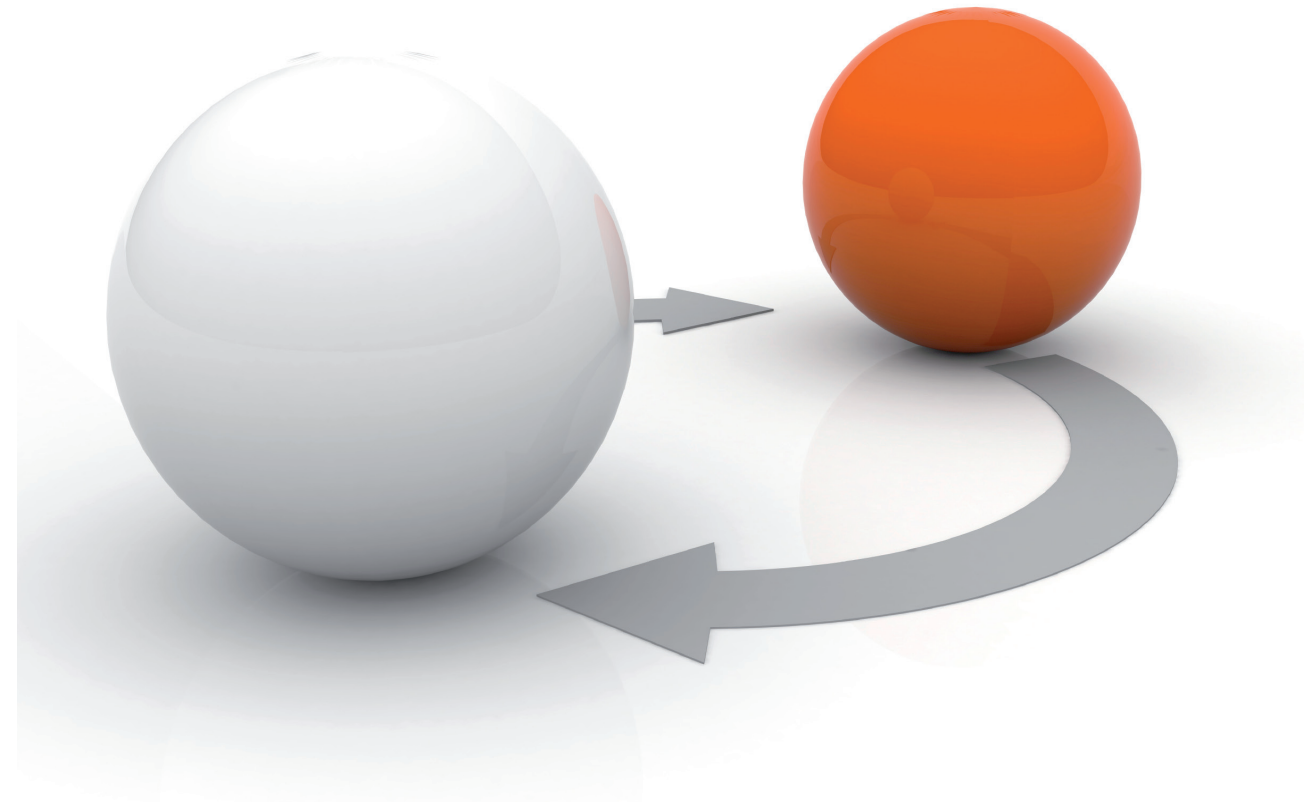


Wie können Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung für die industrielle Praxis frühzeitig genutzt werden? Welche Wege für den Erkenntnistransfer gibt es? Und vor allem: Wie kann dieser Prozess beschleunigt werden? Das sind die zentralen Fragen, auf die der vorliegende Band am Beispiel der Materialwissenschaften eine Antwort sucht.

In den zurückliegenden drei Jahrzehnten haben sich die Materialwissenschaften als eigenständige Disziplin etabliert, die Technologien für alle industriellen Branchen bereitstellt. Die Werkstoffe spielen in vielen Technologiesektoren sogar eine Schlüsselrolle im Innovationsprozess. Allerdings zeigt sich immer deutlicher, dass der Technologietransfer an Dynamik verliert. Vor diesem Hintergrund hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft eine Studie unterstützt, deren Ergebnisse hiermit vorliegen.

Schriftenreihe Projektträger Jülich | Technologie- und Erkenntnistransfer aus der Wissenschaft in die Industrie



Agnes Pechmann, Frank Piller, Gerd Schumacher (Hrsg.)

Technologie- und Erkenntnistransfer aus der Wissenschaft in die Industrie

Eine explorative Untersuchung in der deutschen Material- und Werkstoffforschung

Schriftenreihe Projektträger Jülich

Agnes Pechmann, Frank Piller, Gerd Schumacher (Hrsg.)

Technologie- und Erkenntnistransfer aus der Wissenschaft in die Industrie

Eine explorative Untersuchung in der deutschen Material-
und Werkstoffforschung

Autoren

Dennis Hilgers, Agnes Pechmann, Frank Piller, Ingo Rey, Michael Ruddat, Alexander Sautter, Gerd Schumacher, Karolin Tampe-Mai, Jens Völler, Peter Weirich

Schriftenreihe Projektträger Jülich

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.



Bericht zum Projekt „Projekt Analyse Technologietransfer“ (PATE), gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Förderkennzeichen SCHU 2071/1-1

Herausgeber und Vertrieb

Forschungszentrum Jülich GmbH
Zentralbibliothek, Verlag
D-52425 Jülich
Telefon 02461 61 - 53 68
Telefax 02461 61 - 61 03
E-Mail zb-publikation@fz-juelich.de
Internet www.fz-juelich.de/zb

Umschlaggestaltung

Projektträger Jülich

Druck

Grafische Medien
Forschungszentrum Jülich GmbH

Schriftenreihe Projektträger Jülich

ISBN 978-3-89336-624-8

Vollständig frei verfügbar im Internet auf dem Jülicher Open Access Server (JUWEL)
unter www.fz-juelich.de/zb/juwel

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

eigentlich ist es ja allen klar: In Zeiten, wo Flugzeuge immer größer und leichter, Autos immer sicherer und sparsamer oder Handys immer kleiner und funktionsreicher werden, sind neue Materialien und Werkstoffe wichtiger denn je. Der Erfolg der deutschen Industrie – und der Wohlstand der ganzen Gesellschaft – hängt im zunehmenden Maße von der innovativen Forschung in diesen Bereichen ab.

Warum aber gehen so viele hoch spannende Ergebnisse aus den Laboren der ingenieurwissenschaftlichen Universitätsinstitute in Fachzeitschriften und Publikationen unter, die kein Techniker liest? Weshalb sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ebenso wie Unternehmerinnen und Unternehmer sowie Ingenieurinnen und Ingenieure auf ihren jeweiligen Kongressen unter sich? Warum also gibt es keinen Screening-Prozess, der die Grundlagenforschung an Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen systematisch auf wirtschaftlich verwertbare Erkenntnisse hin untersucht? Und: Warum existiert keine Schnittstelle zwischen Industrie und Wissenschaft, die in beide Richtungen relevante Aufgaben formuliert und im Sinn eines beidseitigen Erkenntnistransfers effektive Lösungen findet, oder eine Innovation bis zu ihrer Patentierung und Massenproduktion begleitet?

Während meiner Tätigkeit als Programmdirektor für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) habe ich mir diese Fragen über Jahre immer wieder gestellt, ohne eine befriedigende Antwort darauf zu erhalten. Als Geschäftsführer der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde kann ich mich jetzt zumindest über die Fortbildungen der DGM freuen, deren Hauptaufgabe ja darin besteht, den geeigneten Rahmen zur Vernetzung der Community bereitzustellen und Techniker mit Unterstützung der Hochschulen mit den neuesten Erkenntnissen der Grundlagenforschung vertraut zu machen. Nicht weniger wichtig sind hierbei auch die zahlreichen Fachausschüsse und Arbeitskreise der DGM, in denen sich nicht nur Experten aus Wissenschaft und Industrie austauschen können, sondern auch der Nachwuchs „laufen“ und Prioritäten setzen lernt. Aber reicht das wirklich aus? Oder gibt es Möglichkeiten, den Erkenntnistransfer noch weiter zu beschleunigen und voranzutreiben?

Um diese Fragen zu klären, entstand im Gespräch mit Kolleginnen und Kollegen des Projektträgers in Jülich die Idee eines Forschungsprojektes, das die komplexen Beziehungen, Erfolgsfaktoren aber auch Hindernisse des Erkenntnis- und Technologietransfers im Bereich Material- und Werkstofftechnik explorativ untersucht. Das vorliegende Buch dokumentiert diese Ergebnisse. Neben spannenden Einblicken in die Realität des Erkenntnistransfers liefern die Autoren auch die Idee eines „Technology-Translators“, der als eine Art Dolmetscher zwischen den Welten der wissenschaftlichen Ergebnisse und der industriellen Anwendung fungiert: ein Pate, der beide Sprachen spricht, Synergien erkennt und zum Nutzen aller fruchtbar macht. Wie dies vonstatten gehen könnte, erläutert die vorliegende Schrift. Hierzu wünsche ich Ihnen eine anregende – und erkenntnisreiche – Lektüre.

