem Unternehmen aus. Damit einher geht ein erheblicher Wissensverlust, der oftmals nur schwer zu kompensieren ist. Für einen schnellen und erfolgreichen Transfer ist es jedoch ratsam, die entscheidenden Mitarbeitenden über die Projektlaufzeit hinaus für die Fortführung des Themas zu gewinnen und geeignete Anreize für Mitarbeitende zu schaffen.

Hat die entwickelte Lösung eine Reichweite über Unternehmensgrenzen hinaus und partizipieren auch andere Teilnehmende der Supply Chain, können die anfallenden Kosten etwa über Cost-Benefit-Sharing unter den Supply-Chain-Partnern aufgeteilt und so die Investitionskosten gesenkt werden. Eine weitere Möglichkeit, den Kostendruck auf die Einführung von FuE-Ergebnissen zu reduzieren, ist das Einwerben von Mitteln via Crowdfunding.

Aufgrund der langen Entwicklungszeit ist es jedoch durchaus möglich, dass am Ende der Laufzeit des FuE-Projektes das bearbeitete Thema nicht mehr im Fokus der beteiligten Unternehmen steht beziehungsweise der Markt für die Ergebnisse noch nicht bereit ist. Ist am Ende der Projektlaufzeit der Transfer nicht möglich oder sinnvoll, sind die Unternehmen dazu aufgefordert, mit Projektabschluss einen Prozess entwickelt zu haben, der die Wiederaufnahme des Themas zu einem späteren Zeitpunkt initiiert – zum Beispiel durch Festlegung bestimmter auslösender Ereignisse für die Wiederaufnahme beziehungsweise durch neuerliche Prüfungen des Transfererfolgs in regelmäßigen Abständen.

Ist eine Eigenverwertung durch die Unternehmen ausgeschlossen, sind die Rechte und Pflichten an den Ergebnissen im Konsortium zu klären, um eine Verwertung durch Dritte zu ermöglichen. Idealerweise ist diese Klärung bereits Gegenstand der Festlegungen zum Transfer in der Findungsphase beziehungsweise wurde in den Konsortialverträgen schriftlich fixiert.

**Methoden:** Cost-Benefit-Sharing, Crowdfunding



	Schritte	Checkliste
Findungsphase	Ideengenerierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sind mehrere Lösungsideen generiert worden?</li> <li>▪ Sind die verschiedenen Ideen mit Blick auf industriellen Bedarf nach der Lösung sowie Kompatibilität mit vorhandenen Strukturen in dem Unternehmen bewertet worden?</li> <li>▪ Sind mögliche Technologien zur Umsetzung der angedachten Idee identifiziert?</li> <li>▪ Ist das Gesamtziel des Projekts definiert?</li> </ul>
	Machbarkeitsstudie	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ist das Gesamtziel und die Teilziele SMART-formuliert und mit allen Partnern abgestimmt?</li> <li>▪ Wurde ein Projektstrukturplan erstellt?</li> <li>▪ Wurde ein Projektvorgehen beschrieben und sind die geplanten Aufwände/Termine realistisch geplant?</li> <li>▪ Ist eine technische Version vorhanden und mit allen Partnern abgestimmt?</li> <li>▪ Besteht eine Nachfrage des Marktes nach den angedachten Ergebnissen?</li> <li>▪ Wurde die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter realistischen Annahmen durchgeführt?</li> <li>▪ Sind die aktuell bekannten Risiken identifiziert, bewertet und von den Entscheidern akzeptiert?</li> <li>▪ Ist ein erstes Transfer- und Kollaborationskonzept erstellt?</li> </ul>
	Konsortiums-bildung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sind alle erforderlichen Kompetenzen identifiziert worden?</li> <li>▪ Sind alle Stakeholder identifiziert und bewertet?</li> <li>▪ Sind künftige Anwender Teil des Konsortiums?</li> <li>▪ Sind künftige Technologiepartner/Verwerter Teil des Konsortiums?</li> <li>▪ Sind alle erforderlichen Kompetenzen im ausreichenden Maße vertreten und überschneidungsfrei?</li> </ul>
	Antragsstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stimmt die Antragsidee mit dem Gegenstand der Förderbekanntmachung überein?</li> <li>▪ Sind die Förderbedingungen geklärt und eingehalten?</li> <li>▪ Liegen konkrete Beschreibungen zu den Gliederungspunkten der Skizze/Langantrag vor?</li> <li>▪ Sind die Zielgruppen der Ergebnisse bekannt und liegt ein Marketingkonzept vor?</li> <li>▪ Liegt eine Detaillierung des Transferkonzeptes (Verwertung) zu den Rechten und Pflichten der Partner im Transfer vor?</li> <li>▪ Wurde der Antrag gemeinschaftlich ausgearbeitet und ist dieser für alle Seiten klar und verständlich beschrieben (Demonstratoren, Modelle)?</li> <li>▪ Ggf.: Liegt von allen Partnern ein Letter of Intent vor?</li> </ul>

Abbildung 24: Checkliste für die einzelnen Schritte der Findungsphase (Quelle: eigene Darstellung)

Schritte	Checkliste
Projektinitiierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sind Mitarbeitende mit den erforderlichen Kompetenzen seitens der Partner benannt?</li> <li>▪ Sind die Projektziele und Mitarbeiterziele konform?</li> <li>▪ Verfügt die Gesamtprojektleitung über hinreichende Kompetenz zur Leitung und Steuerung des Projekts?</li> <li>▪ Sind alle Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Informationswege den Mitarbeitenden zugeordnet und dokumentiert?</li> <li>▪ Sind die Eskalationspfade beschrieben?</li> <li>▪ Sind die Projekt(teil-)aufgaben terminiert und sind die Abhängigkeiten zwischen den Aufgaben transparent dargestellt?</li> <li>▪ Gibt es Regelungen zur Dokumentation der (Teil-)Ergebnisse?</li> <li>▪ Ist ein Prozess für ein kontinuierliches Controlling der Wirtschaftlichkeit geplant?</li> </ul>
Ist-Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hat eine ausreichende unternehmensinterne Kommunikation zu dem Projekt und seinen Zielen stattgefunden und sind alle Interessengruppen informiert?</li> <li>▪ Ist die Ausgangssituation systematisch erfasst und für alle verständlich, einheitlich dokumentiert?</li> <li>▪ Hat eine gemeinsame Prozessbegehung stattgefunden?</li> <li>▪ Sind die individuellen Herausforderungen im Gesamtprozess für alle verständlich?</li> </ul>
Anforderungsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sind die konkreten Anforderungen der Stakeholder an die zu entwickelnden Ergebnisse erfasst und dokumentiert?</li> <li>▪ Stimmen die Anforderungen mit dem Projektgesamtziel überein?</li> <li>▪ Hat eine Auswahl der Anforderungen stattgefunden?</li> <li>▪ Wurde die Kompatibilität mit vorhandenen Lösungen geprüft?</li> <li>▪ Deckt sich die Auswahl der Anforderungen mit den Verwertungsabsichten beziehungsweise -pflichten der Projektpartner?</li> <li>▪ Hat ein Austausch mit den Interessengruppen über die Anforderungen stattgefunden?</li> <li>▪ Ist der Projektplan mit Blick auf die gegebene Ausgangssituation und gewählten Anforderungen einzuhalten?</li> </ul>
Konzeptentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wurde ein Konzept erstellt, das die Anforderungen aufgreift?</li> <li>▪ Wurden verschiedene Teilkonzepte erarbeitet und lassen sich diese in eine Gesamtlösung überführen?</li> <li>▪ Stimmt das Konzept mit dem Projektgesamtziel überein?</li> <li>▪ Wurden in der Konzeption Demonstratoren und Prototypen genutzt?</li> <li>▪ Wurde das Konzept hinsichtlich Kompatibilität mit vorhandenen Strukturen geprüft?</li> <li>▪ Wurden existierende Standards aufgegriffen bzw. fand eine Abstimmung mit ähnlichen Initiativen/Konsortien statt?</li> <li>▪ Wurde das Konzept hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit überprüft und Operationalisierungskosten berücksichtigt?</li> <li>▪ Wurde die Bewertung der Risiken mit den Erkenntnissen der Konzeptentwicklung überprüft?</li> <li>▪ Hat ein Austausch mit den Interessengruppen zu dem Konzept stattgefunden?</li> <li>▪ Ist der Projektplan und das gewünschte Projektergebnis mit Blick auf das gewählte Konzept einzuhalten?</li> <li>▪ Ist das Kollaborations- und Transferkonzept insbesondere die Rechte und Pflichten der Partner im Transfer mit Blick auf das Konzept geprüft ggf. angepasst worden?</li> </ul>
Entwicklung/Integration	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wurde eine Lösung entwickelt, die dem Konzept entspricht und mit dem Projektgesamtziel übereinstimmt?</li> <li>▪ Wurden die Lösungsbausteine integriert bzw. wurde die Lösung in die Unternehmen integriert?</li> <li>▪ Hat ein Austausch mit den Interessengruppen zu der Entwicklung stattgefunden?</li> </ul>
Validierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liegt eine fachliche Bewertung der Entwicklung durch das Konsortium vor?</li> <li>▪ Liegt eine Bewertung der Zielerreichung vor?</li> <li>▪ Liegt eine Bewertung der Verbesserungspotenziale der Entwicklung vor?</li> <li>▪ Hat ein Austausch mit den Interessengruppen und gegebenenfalls eine Bewertung durch die Gruppe stattgefunden?</li> <li>▪ Wurde eine Business-Case-Betrachtung vorgenommen?</li> <li>▪ Wurden alle Projekt(teil)ergebnisse dokumentiert?</li> <li>▪ Sind das Kollaborations- und Transferkonzept und insbesondere die Rechte und Pflichten der Partner im Transfer im Zuge der Validierung geprüft und gegebenenfalls angepasst worden?</li> <li>▪ Ist den Partnern der nachfolgende Prozess zur Initiierung eines Transferprojektes bekannt und ist eine Vorlage für Investitionsentscheidungen erarbeitet (Transferprojekt) worden?</li> </ul>

Projektphase

Vorgehensmodell

Abbildung 25: Checkliste für die einzelnen Schritte der Projektphase (Quelle: eigene Darstellung)



	Schritte	Checkliste
Umsetzungsphase	Transferprojekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gibt es eine Auswertung der positiven und negativen Erfahrungen zum Aufwand, methodischen Vorgehen und zur Zusammenarbeit?</li> <li>▪ Sind die treibenden Mitarbeitenden weiterhin involviert?</li> <li>▪ Wurde über alternative Investitionsmöglichkeiten nachgedacht?</li> <li>▪ Wurde die Möglichkeit der Verwertung der Projektergebnisse durch Dritte geregelt?</li> <li>▪ Wurde ein Prozess in den Unternehmen definiert, der eine Wiederaufnahme des Transferprojektes zu einem späteren Zeitpunkt ermöglicht?</li> </ul>

Abbildung 26: Checkliste für die einzelnen Schritte der Umsetzungsphase (Quelle: eigene Darstellung)

	Schritte	Methoden/Werkzeuge
Findungsphase	Ideengenerierung	<p><b>Kreativitätstechniken:</b> 6-Hüte-Methode, Walt-Disney-Methode, 6-3-5-Methode, Brainstorming, Kopfstandtechnik (Reverse Brainstorming), Brainwriting, Design Thinking, Mindmaps, Kartenabfrage, Synektik, Scamper SWOT-Analyse</p> <p><b>Technologie-Scouting:</b> Pull Information from Unknown/Unfamiliar Research (PIFURRA), Integrated Technology Roadmapping, Open-Innovation-Plattform, Opportunity Recognition Workshops</p>
	Machbarkeitsstudie	<p><b>Allgemeine Methoden:</b> Design Thinking, Befragungsmethoden, Kartenabfragen, World Café, Punktabfrage, Paarweise Vergleiche, Ursache-Wirkungs-Diagramm, Analogiemethode, Strukturplanung (Bottom-up, Top-down), Terminierung</p> <p><b>Wirtschaftlichkeit- und Risikobewertung:</b> Nutzwertanalyse, Amortisationsvergleichsrechnung, Kosten-Nutzen-Analyse, Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA)</p>
	Konsortiums-bildung	<p><b>Kompetenzanalyse:</b> Kompetenzmatrix, Stakeholder-Analyse, Archetypen-Modell</p>
	Antragsstellung	<p><b>Unterstützung:</b> Design Thinking</p>
Projektphase	Projektinitiierung	<p><b>Kompetenz:</b> Verantwortlichkeitsmatrix, RACI-Matrix, Promotorenmodell</p> <p><b>Projektmanagementmethoden:</b> Kommunikationsplanung, Mitarbeiterplanung, Netzplantechnik, Strukturplanung (Bottom-up, Top-Ddown), Detailterminierung, Wirkungsmatrix, Staggering, Aufwandstrendanalyse</p>
	Ist-Analyse	<p><b>Analyse IST:</b> ABC-Analyse, Experteninterview, Explorative Analyse, Fragebogen, Brown-Paper-Methode, Delphi-Analyse, Clusteranalyse, GAP-Analyse, Risikoanalyse, FMEA, Ursache-Wirkungs-Diagramm, XYZ-Analyse, Zielkundenanalyse, Wertstromanalyse, ARIS, BPMN, Prozessketteninstrumentarium</p>
	Anforderungsanalyse	<p><b>Analyse SOLL:</b> Experteninterview/-workshop, Kartenabfrage, Punkteabfrage, MoSCoW-Methode, Szenariotechnik, Brown-Paper-Methode</p>
	Konzeptentwicklung	<p><b>Konzept:</b> Experteninterview, Workshop, Szenariotechnik, Morphologischer Kasten, Wirtschaftlichkeitsmethoden, Clusteranalyse, Wertstromanalyse</p>
	Entwicklung/Integration	<p><b>Entwicklung:</b> Adaptive Software Development, Rapid Prototyping, Scrum, Simulation, V-Modell, Wasserfallmethode, Crystal Family, Extrem Programming, Kanban, Model Driven Architecture, Design Thinking</p>
Validierung	<p><b>Allgemein:</b> Experteninterviews, Fragebogen, Fehlerbaumanalyse, Simulation, SWOT-Analyse</p> <p><b>Wirtschaftlichkeit- und Risikobewertung:</b> Nutzwertanalyse, Amortisationsvergleichsrechnung, Annuitätenmethode, Dynamische Amortisationsrechnung, Gewinnvergleichsrechnung, Interne Zinsfußmethode, Kapitalwertmethode, Kosten-Nutzen-Analyse, Kostenvergleichsrechnung, Kosten-Wirksamkeits-Analyse, Rentabilitätsvergleichsrechnung, FMEA</p>	
Umsetzungsphase	Transferprojekt	<p>Cost-Benefit-Sharing, Crowdfunding</p>

Vorgehensmodell

Abbildung 27: Methodenübersicht zu den Phasen des Vorgehensmodells (Quelle: eigene Darstellung)



# Anhang

## A.1 Exkurs: Organisation der Forschungs- und Transferlandschaft in der Schweiz

Im Rahmen von Recherchen zur Wirksamkeit eines Technologietransfers wird die Schweiz oftmals als Pionier des Transfers von Innovationen betitelt. Die Funktionsweise des Technologietransfers in der Schweiz und die Struktur des Prozesses werden nachfolgend vorgestellt. Eine Aufschlüsselung von Institutionen und öffentlichen Einrichtungen, welche den Technologietransfer in der

Schweiz charakterisieren, sowie ihr Zusammenspiel ist Abbildung 28 zu entnehmen. Die Forschungs- und Technologielandschaft in der Schweiz wird von mehreren Akteuren geprägt. Dazu zählen:

- Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF),
- das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI),
- der Schweizerische Nationalfonds (SNF),
- die Kommission für Technologie und Innovation (KTI),
- Technologietransferstellen,
- die Schweizer Vereinigung für Technologietransfer (swiTT),
- Unternehmen der Privatwirtschaft,
- Universitäten,
- Stiftungen,
- Kantone und Kommunen.

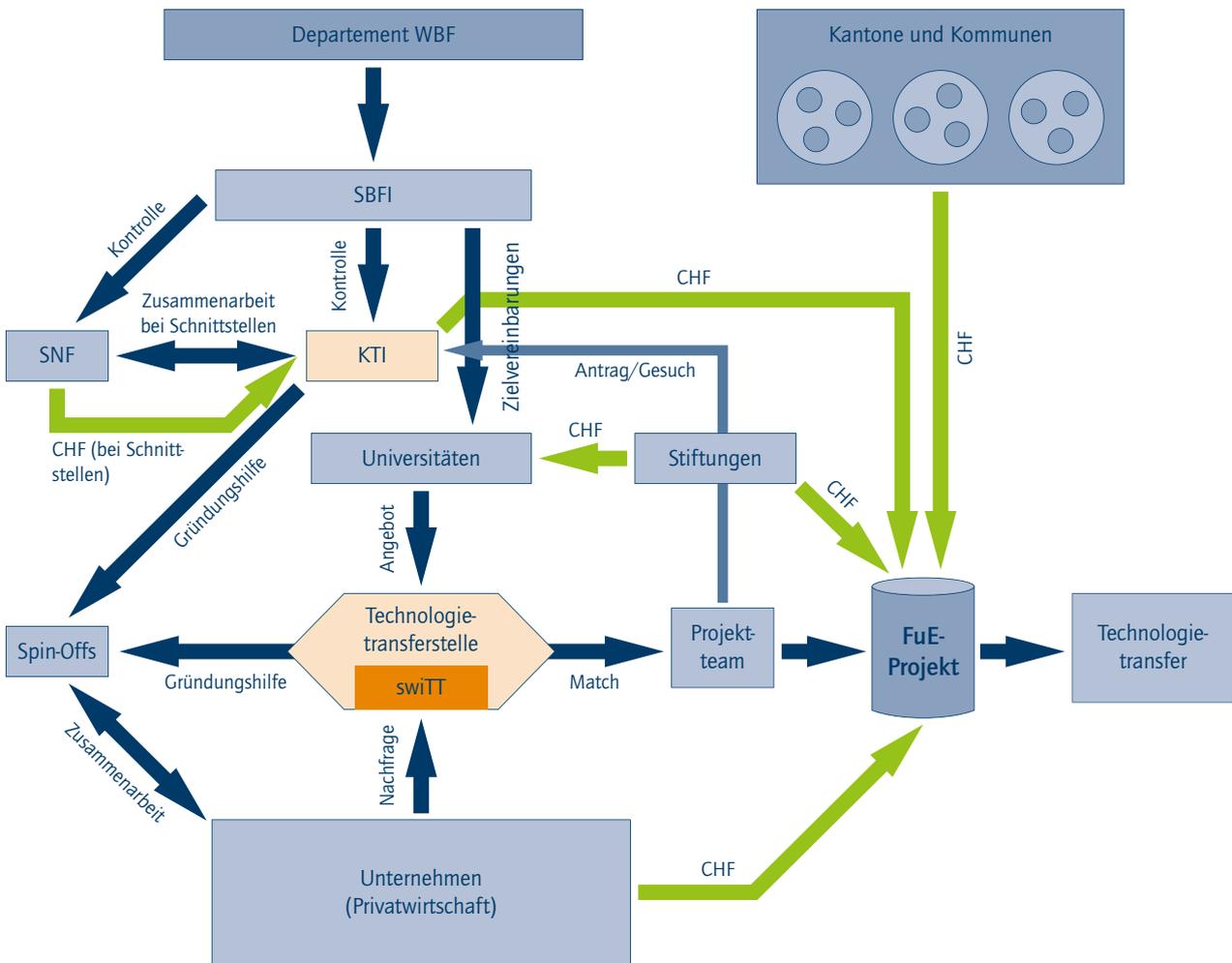


Abbildung 28: Korrelation der Elemente des Technologietransfers in der Schweiz

Das Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung ist eines der sieben Departements der Schweizer Landesregierung. Es steuert die wirtschaftspolitischen Entscheide sowie deren Umsetzung. Das Departement WBF ist damit Initiator unter anderem der Förderung des Transfers neuer Technologien in die praktische Anwendung. Zur Umsetzung von Forschungs- und Transferzielen beauftragt das Departement WBF das integrierte Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation. Der SBFI gibt den Universitäten Zielvorgaben zu durchzuführenden Forschungsprojekten vor, diese geben die Quantität, jedoch keine inhaltlichen Ziele vor.<sup>155</sup> Dem SBFI unterstehen der Schweizerischen Nationalfonds und die Kommission für Technologie und Innovation. Der SNF fördert schwerpunktmäßig die Grundlagenforschung, die KTI ist auf die angewandte Forschung spezialisiert. Die von den Universitäten und Forschungsinstitutionen generierten Forschungsergebnisse materieller und immaterieller Art werden der regionalen Technologietransferstelle zur Verfügung gestellt. Die Forschungsergebnisse aller Transferstellen werden wiederum an die übergeordnete Schweizer Vereinigung für Technologietransfer weitergeleitet, einen Verband, der im Technologietransfer tätig ist und als Vermittler zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen auftritt. Zudem unterstützt die swiTT gemeinsam mit den Technologietransferstellen die Gründung von Spin-offs. Die FuE-Projekte werden mithilfe der jeweiligen Investoren des privatwirtschaftlichen Sektors, mit Geldern aus Kommunen und Kantonen, Stiftungen und gegebenenfalls auch Fördergeldern des KTI finanziell unterstützt.