Frankfurt am Main, im April 2010,

Dr.-Ing Frank O. R. Fischer

Geschäftsführendes Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abbildungen	11
Abkürzungsverzeichnis	14
1 Einleitung	15
1.1 Herausforderung Erkenntnistransfer	16
1.2 Das Projekt PATE: Motivation und Struktur	18
1.3 Untersuchungsobjekt DFG-Schwerpunktprogramm 1299: Adaptive Oberflächen für Hochtemperatur- Anwendungen (HAUT)	21
1.4 Übersicht und Aufbau der vorliegenden Studie	23
2 Grundlagen des Erkenntnis- bzw. Technologietransfers: Ein Review der Literatur	24
2.1 Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung als Quelle des Technologietransfers	25
2.2 Begriff und Formen des Technologietransfers	28
2.3 Erfassung der Intensität des Technologietransfers	34
2.4 Einflussfaktoren auf die Wirkung des Technologie- transfers	36
2.5 Die Bedeutung von Kommunikation und Netzwerken für Transferaktivitäten	42
2.5.1 Technologietransfer in Netzwerken zum Wissensaustausch	42
2.5.2 Der Netzwerkansatz in der Theorie	46
2.5.3 Grafische Darstellung von Netzwerken	49

2.5.4	Effiziente Kommunikation für effizienten Technologietransfer	52
2.6	Zwischenfazit	55
3	Transferaktivitäten in der Werkstoffforschung	57
3.1	Transferaktivitäten in werkstoffwissenschaftlichen DFG-Vorhaben: Die Sicht der Wissenschaft (Technologiegeber)	58
3.1.1	Untersuchungsdesign und Methodik der Datenerhebung	58
3.1.2	Abgrenzung des empirischen Untersuchungsfelds	62
3.1.3	Entwicklung einer Kennzahl für die Transferaktivität	66
3.1.4	Ergebnisse der Wissenschaftler-Befragung	72
3.1.5	Strategien zwischen Transferaktivität und Transferpotential	77
3.2	Best-Practice-Beispiele	83
3.2.1	SFB 459: Formgedächtnistechnik – Grundlagen, Konstruktion, Fertigung	83
3.2.2	SPP 1168: Erweiterung der Einsatzgrenzen von Magnesiumlegierungen	90
3.2.3	Erkenntnisse aus den Best-Practice-Beispielen	95
4	Transfer-Potentiale aus der Grundlagenforschung	99
4.1	Kommunikations- und Netzwerkstrukturen in der Materialforschung: Das Netzwerk des SPP 1299-HAUT	100
4.1.1	Methodik der quantitativen Erhebung	100

4.1.2	Akteure des Hochtemperaturnetzwerks und ihre Beziehungen zueinander (Darstellung des empirischen Netzwerkes)	102
4.1.3	Charakteristiken und Rahmenbedingungen des Hochtemperatur-Netzwerks (Deskriptive Analyse der quantitativen Umfrage)	107
4.1.4	Fazit aus den quantitativen Erhebungen zum Hochtemperaturnetzwerk	115
4.2	Verwertungspotentiale aus Sicht der Wissenschaft	117
4.2.1	Methodik der qualitativen Erhebung (Wissenschaft)	117
4.2.2	Allgemeine Zusammenarbeit, fördernde und hemmende Faktoren und Erfahrungen in der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie	118
4.2.3	Verwertung der HAUT-Ergebnisse (Patente, Anwendungspotentiale, etc.)	127
4.2.4	Kontakte und Netzwerke	129
4.2.5	Verbesserungsvorschläge, Brauchbarkeit und der mögliche Einsatz eines Intermediärs	133
4.2.6	Fazit der Leitfadeninterviews zur Perspektive der Wissenschaft	136
4.3	Verwertungspotentiale aus Sicht der Industrie	140
4.3.1	Methodik der qualitativen Erhebung (Industrie)	140
4.3.2	Allgemeine fördernde und hemmende Faktoren und Erfahrungen in der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie	140
4.3.3	Kontakte und Netzwerke	149

4.3.4	Verbesserungsvorschläge, Brauchbarkeit und Konzeption des Verwertungsagenten	144
4.3.5	Fazit der Leitfadeninterviews zur Perspektive der Wirtschaft	145
4.4	Analyse zusätzlicher Transferpotentiale aus Industriesicht	147
4.4.1	Datenerhebung	147
4.4.2	Ergebnisse der Befragung	150
4.5	Handlungsempfehlungen als möglicher Ausblick	154
5	Zusammenfassung und Ausblick	156
5.1	Ziel und Ergebnis der Untersuchung	156
5.2	Ansätze für eine Verbesserung des Technologietransfers	161
5.3	Identifizierte Erfolgsrezepte für den Transfer	162
	Literaturverzeichnis	164
	Anhang	176

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Übersicht des PATE-Projekts	20
Abbildung 2: Wirkungskonstrukt ausgewählter Einflussgrößen auf den Technologietransfer	41
Abbildung 3: Allgemeines Modell des Wissenstransfers in Clustern	44
Abbildung 4: Netzwerk im Technologietransfer mit Makler (Verwertungsagent)	50
Abbildung 5: Netzwerk im Technologietransfer mit strukturellen Löchern	50
Abbildung 6: Empirisches Feld im Modul A des PATE-Projekts	66
Abbildung 7: Verteilung der für die betrachteten Teilprojekte ermittelten Aktivitätswerte (nicht normiert)	73
Abbildung 8: Beitrag der verschiedenen Transfermechanismen zum Aktivitätswert	74
Abbildung 9: Boxplot der Beiträge der verschiedenen Transfermechanismen zum Aktivitätswert	75
Abbildung 10: Einordnung der Teilprojekte nach Transferpotenzial und -aktivität	77
Abbildung 11: Vier-Felder-Matrix der untersuchten Teilprojekte	78
Abbildung 12: Verteilung von Förderprojekten auf verschiedene Phasen im Reifungsprozess von Technologien	80
Abbildung 13: Strategien zum Ausgleich zwischen Transferpotential und -aktivität	82
Abbildung 14: SFB 459: Formgedächtnistechnik – Grundlagen, Konstruktion, Fertigung	84
Abbildung 15: Identifikation der Best-Practice-Beispiele in der Vier-Felder-Matrix	95

Abbildung 16: Darstellung des empirischen Netzwerk im Hochtemperatur-Bereich (HT-Bereich)	103
Abbildung 17: Zentralität der Akteure im HT- Netzwerk	105
Abbildung 18: Strukturelle Löcher und Cluster im HT-Netzwerk	106
Abbildung 19: Personelle Kapazitäten im Technologietransfer in der HT-Wissenschaft	108
Abbildung 20: Personelle Kapazitäten im Technologietransfer in der HT-Wirtschaft	109
Abbildung 21: Nutzung externer Forschung durch die Industrie im HT-Bereich	110
Abbildung 22: Verbreitungswege von Forschern im Hochtemperaturbereich	111
Abbildung 23: Art und Weise der Kontaktaufnahme in der HT-Industrie	112
Abbildung 24: Art und Weise der Kontaktaufnahme in der HT-Wissenschaft	112
Abbildung 25: Bedeutung von Forschungsthemen des SPP-HAUT aus Sicht der Industrie	113
Abbildung 26: Bedeutung von Forschungsthemen des SPP-HAUT aus Sicht der Wissenschaftler	114
Abbildung 27: Wahrnehmung des Kommunikationsstils in Industrie und Wissenschaft	115
Abbildung 28: Antworthäufigkeiten auf die Fragen der Industrie-Interviews	151
Abbildung 29 Überblick über ausgewählte empirische Transferuntersuchungen auf der Ebene von Forschungseinrichtungen	186
Abbildung 30: Überblick über ausgewählte empirische Transferuntersuchungen auf der Ebene von Forschungsprojekten.	192

Abbildung 31 Überblick über empirische Studien zu Kommunikation und Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft	194
Abbildung 32: Förderangebote zum Technologietransfer des SIGNO-Programms	206

Abkürzungsverzeichnis

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EU	Europäische Union
FGL	Formgedächtnislegierung
FhG	Fraunhofer-Gesellschaft
GTI	Gesellschaft zur Förderung von Transfer und Innovation
HAUT	Adaptive Oberflächen für Hochtemperaturanwendungen (Schwerpunktprogramm der DFG)
KMU	Klein- und mittlere Unternehmen
MSE	Materials, Science and Engineering
PATE	Projekt Analyse Technologietransfer
PTJ	Projekträger Jülich
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SCI	Science Citation Index
SCIE	Science Citation Index Expanded
SPP	Schwerpunktprogramm
SPP-HAUT	Schwerpunktprogramm 1299 der DFG mit dem Titel „Adaptive Oberflächen für Hochtemperaturanwendungen“
TIM	Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement

1 Einleitung

Ergebnisse der öffentlich finanzierten Forschung sind ein wichtiger Baustein für den technologischen Fortschritt und die Schaffung von Innovationen und damit die Weiterentwicklung einer Volkswirtschaft (vgl. Aschhoff, Sofka 2008: 1). Dementsprechend gilt, dass die Förderung des Wissens- und Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, – spezifischer: zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen, – generell als ein „lohnenswertes“ Unterfangen angesehen wird (vgl. Kuttruff 1994: 1, Niehardt et al. 2005: 3, Ronzheimer 2000a, 2000b, Schneider 2007: 3).

Aus volkswirtschaftlicher Sicht besteht die Erwartung, dass durch einen verbesserten Transfer von Forschungsergebnissen die Innovationsfähigkeit Deutschlands gestärkt wird und damit Standortvorteile im globalen Wettbewerb der wissensintensiven Technologien gesichert werden können. Dies gilt sowohl für Ergebnisse der angewandten als auch der Grundlagenforschung. Dass Technologietransfer die Innovationsfähigkeit einer Region stärken kann, belegen z. B. die Studien von Heher (2006) und Dalmau-Porta et al. (2007). Im Vergleich mit den USA hinkt jedoch Europa in der Verwertung universitären Forschungswissens offenbar hinterher:

„In Europe, the gap between high levels of scientific performance on the one hand and their minimal contributions to industrial competitiveness and new venture entrepreneurship on the other hand appears particularly large.“ (Verspagen 2006).