Als Institutionen, deren Kernaufgaben in der Transferunterstützung liegen, wurden die KTI und die Technologietransferstellen mit der integrierten swiTT ausgemacht und sollen im Folgenden in ihren Funktionen näher beschrieben werden.

### Kommission für Technologie und Innovation

Die KTI unterstützt wissenschaftsbasierte Innovation und die Entwicklung neuer Produkte, Prozesse und Dienstleistungen insbesondere in der anwendungsorientierten Forschung mit Schwerpunkt auf die Verwertung der Resultate. Das Unterstützungsangebot der KTI umfasst<sup>156</sup>:

- monetäre Zuwendungen,
- Bildung nationaler Netzwerke,
- Unterstützung durch Innovationsmentoren,
- Errichtung thematischer Plattformen.

Die **nationalen Netzwerke** sind auf ein Innovationsthema spezialisiert und bringen Partner aus Forschung und Industrie zusammen. Die Netzwerke fungieren als Katalysator einer Zusammenarbeit, da sie den Teilnehmern die Möglichkeit zum fachlichen Austausch und Aufbau eines Netzwerkes in einem bestimmten Innovationsgebiet bieten.

Die **Innovationsmentorinnen und -mentoren** sind unabhängige Industrievetreterinnen und -vertreter, die den Transferprozess auf vielfältige Weise unterstützen. Sie übernehmen die Mittlerrolle zwischen Forschungsstellen und Unternehmen, zeigen Fördermöglichkeiten des KTI auf, unterstützen bei der Projektantragstellung, beraten in vertraglichen Fragen und bieten Unterstützung bei der Erstellung eines Vermarktungskonzeptes.

Darüber hinaus organisiert das KTI **thematische Plattformen**, das heißt themenspezifische Veranstaltungen, die nicht durch ein thematisches Netzwerk abgedeckt sind. Auf den Veranstaltungen bestehen Vernetzungsmöglichkeiten zwischen Forschungsinstituten, Universitäten, Wirtschaftsvertreterinnen und -vertretern sowie Innovationsmentorinnen und -mentoren.

Die monetären Förderungen der KTI beziehen sich ausschließlich auf die Gehälter der Forschenden und benötigte Materialien, die Universitäten und Forschungseinrichtungen beanspruchen. Die Projektpartner aus der Industrie erhalten keine öffentliche Förderung, profitieren jedoch von der Zusammenarbeit mit den Forschungseinrichtungen und ihrem Know-how bei der Entwicklung risikoreicher Projekte.<sup>157</sup> Die monetäre Förderung unterliegt eindeutigen Regularien, bis zu welchem Entwicklungsreifeegrad in verschiedenen Projektarten eine Förderung erfolgen kann. Die KTI unterstützt Projekte bis zum Nachweis der Marktfähigkeit des geförderten Produktes, der Dienstleistung oder des Verfahrens, während die Optimierung des Produktes, die Anpassung für die Serienfertigung, die Zertifizierung oder die Markteinführung nicht gefördert werden.<sup>158</sup>

Ein Alleinstellungsmerkmal der KTI liegt in der Unterstützung von Start-up-Unternehmen. Sofern eine Innovation als wirtschaftlich beziehungsweise technisch hochwertig angesehen wird, sich jedoch kein Industriepartner für eine Zusammenarbeit findet, werden die Urheber der Innovation darin unterstützt, ein Start-up zu gründen. Gemeinsam wird ein Businessplan ausgearbeitet und das Start-up-Unternehmen erhält das „KTI-Start-up-Label“, welches die besondere Überzeugung und Unterstützung

155 | Vgl. ETH Gesetz, Art. 33.

156 | Vgl. Beitragsreglement KTI 2014.

157 | Vgl. ebd. Art. 8, Abs. 2.

158 | Vgl. ebd., Abs. 3.



des KTI repräsentiert und den Unternehmen den Zugang zum Venture Capital erleichtert.

### Technologietransferstellen und die Schweizer Vereinigung für Technologietransfer (swiTT)

Technologietransferstellen vermitteln beidseitig und zentral Kompetenzen für FuE-Projekte. Die Transferstellen können entweder in eine Hochschule integriert sein oder eine Kooperationsstelle mehrerer Universitäten sein. Die Forschungsergebnisse von Universitäten und Forschungseinrichtungen werden in einem ersten Schritt an die lokale Technologietransferstelle kommuniziert. Die eingehenden Forschungsergebnisse werden durch Fachleute evaluiert und auf diese Weise Ergebnisse mit hohem Potenzial identifiziert. Die Transferstelle entwickelt im Anschluss gemeinsam mit den Forschenden eine geeignete Verwertungsstrategie. Diese Erkenntnisse (Idee zuzüglich Verwertungsstrategie) werden an die swiTT weitergeleitet, welche die Erkenntnisse auf einer öffentlichen Plattform beziehungsweise Innovationsplattform Interessierten zur Verfügung stellt. Die Informationsplattform bietet zentral einen Überblick über alle FuE-Ergebnisse mit hohem Verwertungspotenzial. Neben der Bereitstellung der Innovationsplattform unterstützt die swiTT in der Kontaktabwicklung. Anfragen aus der freien Wirtschaft können direkt weitervermittelt oder ähnlich zu den Forschungsergebnissen zentral ausgeschrieben werden. Dies bietet den Forschenden die Möglichkeit, spezifische Innovationsnachfragen aktuell und schnell zu identifizieren.<sup>159</sup>

Die Objektivierung in der Evaluation von Projektergebnissen, die transparente Aufbereitung der FuE-Ergebnisse sowie die zentrale Informationsbereitstellung vielversprechender Forschungsergebnisse bilden einen signifikanten Unterschied zu den Arbeiten und Aufgaben der Technologietransferstellen in Deutschland. Das Angebot der transferfördernden Strukturen in der Schweiz ermöglicht Wirtschaftsunternehmen das einfache Auffinden von Innovationsmöglichkeiten. Die vorgelagerte Evaluation und Selektion von FuE-Ergebnissen durch eine neutrale Instanz fördert das Vertrauen der Unternehmen in die Qualität und den Nutzen der Ergebnisse.<sup>160</sup> Den Forschenden werden von den Technologietransferstellen Weiterbildungsmöglichkeiten angeboten, in denen die Vermarktung und die Präsentation ihrer Ergebnisse optimiert werden.

### KTI-Wirkungscontrolling<sup>161</sup>

Im Frühjahr 2017 veröffentlichte die Kommission für Technologie und Innovation ein Wirkungscontrolling, welches die Effektivität der Fördermaßnahmen evaluiert und Aufschluss darüber gibt, wie stark eine öffentliche Förderung den Technologietransfer beeinflusst. Im Rahmen des Wirkungscontrollings wird nochmals unterschieden zwischen den Auswirkungen der regulären Projektförderung und den Effekten sogenannter Sondermaßnahmen. Die Sondermaßnahmen wurden 2011 einberufen, um den Schweizer Franken zu stärken. Durch diese Maßnahmen wurden hundert Millionen Schweizer Franken in die Innovationsförderung investiert, um besonders marktnahe Projekte zu unterstützen und umzusetzen. Zwischen 2008 und 2015 förderte die KTI im Durchschnitt rund 300 bis 350 Projekte pro Jahr. Den Projekten entsprangen als Ergebnisse überwiegend Produktinnovationen (40 Prozent). Einen großen Anteil hatten dabei Dienstleistungsinnovationen (24 Prozent) und Prozessinnovationen (23 Prozent). Die restlichen 13 Prozent der Projektergebnisse konnten im Bereich der Organisations- und Marketinginnovationen verbucht werden. Die Wirtschaftspartner, deren Projekte vom KTI gefördert wurden, waren vor allem kleine Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten (55 Prozent) und mittelgroße Unternehmen mit 50 bis 250 Beschäftigten (25 Prozent). Start-up-Unternehmen, welche fünf Jahre oder jünger sind, machten ebenfalls einen beträchtlichen Anteil von 20 Prozent aus.

Ein wichtiger Indikator für die Effektivität der Förderung ist die Umsetzungsrate der Projektergebnisse auf dem Markt. Die im Rahmen der FuE-Förderung abgeschlossenen Projekte zwischen 2010 und 2013 wurden oder werden zu einem Drittel direkt oder mit Zeitverzögerung am Markt umgesetzt. Bei einem weiteren Drittel der abgeschlossenen Projekte ist eine Umsetzung auf dem Markt möglich. Die Wirtschaftspartner gaben an, dass für die Umsetzung noch Folgeprojekte notwendig sind oder das Projekt vorerst weiter als Innovationsvorhaben fortgeführt wird. Diese Folgeprojekte werden größtenteils von den Unternehmen finanziert. Die KTI beteiligt sich mit ihren Fördermaßnahmen nur an 15 Prozent dieser weiterführenden FuE-Projekte. Das letzte Drittel der FuE-Projekte wurde nicht weitergeführt oder abgebrochen. Es erfolgte keine Umsetzung auf dem Markt (vergleiche Abbildung 28).

159 | Vgl. Internetauftritt swiTT.

160 | Vgl. Meißner/Sultanian 2007.

161 | Vgl. von Stokar et al. 2017

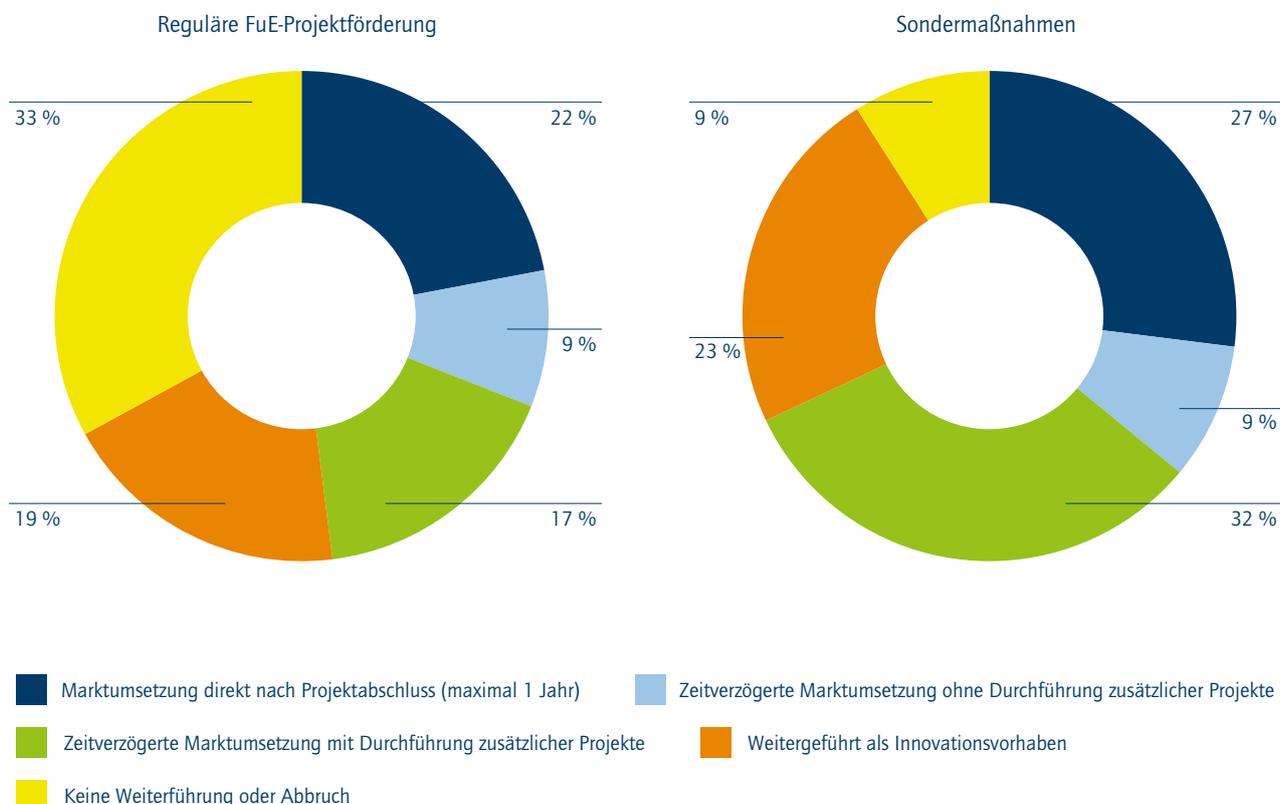


Abbildung 28: Marktumsatzrate von geförderten FuE-Projekten in der Schweiz (Quelle: von Stokar et al. 2017, S. 112)<sup>162</sup>

Es ist ersichtlich, dass die im Rahmen der Sondermaßnahmen durchgeführten, marktnahen Projekte häufiger am Markt umgesetzt und seltener abgebrochen wurden. Ein Vergleich zu Projekten, die nicht durch die KTI unterstützt wurden, zeigt auf, dass sich bei Folgeprojekten nur zu zehn Prozent eine Umsetzung auf dem Markt ergibt, das heißt dreimal seltener als bei den durch die KTI geförderten Projekten.

Das übergeordnete Ziel der KTI-Projektförderung ist es, möglichst Projekte zu fördern, die ohne eine Förderung wahrscheinlich überhaupt nicht oder nur in einem reduzierten Umfang zustande gekommen wären. Das KTI führte Befragungen durch, die Auskunft darüber geben, welches Szenario ohne KTI-Projektförderung eingetreten wäre, um die Auswirkungen der Förderung zu quantifizieren. Die Wirtschaftspartner gaben an, dass es bei einem Drittel der Projekte auch ohne Förderung zu einer Projektdurchführung gekommen wäre. Über 65 Prozent der

Projekte wären jedoch gar nicht oder erst zu einem späteren Zeitpunkt realisiert worden.

Im Rahmen der Befragungen des KTI sollte darüber hinaus der Nutzen der geförderten FuE-Projekte für das Unternehmen bewertet werden. Es stellte sich heraus, dass sechzig Prozent der Wirtschaftspartner einen verhältnismäßig großen Nutzen durch die Förderung erfahren haben. Dieser Wert fiel für Projekte, die im Rahmen der Sondermaßnahmen durchgeführt wurden, mit 75 Prozent nochmals deutlich größer aus. Es wurde angegeben, dass der Nutzen sich vor allem in der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen widerspiegelt. Über die Hälfte der befragten Wirtschaftspartner gaben an, dass sich das geförderte FuE-Projekt positiv auf die Marktposition ausgewirkt habe. Außerdem konnten positive Effekte bei der Markterschließung im Ausland und für die Rentabilität der Unternehmen erzielt werden.



## A.2 Ergänzende Umfrageergebnisse

Die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen wird behindert durch ...

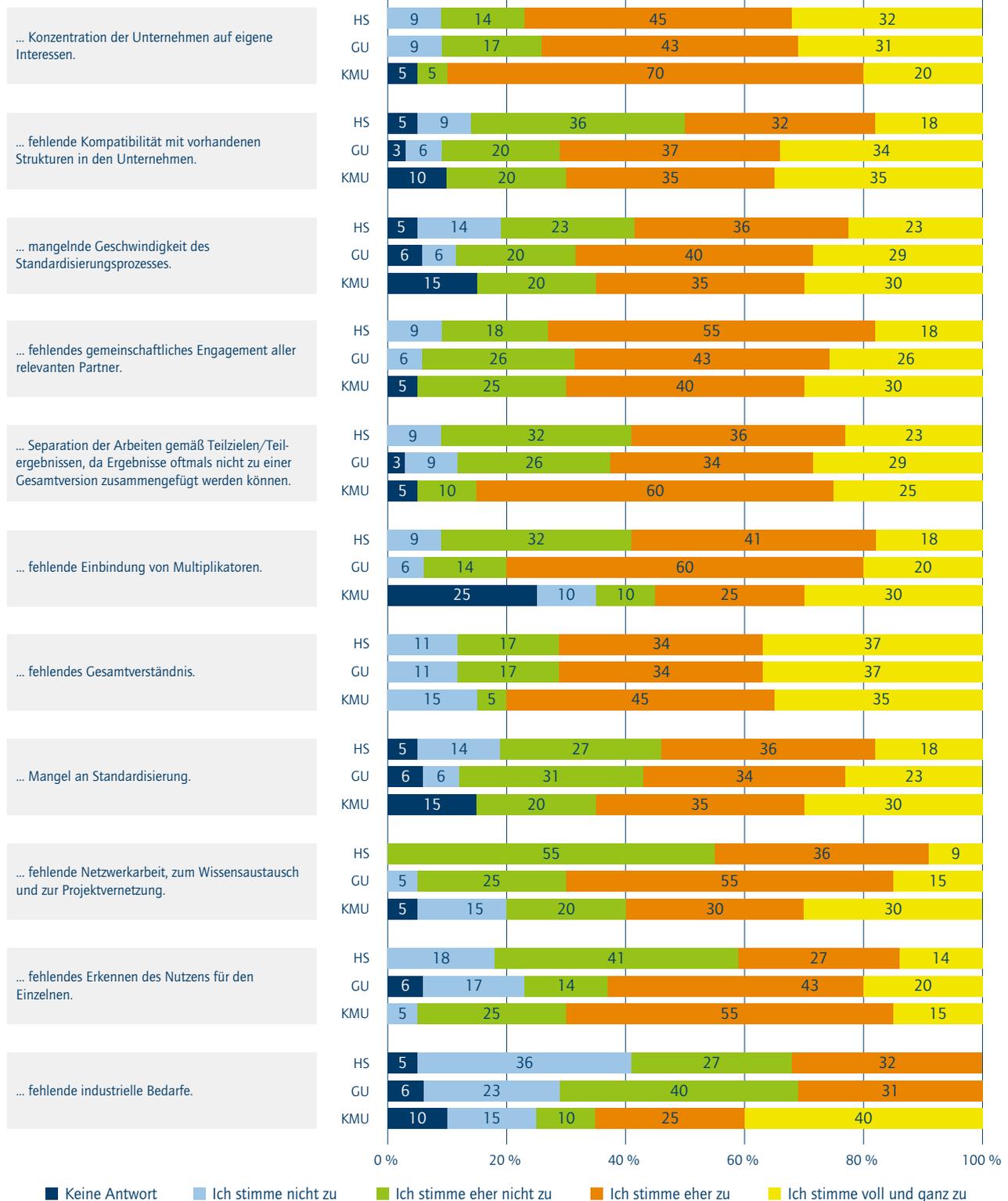


Abbildung 29: Großunternehmen, KMU, Hochschulen/FuE-Einrichtungen zu Transferhemmnissen bei der Entwicklung ganzheitlicher Lösungen (Quelle: eigene Darstellung)

Schnelligkeit in der Umsetzung von innovativen Projektideen wird behindert durch ...

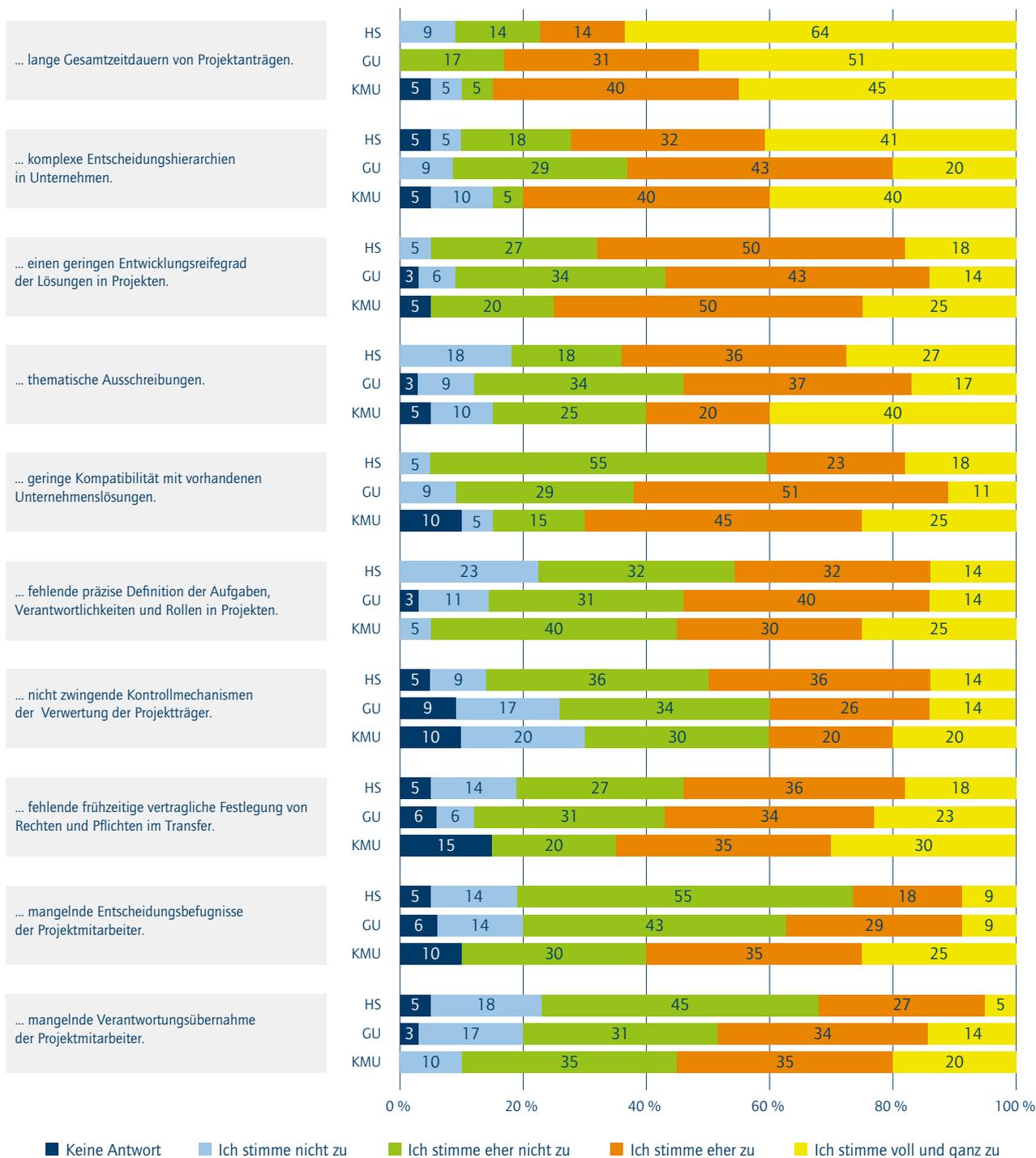


Abbildung 30: Großunternehmen, KMU, Hochschulen/FuE-Einrichtungen zu Hemmnissen bei der Schnelligkeit in der Umsetzung innovativer Projektideen (Quelle: eigene Darstellung)



Wandelbarkeit in der Forschung wird behindert durch ...