Vor dem Hintergrund dieses „European Paradox“ will die vorliegende Studie anhand eines ausgewählten Bereichs, der Material- und Werkstoffwissenschaft, das System des Erkenntnistransfers aus der Wissenschaft in die industrielle Anwendung näher betrachten. Die Materialforschung hat sich in den letzten 50 Jahren als selbständige Disziplin entwickelt. Das Wissen in diesem Bereich ist in den letzten drei Jahrzehnten exponentiell gewachsen. Die Materialwissenschaften sind als Basistechnologie anerkannt und gehören gleichzeitig zu den Querschnittstechnologien, die Einfluss auf alle Lebensbereiche haben. Etwa zwei Drittel aller Innovationen werden heute im Zusammenhang mit materialwissenschaftlichen Aspekten gesehen (Bullinger 2009: 6). Von der Entdeckung „neuer“ Materialien oder „neuer“ Herstellungsverfahren unter Laborbedingungen bis zu ihrem industriellen Einsatz vergehen allerdings oft viele Jahre bis zu Jahrzehnten. Außerdem erscheinen die Werkstoffe auch aus ihrer Stellung in der Wertschöpfungskette sehr interessant, in der ihnen oft eine extreme He-

belwirkung zukommt. Schließlich sind Materialinnovationen oft Technologieenabler und ermöglichen so oft erst die Innovationen von technischen Gesamtsystemen. Der Transfer von neuen Erkenntnissen aus diesem Bereich in die Industrie ist ein hochkomplexer Prozess, der unterschiedlichstes Fachwissen und die Fähigkeit erfordert, die Anwendungs- und Einsatzpotentiale – vom Anlagenbau bis zum Einsatz in der Zahntechnik – zu erkennen. Deshalb eignet sich die Material- und Werkstoffwissenschaft zum einen als Untersuchungsobjekt des Erkenntnistransfers aus der Wissenschaft in die Industrie besonders. Zum anderen führen Verbesserungen des Transfersystems in diesem Bereich aufgrund der Eigenschaft als Querschnittstechnologie zu einem hohen volkswirtschaftlichen Nutzen.

1.1 Herausforderung Erkenntnistransfer

Die Messkriterien, aus deren Ergebnissen sich das „European Paradox“ abgeleitet hat, werden zwar inzwischen kritischer gesehen (vgl. z.B. Ledebur 2008). Die Grundaussage aber gilt noch immer:

In Europa stehen **sehr hohen und erfolgreichen Aufwendungen in der wissenschaftlichen Forschung** vergleichsweise **wenig Erfolge in der industriellen Anwendung** gegenüber. Deshalb wird dem Technologietransfer zwischen öffentlich geförderter Forschung und der Industrie von Seiten der Politik immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt.

Nach einer DIW-Studie aus dem Jahr 2008 liegt Deutschland im Ländervergleich in der Innovationsstärke unter den 17 führenden Industrienationen mit Platz 8 in der mittleren Gruppe (DIW 2008). In einzelnen Wissenschaftsbereichen ist die Leistungsfähigkeit aber weit höher. Eine Studie der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik belegt zum Beispiel, dass Deutschland in der Grundlagenforschung etwa in der Medizintechnik führend ist (vgl. Innovationsreport 2005). Insofern erscheint es erstrebenswert, die Innovationsfähigkeit Deutschlands weiter zu stärken, u.a. indem das Potential der hervorragenden Ergebnisse der deutschen Forschungslandschaft besser genutzt, d.h. insbesondere von der Industrie zügiger aufgegriffen und verwendet wird. Studien zu den Hintergründen des „European Paradox“ in Deutschland bieten zwei interessante Erklärungsansätze für die augenscheinliche Lücke zwischen den hervorragenden Ergebnissen der Grundlagenforschung und der dazu in Relation schlechteren technologischen Performance bei der Verwertung der Ergebnisse durch die Industrie.

Ein Erklärungsansatz bezieht sich auf die Messkriterien, die zu der Aussage geführt haben, dass die Industrie nur zu einem geringen Prozentsatz akademische Forschungsergebnisse verwendet. Die technologische Performance wird meist auf Basis von Patenten in Relation zu Forschungsgeldern bewertet. Ebenfalls aus der Patentanalyse wird die Aussage abgeleitet, dass es eine zu geringe Anzahl von Industrie-Wissenschafts-Verbindungen (Industrie-Science-Relationships – ISR) gibt. Diese Aussagen werden inzwischen von einigen Forschern als kritisch eingestuft, da der Impact bzw. die Wirkung von öffentlich geförderter Forschung nicht hinreichend mit Patenten gemessen werden kann. Die Transferkanäle sind vielfältig (Polt et al. 2004, Ledebur 2008, Debackere & Veugelers 2005 Heher 2006), und kein Kanal ist dem Anderen per se überlegen (Aschhoff & Sofka 2008). Außerdem geht der Trend bei Großunternehmen in Richtung internationales Sourcing auch bei Forschung und Entwicklung und ist zudem gepaart mit einer Zentralisierung themenspezifischer Forschungs- und Entwicklungszentren (Gassmann 2009; Kohler 2008). Die Zuordnung von Patenten zu einzelnen Volkswirtschaften gestaltet sich damit schwierig. Auch wenn eine Neubewertung der Messkriterien das Ausmaß des „European Paradox“ abschwächen kann, so ändert sich jedoch nichts an seiner Grundaussage.

Der zweite Erklärungsansatz für das „European Paradox“ bezieht sich auf notwendige Voraussetzungen, die für einen erfolgreichen Erkenntnistransfer aus der Wissenschaft in die Industrie, insbesondere im Bereich komplexer Technologie, gegeben sein müssen. Damit aus Forschungsergebnissen Innovationen, d.h. marktfähige und am Markt erfolgreiche Produkte im weiteren Sinne¹ werden können, sind unterschiedliche Personen und Organisationen beteiligt. Diese bilden die Akteure eines Innovationsnetzwerks, bestehend aus Forschern und ihren Forschungsinstitutionen, Technologietransferstellen, forschungsfördernden Institutionen, Behörden, Fachgesellschaften und anderen Interessenvertretern sowie diejenigen, die die Produkte auf dem Markt verkaufen, also Unternehmen und Unternehmensgründungen. Im Sinne Schumpeters verstehen wir unter Unternehmen die Akteure, die Erfindungen (bzw. die neuen Erkenntnisse) auf den Markt bringen und durchsetzen, um damit einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. Grundlage dazu ist die Fähigkeit, technisches Wissen in Form von Erfindungen bzw. neuen Erkenntnissen aus Forschungsprojekten zu erkennen, aufzunehmen, aufzubereiten und als neue Ressourcenkombination auf den Markt zu bringen und dort durchzusetzen. In der Ma-

¹ Produkte i.w.S. schließen Dienstleistungen wie Beratungen und Prozessverbesserungen mit ein.

nagementforschung wird diese Fähigkeit als „absorptive capacity“ einer Organisation bezeichnet (Cohen & Levinthal 1990; Jansen et al. 2006; Kodama 2008; Zhara & George 2002). Ursache des „European Paradox“ kann deshalb auch sein, dass die Absorptionsfähigkeit europäischer Unternehmen im Vergleich zu amerikanischen oder asiatischen Unternehmen geringer ist (Czarnitzki et al. 2009). Die Gruppe der KMUs (Klein- und mittlere Unternehmen) bilden hierbei ein besondere Herausforderung (Cornet et al. 2006). Dies ist umso kritischer anzusehen, da KMU gerade in Deutschland ein zentrales Standbein der Volkswirtschaft darstellen. Für die Steigerung der Innovationsfähigkeit und der darauf basierenden höheren Nutzung von Forschungsergebnissen kann auf die KMU-Beteiligung nicht verzichtet werden (Polt et al. 2004).

Der vorliegende Arbeitsbericht setzt an dieser zweiten Erklärung an. Ziel ist es, zum einen besser zu verstehen, durch welche Faktoren die Absorptionsfähigkeit eines Unternehmens bestimmt wird und evt. durch geeignete Maßnahmen von außen stimuliert werden kann. Zum anderen soll anhand des Anwendungsfelds Material- und Werkstofftechnik die Schnittstelle zwischen Wissenschaftssystem und Unternehmen näher betrachtet werden und im Sinne einer explorative Studie der Ist-Stand des deutschen Technologietransfers in den Materialwissenschaften im Feld der Grundlagenforschung dargestellt und dokumentiert werden.

1.2 Das Projekt PATE: Motivation und Struktur

Die vorliegenden Forschungsarbeiten sind das Ergebnis des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projektes **PATE (Projekt Analyse Technologietransfer)**. Ziel des Projekts ist die Erarbeitung und Testung von Konzepten für die Verbesserung und Beschleunigung des Technologietransfers. Das Projekt ist Bestandteil des Schwerpunktprogramms 1299 der DFG zum Thema „Adaptive Oberflächen für Hochtemperaturanwendungen“ (SPP-HAUT). Dieses Projektvorhaben wird im kommenden Abschnitt vorgestellt.

Die im SPP-HAUT generierten grundlagenorientierten Forschungsergebnisse sollen in PATE auf ihren Umsetzungsgrad in applikationsgetriebene Anwendungen untersucht und mögliche Unterstützungsmaßnahmen für die Erhöhung des Umsetzungsgrades aufgezeigt werden. Dabei werden die Hemmnisse und fördernden Faktoren für eine solche Umsetzung ermittelt. Die so gewonnenen Erkenntnisse sollen in PATE zusammengeführt werden, um auf dieser Grundlage innovative Maßnahmen zur Verbesserung der Umsetzungsquote zu konzipieren und anschließend auf

ihre Tauglichkeit zu testen. Als zentrale Maßnahme wurde in PATE ein Intermediär („Verwertungsagent“) angedacht.