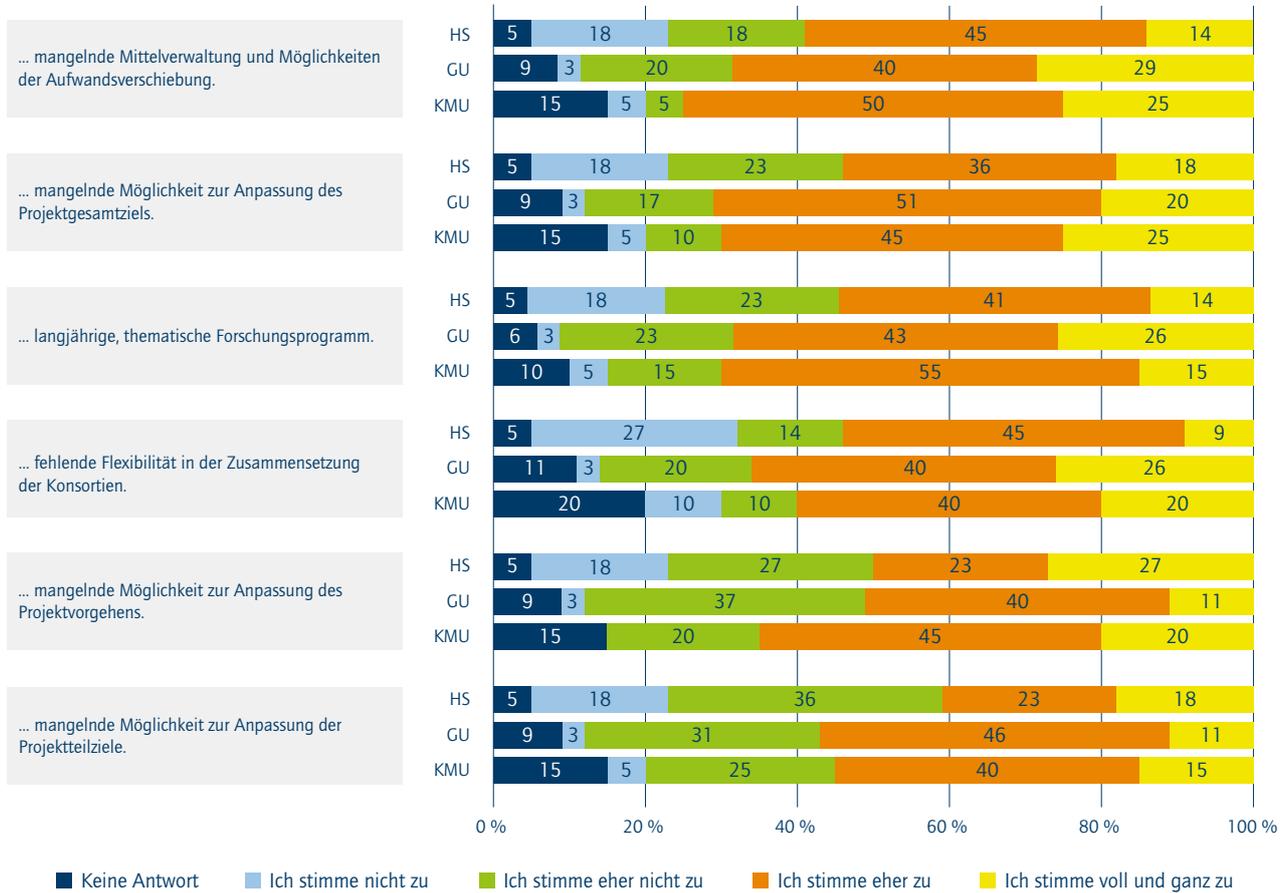


Abbildung 31: Großunternehmen, KMU, Hochschulen/FuE-Einrichtungen zu Hemmnissen bei der Wandelbarkeit in der Forschung (Quelle: eigene Darstellung)

Die Marktorientierung der FuE-Ergebnisse wird behindert durch ...

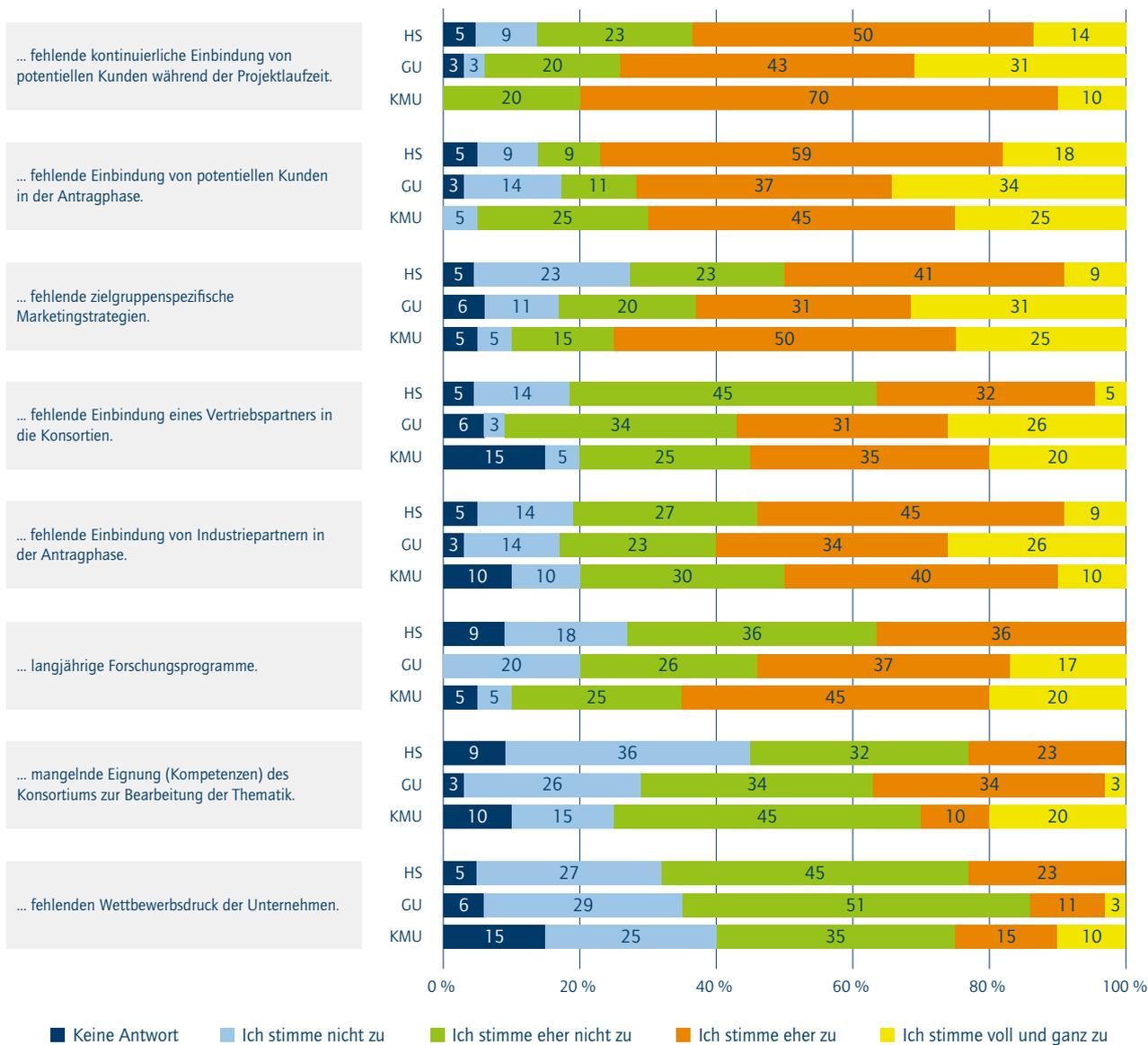


Abbildung 32: Großunternehmen, KMU, Hochschulen/FuE-Einrichtungen zu Hemmnissen bei der Marktorientierung von FuE-Ergebnissen (Quelle: eigene Darstellung)



**Der wirtschaftliche Erfolg von FuE-Projektergebnissen wird behindert durch ...**

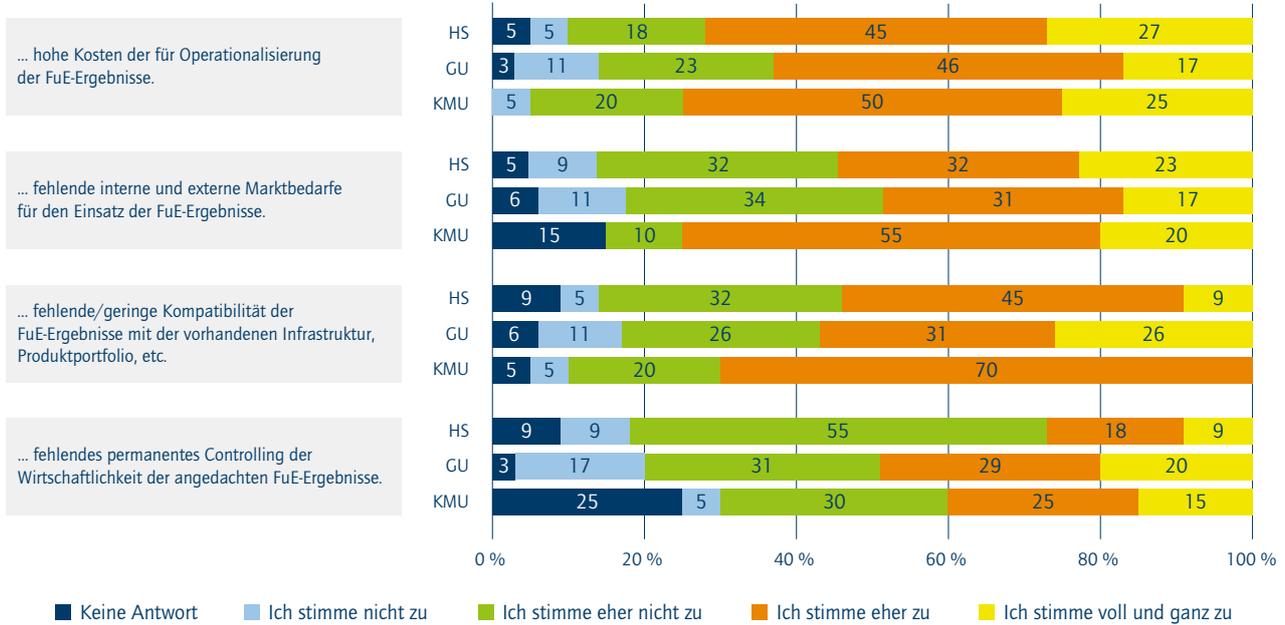


Abbildung 33: Großunternehmen, KMU, Hochschulen/FuE-Einrichtungen bezüglich Hemmnissen für die Wirtschaftlichkeit von FuE-Projekten (Quelle: eigene Darstellung)