Obwohl auf den ersten Blick die Thematik des Technologietransfers durch viele existierende empirische Studien und Metaanalysen ausgeschöpft zu sein scheint, ist zu beachten, dass sich seit Beginn der Diskussionen zum Technologietransfer auch ein Wandel bezüglich seiner Wahrnehmung vollzogen hat. Aus diesem Grund ist die Motivation der vorliegenden Studie, mit direktem Bezug zu den Forschungseinrichtungen die Schnittstellen zwischen Technologienehmer und -geber zu untersuchen und hier die Verfahren des Technologietransfers samt ihrer Stärken und Schwächen darzustellen. Es stellt sich unmittelbar die Frage, wie effektiv der Technologietransfer stattfinden kann und ob eine direkte Korrelation zwischen steigenden Forschungsbudgets und der Generierung technologischer Erkenntnisse besteht, die (von alleine) in die industrielle Praxis diffundieren. Gerade im Bereich öffentlicher Mittel ist eine Evaluation und Rechenschaftslegung der eingesetzten Mittel durch unmittelbare Outcome-Größen bzw. Impact der wissenschaftlichen Forschung durchzuführen. Weiterhin sind Mechanismen des Technologietransfers darzustellen bzw. durch Methoden der empirischen bzw. ökonomischen Forschung (insbesondere im Sinne explorativer, qualitativer Erhebungen) zu identifizieren und konkretisieren.

Genau hier setzt das PATE-Projekt an. Seine Arbeitspakete sind in Abbildung 1 dargestellt. Um einen Prozess verbessern zu können, ist eine Grundvoraussetzung, den Prozess allgemein zu kennen und die variablen und konstanten Prozessparameter zu identifizieren. Für die Darstellung des Technologietransfers im Bereich der DFG-Forschung wurde im PATE-Projekt zunächst eine retrospektive Analyse mit dem Ziel durchgeführt, angewandte Methoden und Instrumente des Technologietransfers in DFG-Verbundprojekten zu identifizieren und aufzuzeigen, mit welchem Erfolg sie verwendet wurden. Zusätzlich wurde der Frage nachgegangen, ob hierbei „Best-Practice“-Fälle existieren. Begleitend zu laufenden Forschungsprojekten im SPP-HAUT wurde in einem weiteren Arbeitspaket untersucht, wie Innovationsnetzwerke aussehen. Diese Frage wurde zunächst theoretisch, dann empirisch am Beispiel des SPP-HAUT angegangen, um anschließend ein wünschenswertes Netzwerk basierend auf theoretischen Erkenntnissen und empirisch ermittelten Anforderungen von Netzwerkakteuren zu entwickeln.

Im abschließenden Arbeitspaket stellte sich die Frage, welche Maßnahmen den Transferprozess geeignet unterstützen können. Für diese Frage

wird die Idee eines sogenannten Verwertungsagenten verfolgt. Welche Anforderungen müssen erfüllt bzw. gegeben oder geschaffen werden, damit Personen als aktive Mittler zwischen Bedarf nach und Angebot von Forschungsergebnissen agieren können? Welche Aktionsmöglichkeiten existieren für einen solchen Verwertungsagenten und welche Handlungsempfehlungen können hierfür ausgesprochen werden?

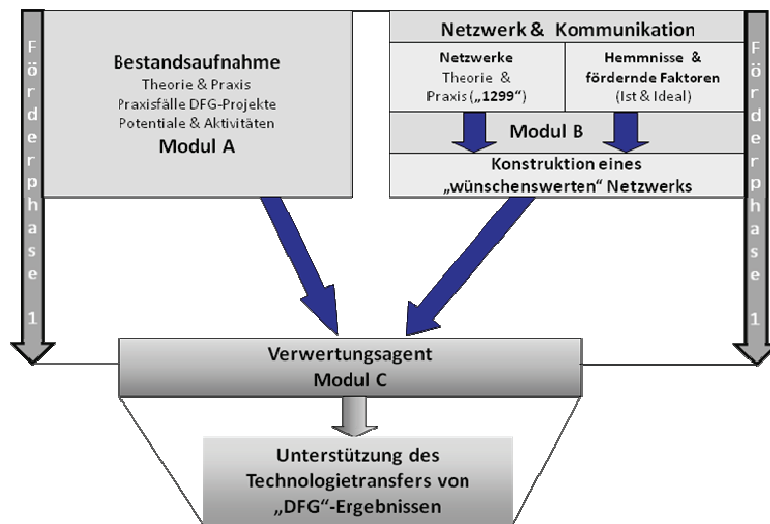


Abbildung 1: Übersicht des PATE-Projekts

Das Projekt PATE wurde im Rahmen einer Ausschreibung im DFG Schwerpunktprogramm HAUT (www.spp-haut.de) im Zeitraum 2007 bis 2009 durchgeführt. Projektbeginn war der 01. April 2007, Projektende der 31.03.2009. An der Konzeption und Durchführung des Projektes waren die folgenden Partner beteiligt:

Der **Projektträger Jülich (PtJ)** ist im Auftrag mehrerer Bundes- und Landesministerien mit der Durchführung von Programmen zur Förderung von Forschungsprojekten in einem breiten Themenspektrum betraut. Die Zusammenarbeit zwischen Industriepartnern und Forschungseinrichtungen und die Informiertheit von Forschern über Fördermöglichkeiten in ihrem Arbeitsfeld sind dabei wichtige Aspekte der Arbeit von PtJ. Aus der langjährigen Erfahrung des Projektträgers resultierte die Erkenntnis, dass es bei der Erreichung dieser Ziele noch Verbesserungspotential gibt. Als Forschungspartner diente dabei die **Stuttgarter Dialogik gGmbH**, die auch die Koordination des Projektes übernahm. Diese Einrichtung ist auf die Erforschung von Kooperationsformen und Kommunikation konzentriert

und setzt sowohl sozialwissenschaftliche als auch interdisziplinäre Forschungsansätze ein. Als weitere Forschungsinstitution unterstützte das **Institut für Technologie- und Innovationsmanagement (TIM)** der RWTH Aachen das Projekt. Der Deutsche Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine (DVT) unterstützte das Projekt u.a. mit hilfreichen Anmerkungen.

1.3 Untersuchungsobjekt DFG-Schwerpunktprogramm 1299: Adaptive Oberflächen für Hochtemperatur-Anwendungen (HAUT)

Untersuchungsfeld und Anknüpfungspunkt von PATE waren die Teilprojekte des DFG-Schwerpunktprogramms SPP 1299 „HAUT“. Die Teilprojekte des SPP beschäftigen sich mit maßgeschneiderten Werkstoffoberflächen. In der Regel werden metallische und keramische Werkstoffe als „tote“ Materie betrachtet. Insbesondere bei erhöhten und hohen Temperaturen (ca. 650 – 1100°C) besitzen sie jedoch das Potential, wie lebende Hautsysteme auf ihre Umwelt mit spezifischen Eigenschaften zu reagieren. Durch diese Eigenschaften können sie technischen Bauteilen zu besonderen Funktionalitäten verhelfen.

Als Beispiele für solche Funktionalitäten, die aus einer aktiven Reaktion auf Umgebungseinflüsse bei hohen Temperaturen resultieren können, seien genannt:

- Ausbildung einer definierten Oberflächenmikrostruktur durch lokale oder integrale Schwellung oder Schrumpfung, die u.a. den Gasströmungswiderstand beeinflussen kann („Haifischhauteffekt“).
- Aufbau von Schutzfunktionen gegen Wärmedurchtritt und chemischen Angriff.
- Selbstreinigung bzw. Abstoßung von Ablagerungen durch mikrostrukturelle und/oder chemische Effekte.
- „Atmung“ bzw. „Transpiration“ durch Membranfunktionen (Aufnahme bzw. Abgabe von Schmierstoffen, Freisetzen von Depotphasen, selektiver Durchtritt von Elementen bzw. Verbindungen).

- Erfassung von physikalischen und chemischen Parametern (Druck, Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit, Barrierewirkung bzw. Unversehrtheit, chemische und physikalische Indikatorfunktionen).
- Regeneration (Selbstheilung bei Oberflächenschädigungen).

Alle diese Eigenschaften lassen sich durch geeignete vorbereitende chemische und/oder physikalische Behandlung der Oberflächen erreichen, gefolgt von einer anschließenden (betrieblichen) Exposition bei hohen Temperaturen („Hochtemperaturaktivierung“). Dazu dient eine generelle oder mikro-/nanostrukturierte Modifizierung der Zusammensetzung bzw. Geometrie der Werkstoffoberflächen und/oder -randzonen durch z.B. Mikrolegieren, Ionenimplantation, Sputtern, PVD, CVD, thermisches Spritzen und andere Depositionsverfahren (maskiert, räumlich gesteuert, zeitgesteuerte bzw. gepulste, lokale und globale Variation der physikalisch-chemischen Prozessparameter).

Die wichtigsten Ziele des Schwerpunktprogramms SPP-HAUT sind:

- Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen zur Herstellung adaptiver („lebender“) Oberflächen mit unterschiedlichen Funktionalitäten für Hochtemperaturanwendungen durch vorbereitende Oberflächenmodifizierung und anschließende Hochtemperaturaktivierung.
- Entwicklung von Strategien und Methoden zum dauerhaften Erhalt der Funktionalitäten beim Hochtemperatureinsatz.

In der ersten Förderphase des SPP-HAUT sind zwölf Forschungsprojekte gefördert worden, die sich in die drei Arbeitsgruppen „Sensorik“, „Herstellungsverfahren“ und „strukturierte Oberflächen“ untergliedern. PATE als weiteres Teilprojekt des SPP-HAUT beschäftigt sich im Gegensatz zu den anderen Projekten nicht direkt mit der Erforschung von materialwissenschaftlichen Erkenntnissen, sondern mit der Ermittlung von Technologietransfer-Potentialen und -aktivitäten im Themenfeld der HAUT-Forschungsprojekte sowie der Konzeption von Maßnahmen zur Beschleunigung des Erkenntnistransfers in Richtung Applikation.

1.4 Übersicht und Aufbau der vorliegenden Studie

Der vorliegende Bericht gibt die Ergebnisse des PATE-Projektes wieder. Er wurde mit der Absicht geschrieben, die Erkenntnisse aus der Forschung für interessierte Leser aus verschiedenen Fachdisziplinen darzustellen und lesbar zu gestalten. Gleichzeitig gilt es jedoch, den Standard eines wissenschaftlichen Berichtes einzuhalten.

Im Kapitel 2 werden die Grundlagen des Technologietransfers, seine Kanäle und unterschiedlichen Ausbringungsformen sowie der aktuelle Stand der Forschung dargestellt und in den Netzwerkansatz zur Darstellung von „Beziehungen“ im Technologietransfer eingeführt. Nachfolgend wird in Kapitel 3 auf die bestehenden Transferaktivitäten im ausgewählten Anwendungsbereich eingegangen und die Akteure herausgearbeitet. Außerdem werden Best-Practice-Beispiele vorgestellt.

In Kapitel 4 wird auf die Transfer-Potentiale aus verschiedenen Perspektiven eingegangen. Exemplarisch wird für ein Forschungsgebiet (DFG-Schwerpunktprogramm 1299 – „HAUT“) ein Innovationsnetzwerk erhoben, in dem Industrieakteure aus dem „HAUT“-Bereich, Wissenschaftsakteure (SPP 1299-„HAUT“ und Kollegen) und Technologietransferstellen abgebildet werden. Zunächst werden für dieses Netzwerk Kommunikationsstrukturen zwischen den Akteuren des Netzwerkes untersucht und Potentiale für einen schnelleren und effektiveren Technologietransfer analysiert. Hierzu wird das Thema aus den Perspektiven der Wirtschaft (Industrie) und Wissenschaft betrachtet. Anschließend wird das Betrachtungsfeld erweitert und Transferpotentiale aus dem allgemeinen Feld der Material- und Werkstoffwissenschaften betrachtet. Anhand der herausgearbeiteten Potentiale werden Möglichkeiten zur Beschleunigung des (Technologie-)Transfers² insbesondere durch Einführung eines sogenannten Verwertungsagenten entwickelt und identifizierte Erfolgsrezepte dargestellt.

² In dem vorliegenden Bericht werden die Begriffe Technologietransfer und Erkenntnistransfer synonym verwendet (siehe dazu auch den folgenden Abschnitt).

2 Grundlagen des Erkenntnis- bzw. Technologietransfers: Ein Review der Literatur

In diesem Kapitel werden basierend auf einer Literatur-Studie kurz die Quellen und Systeme des Technologietransfers betrachtet. Dazu werden zunächst die material- und werkstoffrelevanten Förderprogramme der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) vorgestellt, die im Rahmen unserer Studie das Untersuchungsobjekt bilden. Anschließend gehen wir auf den Begriff „Technologietransfer“ ein, auf welche Weise die Intensität des Technologietransfers üblicherweise gemessen wird und welche Einflussfaktoren auf die Wirkung des Technologietransfers bekannt und darstellbar sind. Abschließend gehen wir in diesem Kapitel auf die Bedeutung von Kommunikation und von Netzwerken für Transferaktivitäten ein. Dazu fassen wir die in der Theorie dargestellten Netzwerkansätze zusammen und stellen diese exemplarisch dar, um dann mögliche Kommunikationsprobleme in Netzwerken zu identifizieren.

In diesem Kapitel gehen wir nicht explizit auf existierende, empirische Studien im Bereich des Technologietransfers ein. Diese sind im Rahmen des Projektes ausgewertet worden, sie bilden jedoch für die Beantwortung der vorliegenden Forschungsfragen kein ausreichendes Fundament. Eine Übersicht über Untersuchungen zum Technologietransfer auf der Ebene der Forschungseinrichtungen, auf der Ebene der Forschungsprojekte und über Studien der Kommunikation und Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sind im Anhang C aufgeführt.

Aufgrund des Untersuchungsfeldes „Material- und Werkstoffwissenschaft“ verwenden wir im Folgenden die Begriffe **Erkenntnistransfer** und **Technologietransfer** synonym. Grundsätzlich ist der erste Begriff weiter zu sehen und umfasst beispielsweise neben dem Transfer von Technologien aus der wissenschaftlichen Forschung in industrielle Anwendungen auch den Transfer von Erkenntnissen geistes- oder sozialwissenschaftlicher Forschung.

2.1 Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung als Quelle des Technologietransfers

In der naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Forschung wird zwischen anwendungsorientierter und erkenntnis- bzw. grundlagenorientierter Forschung unterschieden.

- **Anwendungsorientierte Forschung** hat häufig die Lösung eines bestimmten Problems zum Ziel. Oft steht für die zu entwickelnde Lösung bereits ein Abnehmer bzw. ein Kunde bereit. Die Weiterentwicklung zu einer zweckinduzierten Innovation (Friedrich-Nishio 2005) ist im Vergleich zum Transfer aus der Grundlagenforschung mit einer höheren Erfolgswahrscheinlichkeit verbunden.
- Die **grundlagen- oder erkenntnisorientierte Forschung** zielt auf die Gewinnung neuer Erkenntnisse und Erfahrungen, ohne dabei grundsätzlich bereits einen direkten praktischen Nutzen definieren zu können. In der Regel ist hier davon auszugehen, dass ggfs. ein neues Anwendungsfeld erst identifiziert und erschlossen werden muss. Folgt hieraus dann eine sogenannte Technology-Push-Innovation, hat diese mit höherer Wahrscheinlichkeit einen größeren Neuheitsgrad. Sie ist jedoch auch gleichzeitig mit dem höheren Risiko behaftet, ob die Erkenntnisse jemals in eine wirtschaftlich relevante Anwendung überführt werden können. Folgt man dem Gedanken eines „Return on Investment“ bzw. „Shareholder Values“ ist es nicht verwunderlich, dass die deutsche Industrie eher den Schwerpunkt auf Forschungsk Kooperationen mit kurzfristigem, anwendungsorientierten Nutzen legt als auf eine längerfristige Zusammenarbeit mit höherem Risiko bzgl. der Generierung anwendungsrelevanter Forschungsergebnisse (Czarnitzki et al. 2009).

Grundlagenforschung wird in Deutschland maßgeblich durch die **Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)** gefördert. Die DFG ist die zentrale Selbstverwaltungseinrichtung der Wissenschaft zur Förderung der Forschung an Hochschulen und öffentlich finanzierten Forschungsinstitutionen. Ihre Kernaufgabe besteht in der Finanzierung von Forschungsvorhaben von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in Universitäten und Forschungsinstituten und in der Auswahl der besten Projekte im Wettbewerb. Die DFG erhält ihre Mittel von Bund und Ländern, die in allen Entscheidungsgremien vertreten sind, wobei die Wissenschaftler die Mehrheit haben.

Die DFG wird als „die Einrichtung“ in Deutschland gesehen, „die noch Grundlagenforschung ohne Verwertungsdruck, allein wegen ihres Erkenntnisgewinns“³ fördern kann. Dies ist zumindest eine immer wiederkehrende Aussage von etablierten Forschern. Die DFG selber versteht sich laut Satzung jedoch breiter aufgestellt: Sie „dient der Wissenschaft in allen ihren Zweigen durch die finanzielle Unterstützung von Forschungsaufgaben und durch die Förderung der Zusammenarbeit unter den Forscherinnen und Forschern“ (Deutsche Forschungsgemeinschaft 2009). Nichtsdestotrotz widmet sie sich insbesondere der Förderung der erkenntnisgetriebenen Forschung. Dem steht jedoch nicht entgegen, dass der Erkenntnistransfer als ein wichtiger Aspekt für die Zukunft angesehen wird.

Die DFG setzt sich zum einen generell für die **Unterstützung des Erkenntnistransfers** unter dem Motto „Wissenschaft trägt Gesellschaft“ ein. Zum anderen aber hat sie auch eine Reihe spezifischer Förderinstrumente geschaffen, die es bereits den durch die DFG geförderten Wissenschaftlern ermöglichen „zum Zweck eines Erkenntnistransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft nicht nur im universitären Bereich, sondern auch im industriellen Umfeld weiterzuforschen“ (DFG Ideenwerkstatt 2006). Ziel ist es, eine Entwicklung bis zum Prototypen zu fördern. Dazu dienen zwei Wege:

- Finanzielle Unterstützung einer Kooperation zwischen einem Wissenschaftler (oder einer Forschungsstelle) und einem Unternehmen, um DFG-finanzierte Erkenntnisse in die Anwendung zu führen.
- Unterstützung bei Gründungsvorhaben durch die Wissenschaftler selbst,

Die Finanzierung dieser Maßnahmen geht damit nicht zu Lasten der regulären Förderprogramme bzw. -instrumente der DFG, sondern wurde ergänzend bereitgestellt.⁴

Als „reguläre“ **Förderprogramme bzw. -instrumente der DFG** wird zwischen Einzelförderung und koordinierten Programmen unterschieden. Diese Förderung bildet die Grundlage der Erkenntnisgewinnung, d.h. stellt

³ S.a. die Ergebnisse der qualitativen Interviews in Kapitel 4.2.