### A.3 Ergänzung zum Promotorinnen-/Promotorenmodell zur Auswahl der richtigen Mitarbeitenden in einem FuE-Projekt

Ist die Matrix für ein spezifisches Treffen ausgefüllt, kann die/der Projektleitende aufgrund der Verteilung der Promotorinnen und Promotoren beurteilen, ob das Treffen mit den adäquaten Personen bestückt ist. Ein Steuerkreistreffen, an dem keine

Machtpromotorinnen und -promotoren teilnehmen, ist falsch ausgelegt, da die Entscheidungskompetenz nicht im ausreichenden Maße vertreten ist. Aufgabe der/des Projektleitenden ist es, dann entsprechend gegenzulenken und in diesem Fall mehr Machtpromotorinnen und -promotoren für das Treffen zu gewinnen. Ebenso falsch besetzt wäre ein Treffen von Entwicklerinnen und Entwicklern, an dem hauptsächlich Machtpromotorinnen und -promotoren teilnehmen, wobei Fachpromotorinnen und -promotoren den relevanten Kreis der Teilnehmenden stellen.





## Literatur

### agiplan 2015

agiplan: *Erschließen der Potentiale der Anwendung von „Industrie 4.0“ im Mittelstand*, 2015. URL: [http://www.zenit.de/fileadmin/Downloads/Studie\\_im\\_Auftrag\\_des\\_BMWi\\_Industrie\\_4.0\\_2015\\_agiplan\\_fraunhofer\\_inkl\\_zenit\\_Langfassung.pdf](http://www.zenit.de/fileadmin/Downloads/Studie_im_Auftrag_des_BMWi_Industrie_4.0_2015_agiplan_fraunhofer_inkl_zenit_Langfassung.pdf) [Stand: 18.01.2016].

### Amtsblatt der Europäischen Union 2013

Amtsblatt der Europäischen Union: *Verordnung (EU) Nr. 1290/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Regeln für die Beteiligung am Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizon 2020“ (2014–2020) sowie für die Verbreitung der Ergebnisse und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1906/2006*; 11. Dezember 2013.

### Angermeier 2009

Angermeier, G. A.: „Die RACI-Matrix als einfacher Kommunikationsplan“. In: *ProjektMagazin*, 2009: 15. URL: <https://www.projektmagazin.de/node/862> [Stand: 16.08.2017].

### Becker 2010

Becker, H. P.: *Investition und Finanzierung*, Grundlagen der betrieblichen Finanzwirtschaft, 4. Auflage, Gabler Verlag 2010.

### Beitragsreglement KTI 2014

Beitragsreglement KTI: *Beitragsreglement der Kommission für Technologie und Innovation*, 2014. URL: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20132456/201401010000/420.124.2.pdf> [Stand: 21.06.2017].

### BITKOM 2014

BITKOM: *Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland*, 2014. URL: <https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf> [Stand: 02.02.2016].

### BITKOM et al. 2015

BITKOM/VDMA/ZVEI (Hrsg.): *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0*, 2015. URL: <https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2015/Leitfaden/Umsetzungsstrategie-Industrie-40/150410-Umsetzungsstrategie-0.pdf> [Stand: 19.06.2017].

### von Blankenburg 2005

von Blankenburg, C./Böhm, B./Dienel, H.-L./Legewie, H.: *Leitfaden für interdisziplinäre Forschergruppen – Projekte initiieren – Zusammenarbeit gestalten*, Stuttgart: Steiner Verlag 2005.

### Botthof et al. 2016

Botthof, A./Heimer, T./Strese, H.: „Zertifizierungsprogramm Smart Home + Building“. In: BMWi (Hrsg.): *SmartHome2Market – Marktperspektiven für die intelligente Heimvernetzung 2016*. Berlin: BMWi 2016.

### Brecht/Stelzer 2014

Brecht, L./Stelzer, B.: *Technologiemanagement. Eine Bestandsaufnahme der organisationalen Umsetzung in Unternehmen*, Ulm: ITOP 2014.

### BMBF 2017

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.): *Förderberatung des Bundes. Forschung und Innovation*, 2017. URL: <http://www.foerderinfo.bund.de/> [Stand: 28.08.2017].

### BMBF 2014

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.): *Industrie 4.0 – Innovationen für die Produktion von morgen*. Bonn: BMBF 2014.

### BMWi 2017a

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): *Der Spitzencluster-Wettbewerb*, 2017. URL: <https://www.bmbf.de/de/der-spitzencluster-wettbewerb-537.html> [Stand: 11.05.2017].

### BMWi 2017b

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): *Technology Readiness Level (TRL)*, 2017. URL: <http://www.nks-kmu.de/teilnahme-trl.php> [Stand: 26.04.2017].

### BMWi 2015

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.): *Memorandum der Plattform Industrie 4.0*, München 2015. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/memorandum-plattform-industrie-4-0.pdf> [Stand: 20.06.2017].

### Corsten 1982

Corsten, H.: *Der nationale Technologietransfer: Formen, Elemente, Gestaltungsmöglichkeiten, Probleme*, Berlin: E. Schmidt 1982.

**Czarnitzki 2001 et al.**

Czarnitzki, D./Licht, D./Rammer, C./Spielkamp, A.: „Rolle und Bedeutung von Intermediären im Wissens- und Technologietransfer“. In: *ifo Schnelldienst*, 4, 2001, S. 40–49.

**Europäische Kommission 2012**

Europäische Kommission: *Eine europäische Strategie für Schlüsseltechnologien. Eine Brücke zu Wachstum und Beschäftigung*, Brüssel 2012. URL: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2012/DE/1-2012-341-DE-F1-1.Pdf> [Stand: 28.08.2017].

**Fichter 2006**

Fichter, K.: „Innovation Communities: Die Rolle von Promotorennetzwerken bei Nachhaltigkeitsinnovationen“. In: Siebenhüner, B./Pfriem, R./Antes, K./Fichter, K./Müller, M./Paech, N./Seuring, S. (Hrsg.): *Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung*, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2006.

**Fichter et al. 2011**

Fichter, K., Beucker, S., Bunzel, S., Bergset, L.: *Erfolgsfaktor Innovation Communities – Fallstudien zu Erfolgsbeitrag, Evolution und Methoden von Promotorennetzwerken bei radikalen Innovationen*, Berlin: InnoCo-Verbundpartner 2011.

**Fischer 2006**

Fischer, B. (Hrsg.): *Vertikale Innovationsnetzwerke. Eine theoretische und empirische Analyse*, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2006.

**Fraunhofer IGCV 2017**

Fraunhofer IGCV: *Auszeichnung für das Projekt CyProS beim Deutschen Excellence Award*, 2016. URL: [https://www.igcv.fraunhofer.de/de/presse\\_downloads/pressemitteilungen/cypros\\_auszeichnung.html](https://www.igcv.fraunhofer.de/de/presse_downloads/pressemitteilungen/cypros_auszeichnung.html) [Stand: 08.03.2017].

**Garcia Sanz 2007**

Garcia Sanz, F. (Hrsg.): *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz. Effiziente und flexible Supply Chains erfolgreich gestalten*, Berlin [u.a.]: Springer 2007.

**Gausemeier et al. 2016**

Gausemeier, J./Dumitrescu, R./Ebbesmeyer, P./Fechtelpeter, C./Hobscheidt D./Kühn, A.: *Auf dem Weg zu Industrie 4.0 – Technologietransfer in den Mittelstand*, Paderborn: it's OWL Clustermanagement GmbH 2016.

**Gemünden/Hölzle 2011**

Gemünden, H. G./Hölzle, K.: *Innovatoren – Rollen im Innovationsprozess*, 2011. URL: <http://www.innovationsmanagement.de/innovatoren/promotorenmodell.html> [Stand: 08.03.2017].

**Gemünden/Hölzle 2005**

Gemünden, H. G./Hölzle, K.: „Schlüsselpersonen der Innovation“. In: Albers, S./Gassmann, O. (Hrsg.): *Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement. Strategie – Umsetzung – Controlling*, Wiesbaden: Gabler Verlag 2005.

**Göpfert et al. 2017**

Göpfert, I./Schulz, M./Wellbrock, W.: „Trends in der Automobillogistik“. In: Göpfert, I./Braun, D./Schulz, M. (Hrsg.): *Automobillogistik. Stand und Zukunftstrends*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler 2017, S. 1–21.

**GPM 2015**

GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e. V.: *Stakeholdermanagement – Studie zu Art und Umfang der Umsetzung in den deutschen Unternehmen und Projektgruppen*, 2015. URL: [https://www.gpm-ipma.de/fileadmin/user\\_upload/GPM/Know-How/150402\\_Studie\\_Stakeholder\\_Final.pdf](https://www.gpm-ipma.de/fileadmin/user_upload/GPM/Know-How/150402_Studie_Stakeholder_Final.pdf) [Stand: 25.08.2017].

**Grots/Pratschke 2016**

Grots, A./Pratschke, M.: Design Thinking – Kreativität als Methode. In: *Marketing Review St. Gallen*, 2, 2016. URL: <http://improjects.uni-koblenz.de/edschool/downloads/DesignThinking-Kreativitaet-als-Methode.pdf> [Stand: 28.07.2017].

**Gudehus 2010**

Gudehus, T. (Hrsg.): *Logistik*, 4., aktualisierte Auflage, Berlin: Springer 2010.

**Günthner 2007**

Günthner, W. (Hrsg.): *Neue Wege in der Automobillogistik. Die Vision der Supra-Adaptivität; mit 14 Tabellen* (VDI-Buch), Berlin [u.a.]: Springer 2007.