⁴ Weitere Informationen siehe Deutsche Forschungsgemeinschaft (2008) – Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung oder www.matwerk.de/Portals/17/Aktuelles/transfer.pdf (Stand Okt 2009).

die finanziellen Mittel bereit, um überhaupt Objekte für einen Transfer zu schaffen.

Die **Einzelförderung** können alle Wissenschaftler an Forschungseinrichtungen mit abgeschlossener wissenschaftlicher Ausbildung für ein Forschungsvorhaben von hoher wissenschaftlicher Qualität und Originalität beantragen. Unter anderem können die Aufwendungen für Personal, die Anschaffung von Geräten, für Verbrauchsmaterial und für Reisen aus Fördermitteln bestritten werden. Die Dauer der Einzelförderung ist vom Projekt abhängig und beträgt in der Regel einige Jahre.

An koordinierten Programmen sind dagegen mehrere Fördernehmer beteiligt. Kennzeichnend für ein **Schwerpunktprogramm** (SPP) ist die überregionale Kooperation der Teilnehmer. In der Regel beträgt die Förderdauer sechs Jahre. Die Förderung kann sich dabei auf bis zu 30 Einzelprojekte verteilen. Die Ziele der Förderung bestehen laut DFG-Angaben in einer neuen Qualität in Thematik, Kooperation oder Methodik, einem Mehrwert durch fächerübergreifende Zusammenarbeit und in der Netzwerkbildung. An einen Antrag auf Einrichtung eines Schwerpunktprogramms stellt die DFG hohe Anforderungen wie Neuheit des vorgeschlagenen Arbeitsgebietes in Deutschland und im internationalen Kontext. Weiterhin müssen die kurz- und mittelfristigen Forschungsziele klar definiert sein; Konzepte zur Nachwuchsförderung und internationale Einbindung sowie Sichtbarkeit und eine überzeugende Einordnung in den Kontext anderer Förderaktivitäten sind weitere Kriterien für eine Förderempfehlung.

Sonderforschungsbereiche (SFB) sind längerfristige, an jeweils einer Hochschule angelegte Forschungseinrichtungen. Auch hier besteht ein Ziel in der Förderung der fächerübergreifenden Kooperation. Des Weiteren soll die langfristige Schwerpunktbildung an einer Hochschule durch die langfristige Förderung von Verbänden unterstützt sowie der wissenschaftliche Nachwuchs gefördert werden. Antragsberechtigt sind nur wissenschaftliche Hochschulen. Andere Forschungspartner können jedoch mit Zustimmung der den Antrag stellenden Hochschule einbezogen werden. Die Förderdauer beträgt bis zu zwölf Jahre, aufgeteilt in Förderphasen von jeweils drei oder vier Jahren. Zusätzlich zu den Aufwendungsarten, die auch im Rahmen einer Einzelförderung förderfähig sind, können in einem Sonderforschungsbereich auch Fördermittel für Publikationen, Kolloquien, Informationsinfrastruktur und integrierte Graduiertenkollegs gewährt werden.

Ein im Zusammenhang mit dieser Publikation wichtiges Beispiel eines SPP ist das Schwerpunktprogramm 1299 –„HAUT“, das bereits in Abschnitt 1.3 vorgestellt wurde. Untersuchungen im Zusammenhang mit dem SPP 1299-„HAUT“ stellen Schwerpunkte des PATE-Projektes dar.

Neben diesen DFG-internen Maßnahmen zum Erkenntnistransfer werden in Deutschland auf Bundes- und Länderebene zahlreiche Förderprogramme durch die verantwortlichen Ministerien finanziert, die ebenfalls die Überführung von Forschungsergebnissen in die industrielle Praxis unterstützen.

2.2 Begriff und Formen des Technologietransfers

Das Wissen der Menschheit verdoppelt sich alle fünf Jahre, davon veraltet die Hälfte innerhalb von ca. drei Jahren jedoch wieder. Jede Minute entsteht eine neue chemische Formel, alle drei Minuten ein neuer physikalischer Zusammenhang, alle fünf Minuten eine neue medizinische Erkenntnis (Glaser 2002: 123, Mertins & Seidel 2009: 3). Dass Innovationen auf einzelnen Beiträgen genialer Einzelerfinder beruhen, ist schon lange als Mythos entlarvt (vgl. Malmberg & Maskell 2001; Lorenzen 2005; Simmie 2005; Koschatzky 2001: 59; Cernavin 2005: 37; Ibert 2006: 104). **Innovation entsteht vielmehr durch die Kombination von Wissen** verschiedener Art und Quellen, die zuvor nicht miteinander kombiniert waren. Durch die Interaktionen von Wissensträgern, d.h. Kommunikation zwischen ihnen, ändert sich wiederum die Wissensbasis. Heute dominiert die Auffassung, dass erfolgreiche Innovation aus einem netzwerkorientierten Zusammenwirken von unterschiedlichen Akteuren resultiert (Rimkus 2008: 10). Kommunikation und Austausch zwischen den involvierten Akteuren einer Innovation wird zum zentralen Erfolgsfaktor (Reichwald & Piller 2009).

Akteure müssen hierzu **Schnittstellenwissen** besitzen bzw. sich im Laufe des Innovationsprozesses aneignen, um ihren jeweiligen Kommunikationspartnern erfolgreich das für sie relevante Wissen zu übermitteln. Dazu ist neben der Wahrnehmung des anderen Akteurs auch die Motivation notwendig, diese Erkenntnis aktiv in das eigene Wissen (individuell oder auf eine Organisation bezogen) aufzunehmen. Subjektive Handlungsanreize für die Weitergabe oder Aufnahme von Wissen spielen daher eine wichtige Rolle. Rimkus (2008: 33) drückt dies folgendermaßen aus:

„Aus der begrenzten Rationalität der Wirtschaftsakteure (..) und aufgrund des eingeschränkten Informationszugangs und der -verarbeitungskapazität, resultieren sowohl Kommunikationsprobleme zwischen unterschiedlichen Lebens-, Sprach- und Wissensformen der Handelnden (..) als auch das Koordinations- sowie Motivationsproblem“ (vgl. ähnlich auch Kirsch 2001: 287f.; Simon 1957; Picot, Dietl & Franck 2005: 8ff.).

Betrachtet man retrospektiv den Wertschöpfungsverlauf einer Innovation, steht am Anfang die Generierung von Wissen, d.h. einer neuen Erkenntnis durch einen „Wissens“- Akteur (individuellen oder institutionellen Akteur). Diese Erkenntnis wird dann von diversen „Zwischen“-Akteuren aufgenommen, weiter angereichert und weitergegeben, bis die angereicherte Erkenntnis schließlich zu einem Produkt führt oder in eine Produkt- oder Prozessverbesserung mündet und auf dem Markt angeboten wird. Bis zur Marktfähigkeit verursacht die Herstellung der Innovation ausschließlich Kosten. Je niedriger die Kosten, desto niedriger ist das Risiko, die Innovation auf den Markt zu bringen. Nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten muss der zu erwartende Erlös des Produktes die Herstellkosten inklusive der Entwicklungs- und Risikokosten aufwiegen und einen deutlichen Gewinn abwerfen. Dabei besitzen zweckinduzierte Innovationen („**Demand pull**“), die durch die Nachfrage des Marktes hervorgerufen werden, gegenüber „**Technology Push**“-Innovationen einen Vorteil: Dadurch, dass bereits eine Marktnachfrage besteht, ist die Bereitschaft von Wirtschaftsakteuren in den Produktentwicklungsprozess zu investieren höher, da das Risiko, dieses Produkt auf dem Markt absetzen zu können, geringer ist. Für die Technology-Push-Innovationen muss dagegen erst ein Anwendungsgebiet und damit ein Marktpotential erschlossen werden. Allerdings weisen sie durch den üblicherweise höheren Neuheitsgrad auch ein höheres Innovationspotential auf.

Der **Technologie- oder Erkenntnistransfer** aus wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen in die industrielle Anwendung stellt eine Verknüpfung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft her, um wissenschaftliche Forschungsergebnisse in der Praxis umzusetzen. Aufgrund der Vielfältigkeit der deutschen Forschungslandschaft agieren bei einem solchen Transfer unterschiedliche Akteure wie Universitäten, Fachhochschulen und eine Vielzahl an Großforschungseinrichtungen und freien Forschungseinrichtungen als Technologiegeber. Dadurch entstehen vielfältige Interaktionen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, die durch verschiedene Einflussgrößen gesteuert werden. Vor dem Hintergrund des Untersuchungsfeldes „Material- und Werkstoffwissenschaft“ verwenden wir im

Folgend die Begriffe **Erkenntnistransfer** und **Technologietransfer**, wie im vorausgehenden Kapitel beschrieben, synonym. Grundsätzlich ist der erste Begriff weiter zu sehen und umfasst beispielsweise neben dem Transfer von Technologie aus der wissenschaftlichen Forschung in industrielle Anwendungen auch den Transfer von Erkenntnissen geistes- oder sozialwissenschaftlicher Forschung.

Der Begriff **Technologietransfer** beschreibt einen Übertragungsprozess einer Technologie von einem Technologiegeber zu einem Technologienehmer. Letztendlich geht es bei Technologietransfer um **Wissenstransfer**, d.h. der Übertragung von (neuem) Wissen von einem Träger zu einem Empfänger (die Modellierung des Technologietransfers als Wissenstransfer wird in Abschnitt 2.5 noch im Rahmen einer Netzwerkperspektive weiter vertieft). Technologietransfer bedeutet so die Diffusion oder Verbreitung von Technologie zur wirtschaftlichen Nutzbarmachung für Dritte. Dabei kann der Technologietransfer als iterativer Prozess auf allen Ebenen des Innovationsprozesses stattfinden, unterscheidet sich aber vom Begriff der Innovation, da im Gegensatz dazu auch die Umsetzung bereits vorhandener Technologie bzw. die Übertragung von einer Domäne in die andere Gegenstand der Betrachtung ist (Abramson et al. 1997). Als Transferobjekte des Technologietransfers kommen „alle materiellen und immateriellen Ausprägungen von Produkt- und Prozesstechnologien in Betracht (Walter 2003: 17). Da der Technologietransfer durch ein aktives Zusammenwirken der Transferparteien und derer strukturellen Eigenheiten beeinflusst wird, beschreibt er „wertorientierte, planvolle und zeitlich limitierte Austauschprozesse zwischen Organisationen, die die Übertragung von Technologien aus ihrer wissenschaftlichen Basis in wirtschaftliche Anwendungen zum Ziel haben“ (Walter 2005: 104). Dieses Verständnis verdeutlicht, dass Technologietransfer als ein planbarer und damit beeinflussbarer Austauschprozess aufgefasst werden kann, mit dem Ziel, ökonomische Vorteile für die Transferpartner zu erzielen. Der Transferprozess lässt sich grundsätzlich in verschiedene Phasen (Auswahlphase, Übernahmephase, Marktphase) aufteilen, wobei zwischen diesen Phasen häufig Rückkopplungen bestehen. Dabei kann es durchaus zu einer Überlappung oder Wiederholung der Phasen kommen.

Technologietransfer findet typischerweise zwischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen statt, aber auch innerhalb multinationaler Unternehmen, Abteilungen und Nationalstaaten. In großen Unternehmen kann sich der Technologietransfer auch innerhalb einer Einrichtung vollziehen, wenn die Forschungsabteilung technologische Lösun-

gen für die Produktion bereitstellt. Man spricht dann von einem intraorganisationalen Transfer.

Historisch betrachtet liegen die Wurzeln eines systematischen Technologietransfers zwischen Industrie- und Entwicklungsländern sowie beim Transfer von Technologien aus dem Raumfahrt- und Rüstungsbereich in die zivile Wirtschaft. Mit der ersten Ölkrise und der wirtschaftlichen Rezession der 1970er Jahre wurde das Konzept breiter gesehen. Es erschien in diesen Jahren notwendig, „schneller als bisher wissenschaftlich-technische Ergebnisse, Erfahrungen und Fertigkeiten aus der Forschung in die Wirtschaft und in den öffentlichen Sektor zu übertragen, um Produkte, Verfahren und qualifizierte Dienstleistungen zu verbessern und damit günstige Bedingungen für Innovationen zu schaffen“ (BMBF 2008). Die heutige Sichtweise von Technologietransfer gewinnt durch die abnehmende Halbwertszeit von Technologie und dem zugehörigen Know-how immer mehr an Bedeutung. Der Druck durch kürzere Produktlebenszyklen und globalisierte Märkte sowie deren Krisen werden auch in Zukunft Innovation und Durchlässigkeit von technologischem Wissen fordern und damit die Bedeutung des Technologietransfers erhöhen.

Um den Austausch von Erkenntnissen zu organisieren, existiert eine **Vielzahl an Transfermechanismen** (Czarnitzki, Rammer und Spielkamp 2000). Am **Ausgangspunkt** steht die klassische Publikation durch einen Wissenschaftler. Forscher versuchen, ihr erworbenes Wissen aktiv weiter zu geben. Generell wird diese sogenannte „Dissemination von Forschungsergebnissen“ über Fachpublikationen und auf Tagungen unternommen. Die öffentliche Darstellung der Erkenntnisse bedeutet jedoch noch nicht, dass diese von anderen Akteuren, speziell im Interesse des Technologietransfers und der wirtschaftlichen Verwertung, auch aufgenommen und verwertet oder zumindest weiterverwendet werden. Denn um die Ergebnisse der Grundlagenforschung in den Material- und Werkstoffwissenschaften annehmen zu können, bedarf es eines speziellen Fachwissens. Um das Potential der Ergebnisse für einzelne Unternehmen zu erkennen, bedarf es zusätzlich eines spezifischen Produkt- und Marktwissens (vgl. Aschhoff & Sofka 2008). Zusätzlich zu diesem Wissen müssen in einem Unternehmen auch die Ressourcen vorhanden sein, dieses Wissen anzuwenden. Aus diesem Grunde stehen zwischen Wissensanbieter und Wissensnachfrager teilweise **Intermediäre**, die den Wissenstransfer erleichtern sollen. Ein Beispiel sind Technologiebroker, Transferstellen oder ähnliche Intermediäre.

Grundsätzlich lassen sich zur Beschreibung der unterschiedlichen Formen des Technologietransfers verschiedene **Kriterien** heranziehen (siehe dazu auch Walter 2003: 21ff.). Die Betrachtung der verschiedenen Transfermechanismen führt zu einer Unterteilung in den **direkten** Technologietransfer, bei dem "das Wissen selbst oder in seiner Konkretisierung als Technik" übertragen wird, und in den **indirekten** Technologietransfer, bei dem nicht die Technologie, sondern der „Träger des Wissens“ transferiert wird (Schröder 1997: 117f). Weitere Kategorisierungen des Technologietransfers ergeben sich aufgrund einer Unterteilung bzgl. des **institutionellen Hintergrunds**, also dem **interorganisatorischen und intraorganisatorischen Technologietransfer**. Außerdem lässt sich unterscheiden nach der **Richtung** im Sinne eines horizontalen und vertikalen Technologietransfers sowie nach dem Ausmaß der Interaktion zwischen den Transferparteien in den aktivierten und passiven Technologietransfer (Corsten 1989: 28-35).

Als konkrete Kanäle des Technologietransfers gelten:

- **„Transfer über Köpfe“:** Unter **Personalmobilität** wird der Wechsel von Mitarbeitern wissenschaftlicher Forschungseinrichtungen in die Industrie verstanden. Dadurch werden wissenschaftliche Erkenntnisse und teilweise auch Arbeitsvorgehensweisen der Wissenschaft in die Industrie „importiert“. Die neuen Mitarbeiter verfügen zusätzlich häufig über enge Kontakte zu den wissenschaftlichen Einrichtungen, in denen sie zuvor tätig waren, was eine mögliche zukünftige Zusammenarbeit zwischen dem neuen Unternehmen und den wissenschaftlichen Einrichtungen erleichtern kann. Auch die DFG fördert den Transfer über Köpfe ausdrücklich mit ihren Transfer- und Gründungsprojekten.
- **Beratung:** Experten beraten Unternehmen bei der Lösung einer technologischen Fragestellung. Diese Dienstleistung wird in der Regel nach festen Tagessätzen abgerechnet und erstreckt sich über wenige Tage.
- **Auftragsforschung:** Unternehmen beauftragen Forschungseinrichtungen (oder Forschungsabteilungen im eigenen Haus) mit der Durchführung eines konkreten Auftrags unter (vertraglich) festgelegten Bedingungen. Die Forschungsergebnisse sowie deren Nutzung obliegen dem beauftragenden Unternehmen.
- **Förderprojekte:** Im Rahmen öffentlich geförderter Forschungsprojekte kooperieren mehrere Projektpartner meist aus Forschung und Wissenschaft bei der Lösung einer gemeinsamen Problemstellung. Die Er-

gebnisse der Forschungs- und/oder Entwicklungsarbeit können je nach Förderprogramm von allen Projektpartnern genutzt werden, obliegen den beteiligten Unternehmen und/oder müssen teilweise öffentlich nutzbar gemacht werden.

- **Patente:** Patente können für Erfindungen erteilt werden, die neu sind, auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhen und gewerblich anwendbar sind. Der Inhaber des Patents ist berechtigt, Anderen die Benutzung der Erfindung zu untersagen. Dafür aber muss er seine neuen Erkenntnisse offenlegen. Die Offenlegung dokumentiert neues Wissen und macht es für alle Marktparteien zugänglich (wenn auch erst mit zeitlicher Verzögerung nutzbar). Patentanmeldungen werden im naturwissenschaftlich-technischen Bereich in der Literatur oft als Indikator für die Leistungsfähigkeit und Anwendungsorientierung von Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen gesehen (Schmoch 2000b). Zur Patentverwertung bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, insbesondere der Verkauf oder die Lizenzierung von Patenten (Ulmer-Eilfort/Schmoll 2006).
- **Publikationen:** Ein wesentliches Mittel zum Erkenntnisgewinn ist die Publikation von Erkenntnissen in Fachzeitschriften, Konferenzbänden oder Arbeitsberichten. Mit dieser Art der Offenlegung ist meist eine weitere Patentierbarkeit der Ergebnisse nicht mehr gegeben. Ziel ist der breite und schnelle Transfer der Erkenntnisse an andere Wissenschaftler, aber auch Unternehmen.
- **Lizenzen:** Ein Unternehmen erwirbt das Recht an der wirtschaftlichen Nutzung eines Forschungsergebnisses. Eine sehr große Rolle spielen Lizenzverträge in Industrie und Handel, um Dritten ein Nutzungsrecht an gewerblichen Schutzrechten (Patente, Gebrauchsmuster, eingetragene Marken) unter definierten Bedingungen einzuräumen.
- **Diplom-/Studienarbeiten:** Forschungs- und Entwicklungsarbeiten können in Form von Diplom- oder Studienarbeiten durchgeführt werden. Neben den konkreten Ergebnissen nutzen größere Unternehmen solche Arbeiten gerne zur Rekrutierung wissenschaftlichen Nachwuchses für die eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung.
- **Ausgründungen** haben sich als ein weiteres erfolgreiches Instrument des Technologietransfers herausgestellt (Wissenschaftsrat 2001). Hierbei wartet ein Wissenschaftler nicht, bis ein bestehendes Unternehmen seine Erkenntnisse erkennt und „absorbiert“. Vielmehr erkennt

der Wissenschaftler selbst die Marktfähigkeit seiner Technologie und gründet ein Unternehmen, um diese in Form einer Anwendung zu verwerten.