**Hegmanns et al. 2013**

Hegmanns, T./Kamphues, J./Besenfelder, C./Koc, E./Akbas, K./Müller, T./Orlob, J./Tickwe, R./Bös, M.: *Abschlussbericht zum Verbundprojekt SCP (Supply Chain Planning) im Leitthema Logistics-as-a-Service*, 2013.

**Hollanders et al. 2016**

Hollanders, H./Es-Sadki, N./Kanerva, M.: *European Innovation Scoreboard 2016*, Brüssel: European Union 2016.

**Huber 2016**

Huber, W. (Hrsg.): *Industrie 4.0 in der Automobilproduktion*, Wiesbaden: Springer Fachmedien 2016.

**swiTT**

Internetauftritt swiTT: *Informationen über swiTT*, o. J. URL: <http://www.swiTT.ch> [Stand: 11.05.2017].

**it's OWL Clustermanagement GmbH 2017a**

it's OWL Clustermanagement GmbH: *Nachhaltigkeitsmaßnahmen – Den Mittelstand wettbewerbsfähig machen*, 2017. URL: <http://www.its-owl.de/projekte/nachhaltigkeitsmassnahmen/details/technologietransfer/> [Stand: 24.04.2017].

**it's OWL Clustermanagement GmbH 2017b**

it's OWL Clustermanagement GmbH: *Service-Technologietransfer-Erfahrungsgruppen-Innovation durch Austausch*, 2017. URL: <http://www.its-owl.de/services/technologietransfer/erfahrungsaustauschgruppen/> [Stand: 24.04.2017].

**Jakoby 2013**

Jakoby, W.: *Projektmanagement für Ingenieure – Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg*, Wiesbaden: Springer Fachmedien 2013.

**Jülich o. J.**

Jülich: *Systementwicklung*, o. J. URL: <http://www.fzjuelich.de/iek/iek-3/DE/Forschung/BGE/Brennstoffzellenseiten/Systementwicklung/Systementwicklung.html> [Stand: 26.04.2017].

**Kagermann et al. 2013**

Kagermann, H./Helbig, J./Hellinger, A./Wahlster, W. (Hrsg.): *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern* (Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0), Berlin, Frankfurt/Main: Forschungsunion; Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0 2013.

**Kagermann et al. 2016**

Kagermann, H./Anderl, R./Gausemeier, J./Schuh, G./Wahlster, W. (Hrsg.): *Industrie 4.0 im globalen Kontext. Strategien der Zusammenarbeit mit internationalen Partnern* (acatech STUDIE), München: Herbert Utz Verlag GmbH 2016.

**Klappert et al. 2010**

Klappert, S./Schuh, G./Aghassi, S.: „Einleitung und Abgrenzung“. In: Schuh, G./Klappert, S. (Hrsg.): *Produktion und Management 2. Technologiemanagement*, 2., neu bearb. u. erw. Aufl., Berlin: Springer Berlin (VDI-Buch, 2) 2010, S. 5-19.

**Klebsch et al. 2014**

Klebsch, W./Masurkewitz, J./Loskill, H./Witusch, T./Heßler, A./Landwehrmann, T./Pongratz, S./Rieß, C./Wilhelm, M.: *SMART HOME – IT-Sicherheit und Interoperabilität als Schrittmacher für den Markt*, o. O. 2014.

**Klebsch o. J.**

Klebsch, W./Rieß, C.: „Zertifizierungsprogramm Smart Home + Building – Deutschland auf dem Weg zum Leitmarkt für Smart Home Technologien“, o. O. o. J.

**Klebsch et al 2015**

Klebsch, W./Rieß, C./Loskill, H./Masurkewitz, J.: *Smart Home-Markt im Aufwind – Optionen für die aktive Unterstützung der weiteren Marktentwicklung*, Frankfurt a. M.: VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. 2015.

**Korell 2013**

Korell, M.: „Aufnahme und Nutzung von Forschungsergebnissen durch Unternehmen“. In: Warschat, J. (Hrsg.): *Transfer von Forschungsergebnissen in die industrielle Praxis – Konzepte, Beispiele, Handlungsempfehlungen*, Stuttgart: Fraunhofer Verlag 2013, S. 37-47.

**Korell/Schat 2013**

Korell, M./Schat, H.-D.: „Entwicklung eines Transfermodells“. In: Warschat, J. (Hrsg.): *Transfer von Forschungsergebnissen in die industrielle Praxis – Konzepte, Beispiele, Handlungsempfehlungen*, Stuttgart: Fraunhofer Verlag 2013, S. 12-36.

**Kratzer et al. 2010**

Kratzer, J.; Haase, H.; Lautenschläger, A.: *Benchmarking deutscher Transferstellen: Transferpotenzial, Transferkapazitäten, Transferaktivitäten im deutschlandweiten Vergleich* (Bericht 2009/2010), Berlin u. a., 2010.

**Kugler 2015**

Kugler, F.: *Entwicklung von Innovationsfähigkeit in Unternehmen – Abbau von fachsprachlichen Barrieren im intraorganisationalen Erkenntnistransfer zwischen den technologie- und marktnahen Bereichen von Unternehmen*, Kassel: kassel university press 2015.

**Kuhn 2015**

Kuhn, K.-J.: *Siemens RACE – Reliable Automation and Control Environment*, 2015. URL: <https://www.siemens.com/press/pool/de/events/2015/corporate/2015-09-iaa/presentation-race-e.pdf> [Stand: 22.03.2017].

**Kuster et al. 2011**

Kuster, J./Huber, E./Lippmann, R./Schmid, A./Schneider, E./Witschi, U./Wüst, R.: *Handbuch Projektmanagement*, Heidelberg: Springer-Verlag 2011.

**Lohmann 2014**

Lohmann, S.: *Interaktionsqualität im Technologietransfer*, Wiesbaden: Springer 2014.

**Mayring 2015**

Mayring, P. (Hrsg.): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*, 12. überarbeitete Auflage, Weinheim: Beltz Verlag 2015.

**Meinel/von Thienen 2016**

Meinel, C./ von Thienen, J.: Design Thinking. In: *Informatik Spektrum*, 2016: 39 (4), S. 310-314.

**Meißner 2001**

Meißner, D. (Hrsg.): *Wissens- und Technologietransfer in nationalen Innovationssystemen*, Dresden: Sächsische Landesbibliothek Staats- und Universitätsbibliothek Dresden 2001.

**Meißner/Sultanian 2007**

Meißner, D./Sultanian, E.: *Wissens- und Technologietransfer – Grundlagen und Diskussion von Studien und Beispielen*, O. O.: Center for Science and Technology Studies CEST 2007.

**Mensing 2015**

Mensing, W.: *Erfolgreiches Projektmanagement ohne externe Berater in KMUs – Praxisleitfaden zur Etablierung Interner Projektmanager*, Wiesbaden: Springer Fachmedien 2015.

**Meyer/Reher 2016**

Meyer, H./Reher, H.-J.: *Projektmanagement – Von der Definition über die Projektplanung zum erfolgreichen Abschluss*, Wiesbaden: Springer Fachmedien 2016.

**Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum 2017**

Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum: *Wir digitalisieren und vernetzen. Angebote für den Mittelstand*, 2017. URL: <https://www.digital-in-nrw.de/de/> [Stand: 28.08.2017].

**Mohren o. J.**

Mohren, C.: *Erkenntnistransfer*, o. J. URL: [http://www.dfg.de/foerderung/grundlagen\\_rahmenbedingungen/erkenntnistransfer/](http://www.dfg.de/foerderung/grundlagen_rahmenbedingungen/erkenntnistransfer/) [Stand: 11.05.2017].

**Moroff/Focke 2016**

Moroff, G./Focke, K.: *Repetitorium zur Investitionsrechnung. Systematisch üben, Lernziele erreichen*, Wiesbaden: Gabler 2016.

**NASA o. J.**

NASA Official: *Definition of Technology Readiness Levels*, o. J. URL: [https://esto.nasa.gov/files/trl\\_definitions.pdf](https://esto.nasa.gov/files/trl_definitions.pdf) [Stand: 28.08.2017].

**Ornetzeder et al. 2016**

Ornetzeder, M./Capari, L./Gutting, A.: *Monitoring urbaner Technologien. Ein Modell zur Abschätzung der Reife soziotechnischer Innovationen für die Stadt der Zukunft*, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) (Hrsg.), Wien 2016. URL: [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz\\_pdf/schriftenreihe-2016-18\\_mut.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2016-18_mut.pdf) [Stand: 27.04.2017].

**Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft 2015**

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (Hrsg.): *Leitfaden für Einzelprojekte der Industriellen Forschung*, 2015. URL: [https://www.ffg.at/sites/default/files/dok/il\\_einzelprojekte\\_industrielleforschung\\_v20.pdf](https://www.ffg.at/sites/default/files/dok/il_einzelprojekte_industrielleforschung_v20.pdf) [Stand: 28.08.2017].

**Pechmann et al. 2010**

Pechmann, A./Piller, F./Schumacher, G. (Hrsg.): *Technologie- und Erkenntnistransfer aus der Wissenschaft in die Industrie*, Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH, Zentralbibliothek Verlag 2010.

**Peipe 2011**

Peipe, S.: *Crashkurs Projektmanagement*, Freiburg: Haufe Verlag 2011.

**Pleschak 2003**

Pleschak, F.: *Technologietransfer – Anforderung und Entwicklungstendenzen*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2003.

**Preissler et al. 2013**

Preissler, S./Lehmann, H./Petrusheva, V./Scholz, R./Köster, R.: *Wissens- und Technologietransfer in der Region Leipzig. Gutachten im Auftrag der AG Regionalkonferenz Leipzig*, Leipzig: 2013.

**Rammer 2017**

Rammer, C./Berger, M./Doherr, M./Hud, M./Hünermund, P./Ifred, Y. et al.: *Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft: Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2016*, Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2017.

**Rauter 2013**

Rauter, R. (Hrsg.): *Interorganisationaler Wissenstransfer. Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen und KMU*, Wiesbaden: Springer-Verlag 2013.

**Reinhart 2015**

Reinhart, G.: *Intelligente Vernetzung in der Fabrik. Industrie 4.0 Umsetzungsbeispiele für die Praxis*, Stuttgart: Fraunhofer-Verlag 2015.

**Schallmo 2017**

Schallmo, D.: *Design Thinking erfolgreich anwenden. So entwickeln Sie in 7 Phasen kundenorientierte Produkte und Dienstleistungen*, Ulm: Springer-Verlag 2017.

**Schmidthals 2007**

Schmidthals, J.: *Technologiekooperationen in radikalen Innovationsvorhaben*, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 2007.

**Sendler 2016**

Sendler, U.: „Industrie 4.0 – Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM (Systems Lifecycle Management)“. In: Sendler, U. (Hrsg.): *Industrie 4.0 grenzenlos*, Heidelberg: Springer-Verlag; Imprint: Springer Vieweg 2016, S. 1-19.

**Spath/Walter 2012**

Spath, D./Walter, A. (Hrsg.): *Mehr Innovationen für Deutschland – Wie Inkubatoren akademische Hightech-Ausgründungen besser fördern können (acatech STUDIE)*, Heidelberg u.a.: Springer-Verlag 2012.

**VDE 2016**

VDE: „Schlussbericht – Öffentlicher Sachbericht des VDE e. V.“ 2016.

**VDE o. J. a**

VDE: *Zertifizierungsprogramm Smart Home + Building – Programm*, o. J. URL: <http://www.zertifizierungsprogramm-smarhome.de/smarhome/programm/Seiten/default.aspx> [Stand: 24.04.2017].

**VDE o. J. b**

VDE: *Bottom-Up-Prozess*, o. J. URL: <http://www.zertifizierungsprogramm-smarhome.de/smarhome/programm/Seiten/Bottom-UpProzess.aspx> [Stand: 24.04.2017].

**von Stokar et al. 2017**

von Stokar, J./Trageser, J./Zandonella, R./Angst, V./Britt, D./Arvanitis, S./Spescha, A.: *Wirkungsanalyse der F&E-Projektförderung – Follow-up Sondermassnahmen und F&E-Projektförderung (Wirkungsanalyse Schlussbericht Phase 1 2016)*, Zürich: Kommission für Technologie und Innovation KTI 2017.

**Walter 2003**

Walter, A.: *Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft*, Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 2003.

**Warschat et al. 2013**

Warschat, J./Korell, M./Lay, G.: „Transfer von Forschungsergebnissen – Annäherung an einen vieldeutigen Begriff“. In: Warschat, J. (Hrsg.): *Transfer von Forschungsergebnissen in die industrielle Praxis – Konzepte, Beispiele, Handlungsempfehlungen*, Stuttgart: Fraunhofer Verlag 2013, S. 1-11.

**Wibbe/Rhode 2017**

Wibbe, C./Rohde, D.: „Industrie 4.0 im automobilen Umfeld“. In: Göpfert, I./Braun, D./Schulz, M. (Hrsg.): *Automobillogistik. Stand und Zukunftstrends*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler 2017, S. 37-52.

**Witte 1998**

Witte, E.: „Das Promotoren-Modell“. In: Hauschildt, J./Gemünden, H.G. (Hrsg.): *Promotoren – Champions der Innovation*, Wiesbaden: Gabler Verlag 1998.

**Wissenschaftsrat 2016**

WR Positionspapier: *Wissens- und Technologietransfer als Gegenstand institutioneller Strategien (Wissenschaftsrat Positionspapier)*, 2016.

**Zentes et al. 2003**

Zentes, J./Swoboda, B./Morschett, D. (Hrsg.): *Kooperationen, Allianzen und Netzwerke. Grundlagen – Ansätze – Perspektiven*, Wiesbaden: Gabler 2003.

**Zimmermann et al. 2006**

Zimmermann, J./Rieck, J./Stark, C.: *Projektplanung – Modelle, Methoden, Management*, Berlin: Springer Verlag 2006.



# acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

acatech vertritt die deutschen Technikwissenschaften im In- und Ausland in selbstbestimmter, unabhängiger und gemeinwohlorientierter Weise. Als Arbeitsakademie berät acatech Politik und Gesellschaft in technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen. Darüber hinaus hat es sich acatech zum Ziel gesetzt, den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu unterstützen und den technikwissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Zu den Mitgliedern der Akademie zählen herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. acatech finanziert sich durch eine institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie durch Spenden und projektbezogene Drittmittel. Um den Diskurs über technischen Fortschritt in Deutschland zu fördern und das Potenzial zukunftsweisender Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft darzustellen, veranstaltet acatech Symposien, Foren, Podiumsdiskussionen und Workshops. Mit Studien, Empfehlungen und Stellungnahmen wendet sich acatech an die Öffentlichkeit. acatech besteht aus drei Organen: Die Mitglieder der Akademie sind in der Mitgliederversammlung organisiert; das Präsidium, das von den Mitgliedern und Senatoren der Akademie bestimmt wird, lenkt die Arbeit; ein Senat mit namhaften Persönlichkeiten vor allem aus der Industrie, aus der Wissenschaft und aus der Politik berät acatech in Fragen der strategischen Ausrichtung und sorgt für den Austausch mit der Wirtschaft und anderen Wissenschaftsorganisationen in Deutschland. Die Geschäftsstelle von acatech befindet sich in München; zudem ist acatech mit einem Hauptstadtbüro in Berlin und einem Büro in Brüssel vertreten.

Weitere Informationen unter [www.acatech.de](http://www.acatech.de)



**Herausgeber:**

**Prof. Dr. Michael Henke**

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik  
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4  
44227 Dortmund

**Prof. Dr. Axel Kuhn**

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik  
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4  
44227 Dortmund

**Reihenherausgeber:**

**acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2017**

**Geschäftsstelle**

Karolinenplatz 4  
80333 München

T +49 (0)89/52 03 09-0

F +49 (0)89/52 03 09-900

info@acatech.de

www.acatech.de

**Hauptstadtbüro**

Pariser Platz 4a  
10117 Berlin

T +49 (0)30/2 06 30 96-0

F +49 (0)30/2 06 30 96-11

**Brüssel-Büro**

Rue d'Egmont/Egmontstraat 13  
1000 Brüssel (Belgien)

T +32 (0)2/2 13 81-80

F +32 (0)2/2 13 81-89

**Empfohlene Zitierweise:**

Henke, M./Kuhn, A. (Hrsg.): *Kollaboration als Schlüssel zum erfolgreichen Transfer von Innovationen: Analyse von Treibern und Hemmnissen in der Automobillogistik* (acatech STUDIE), München: Herbert Utz Verlag 2017.

ISSN 2192-6174

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Koordination: Dr.-Ing. Christoph Vornholt, Dr. Martina Kohlhuber

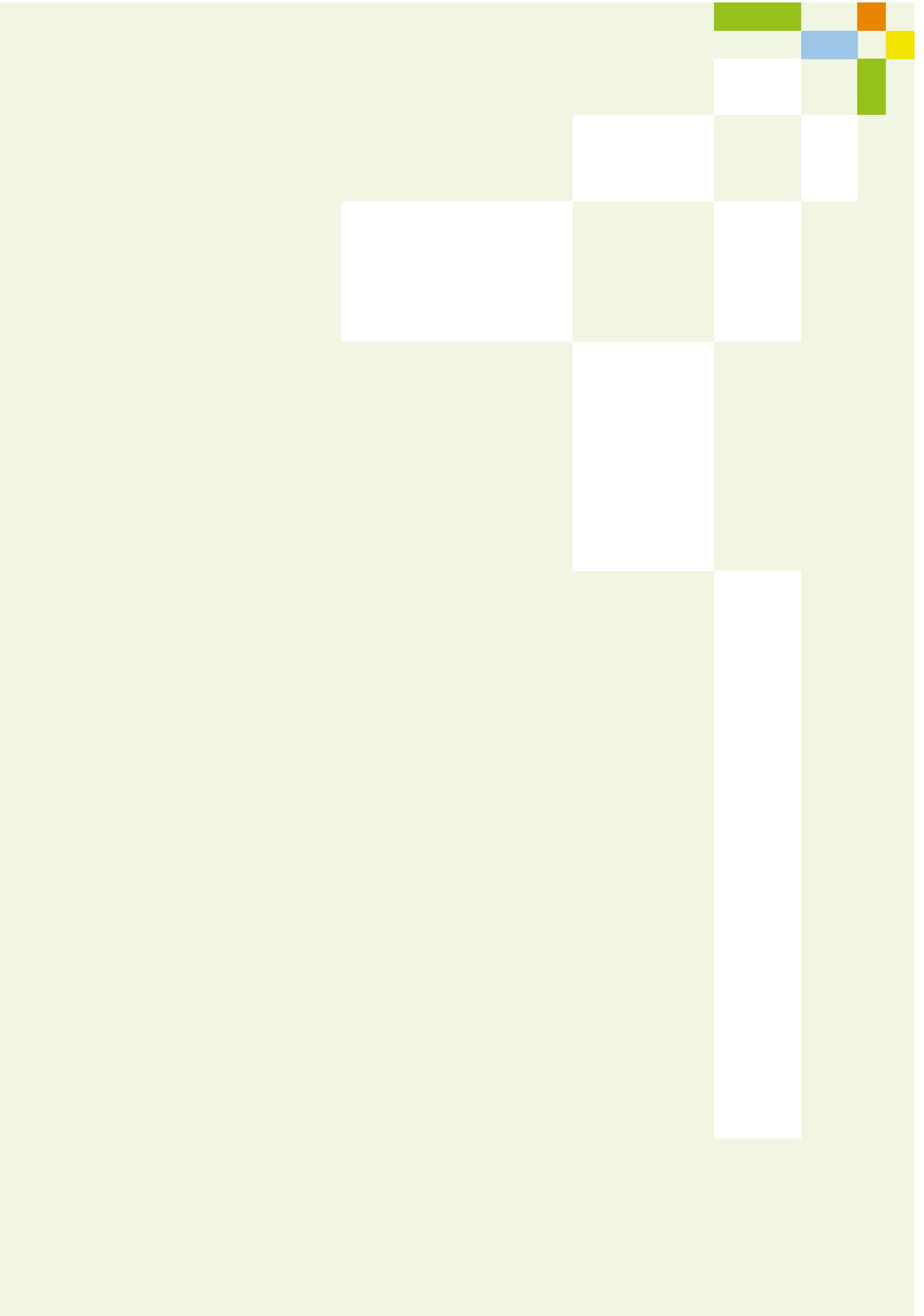
Redaktion: Birgit Obermeier

Layout-Konzeption: Groothuis, Hamburg

Titelfoto: iStock.com/nd300

Konvertierung und Satz: Fraunhofer IAIS, Sankt Augustin

Die Originalfassung der Publikation ist verfügbar auf [www.utzverlag.de](http://www.utzverlag.de)





Am Beispiel der Automobilindustrie und ihrer komplexen Logistik zeigt sich, dass einzelne Unternehmen eine Weiterentwicklung zu Industrie 4.0 nicht alleine leisten können. Nötig sind gemeinschaftliche Aktivitäten bei Forschung und Entwicklung (FuE) innerhalb der Branche. Für einen erfolgreichen Innovationstransfer müssen aber auch FuE-Projekte – insbesondere öffentlich geförderte – neu gestaltet werden.

Die vorliegende acatech STUDIE analysiert am Beispiel der Automobillogistik die Treiber und Hemmnisse beim Transfer von FuE-Projektergebnissen in die industrielle Anwendung. Sie benennt Maßnahmen, wie sich Schwierigkeiten bei der Umsetzung bewältigen lassen und leitet Zielkriterien für eine transferorientierte Forschung ab.