- **Kontakte und informeller Austausch:** Ein wichtiges Instrument des Transfers ist zudem der Austausch zwischen Wissenschaftlern und Unternehmen auf Konferenzen und Seminaren. Dieser bahnt oft einen Technologietransfer in einer der zuvor genannten Formen an.

Bei dem typischerweise betrachteten Technologietransfer zwischen Forschungseinrichtungen und der Industrie handelt es sich somit um die Form des interorganisatorischen Technologietransfers, bei dem die durch FuE-Aktivitäten erworbenen Technologien nicht im Nutzungsbereich der Hochschulen verbleiben (wie im Fall des intraorganisatorischen Technologietransfers), sondern in den Nutzungsbereich der Unternehmen übertragen werden. Der vertikale Technologietransfer erstreckt sich über mehrere Ebenen des Innovationsprozesses, z.B. als Transfer von der Grundlagenforschung über die Anwendungsforschung und Entwicklung hin zur Anwendungstechnik. Ob ein aktivierter bzw. passiver Technologietransfer vorliegt, bestimmt sich anhand des Ausmaßes der Aktivitäten, die während des Transferprozesses stattfinden. Beim aktivierten Technologietransfer besteht zwischen Technologiegeber und -nehmer ein reger Austausch während des gesamten Transferprozesses, d.h. der Technologienehmer nimmt aktiv am Technologietransferprozess teil. Wird dem Technologienehmer hingegen z.B. nur eine gespeicherte Ansammlung oder Aufbereitung des vollzogenen Know-hows zum Gebrauch zur Verfügung gestellt, dann liegt ein passiver Technologietransfer vor.

2.3 Erfassung der Intensität des Technologietransfers

Zur Operationalisierung, d.h. zur Messbarkeit und Beschreibung des Technologietransfers, werden in der Literatur mehrere Ansatzmöglichkeiten dargestellt. Meißner (2001) benennt zur **Evaluierung des Technologietransfers** Indikatoren wie den Drittmittelanteil am Gesamtbudget der Forschungseinrichtung, die Lizenzeinnahmen der Forschungseinrichtungen, Zählungen von Patenten und die Ermittlung des Science Citation Index (SCI bzw. SCIE) von Publikationen. Die Analyse von Patentanmeldungen und Publikationen der Forschungseinrichtungen werden auch von Schmoch (2000b) sowie Czarnitzki, Rammer und Spielkamp (2000) zur Messung des Technologietransfers genannt und als „gängig“ bezeichnet. Heinze (2006) betont, dass insbesondere eine parallele Entwicklung von Patentanmeldungen und Publikationen auf einen stattfindenden Techno-

logietransfer hinweist. Die Messung erfolgt hier über die Nutzung verschiedener Transferkanäle bzw. Transfermechanismen bzw. über die Ausprägung dieser. Weiterhin ist die Messung des Technologietransfers z.B. durch eine Betrachtung informeller oder formeller Interaktionen zwischen Individuen der Wissenschaft und Wirtschaft oder durch die Betrachtung von Auftragsforschungsprojekten, FuE-Kooperationen und Unternehmensgründungen möglich (Abramson et al. 1997: 2). Zur Bestimmung dieser Größen dienen wiederum Indikatoren wie die Personalmobilität, die Anzahl der jeweiligen Auftrags- und Kooperationsprojekte oder die Anzahl von Neugründungen.

Mansfield (1990) setzt zur Operationalisierung des Technologietransfers an dessen Wirkung an. Er ermittelt, in welchem Ausmaß technologische Innovationen verschiedener Industriezweige auf Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung zurückzuführen sind und mit welcher zeitlichen Verzögerung diese Übertragung der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse in eine industrielle Anwendung stattgefunden hat. In der dazu abgeleiteten sogenannten „social rate of return“ der wissenschaftlichen Forschung werden Nutzenströme verglichen, wenn wissenschaftliche Forschung neben industrieller Forschung betrieben wird, und analysiert, wie sich eine Unterlassung jeglicher wissenschaftlicher Forschung auf den Nutzen auswirkt. Bei diesem Ansatz wird die Blickrichtung hauptsächlich auf die **Wirkung** des Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gelenkt und weniger auf die Elemente, durch die es zum Technologietransfer kommt. Der Technologietransfer wird somit dadurch gemessen, dass die Anzahl neuer Produkte und Prozesse betrachtet wird, zu deren Entwicklung es nicht ohne das Vorhandensein wissenschaftlicher Forschung gekommen wäre.

Die bisherigen Ausführungen zeigen deutlich, dass die Literatur zur Operationalisierung des Technologietransfers viele verschiedene Indikatoren nutzt. Ein Vorschlag zur allgemeinen Einordnung und Herleitung von Indikatoren gibt Meißner (2001). Es gilt somit:

- Indikatoren abzuleiten, die sich auf den **Input eines Technologietransfers** beziehen, z.B. Form der Drittmittelfinanzierung der Forschungsvorhaben.
- Indikatoren abzuleiten, die sich auf den **Output des Technologietransfers** beziehen, z.B. auf die Anzahl der neuen Produkte und Prozesse, die sich aufgrund der Forschungsergebnisse entwickelt haben.

- Indikatoren zu entwickeln, die sich auf den **eigentlichen Prozess (Throughput) des Technologietransfers** beziehen, z.B. die verschiedenen Transfermechanismen des Technologietransfers und die Aktivitäten der Transferpartner.

2.4 Einflussfaktoren auf die Wirkung des Technologietransfers

Letztendlich ist aber die Intensität des Technologietransfers nur eine Hilfsgröße. Viel entscheidender ist die Wirksamkeit des Transfers. Die Erfassung der **Wirkung eines Technologietransfers (Outcome)** kann an verschiedenen Kriterien ansetzen. Meist wird dabei die Vorteilhaftigkeit der resultierenden neuen Technologie und der Produkte bzw. Prozesse, in die sie eingeht, herangezogen. Zur Messung der relativen Vorteilhaftigkeit einer Technologie können verschiedene Messgrößen herangezogen werden, wie z.B. die Höhe der Anschaffungskosten oder laufenden Kosten. Neben diesen ökonomischen Größen können aber auch soziale oder technische Kriterien (Leistungsfähigkeit) herangezogen werden.

Empirische Studien, die zur Ermittlung der relativen Vorteilhaftigkeit ökonomische Messgrößen herangezogen haben, zeigen, dass sich eine relative Vorteilhaftigkeit im Zusammenhang mit der Höhe der erwarteten Erlöse durch die neue Technologie einstellt. Die relative Vorteilhaftigkeit ist folglich eine Einschätzung des Transfernehmers und wirkt sich auf den Technologietransferprozess aus, sobald sie für den Technologienehmer vorhanden ist. Die Komplexität einer neuen Technologie wirkt sich auf den Technologietransfer aus, sofern sie für den Technologienehmer Übernahmehürden schafft. Diese können z.B. darin begründet liegen, dass für ein bestimmtes Maß an Komplexität das Know-how fehlt oder dass z.B. mehr personelle oder finanzielle Ressourcen zur Implementierung des Transferobjekts nötig werden, als der Technologienehmer aufbringen kann.

Für die Diskussion im Rahmen der vorliegenden Untersuchungsfrage ist aber weniger die absolute Wirkung des Transfers entscheidend als vielmehr, welche Einflussfaktoren diese Wirkung beeinflussen. In diesem Zusammenhang werden in der Literatur die folgenden Größen diskutiert. Diese können in Eigenschaften der Technologie (des Erkenntnisses) selbst, des Technologiegebers (Forscher) bzw. -nehmers (Unternehmen) sowie der externen Umwelt unterschieden werden.

Einflussfaktoren auf die Intensität und die Wirkung des Technologietransfers, die im Transferobjekt selbst begründet sind:

- Die **Mittelbarkeit bzw. Demonstrierbarkeit** einer Technologie hat auf ihren Verbreitungsgrad einen erheblichen Einfluss. Demonstrierbarkeit ihrerseits ist abhängig von der Anwendungsnähe der Technologie. Ist eine Technologie noch in der Forschungsphase, so liegt eine geringe Anwendungsnähe vor. Liegt jedoch bereits ein Prototyp vor, ist die Anwendungsnähe tendenziell höher. Eine mögliche Erprobbarkeit der Technologie wirkt gleichzeitig auf verschiedene Einzelfaktoren auf Seite des Technologienehmers, so z.B. auf die Übernahmbereitschaft, da durch eine Probenutzung Übernahmehürden abgebaut werden können und die relative Vorteilhaftigkeit besser eingeschätzt werden kann.
- Ein weiterer Faktor, der im Transferobjekt begründet liegt, ist der **Reifegrad** einer Technologie. Er bezieht sich auf die technische Vollkommenheit der Technologie und deren Bewährungsgrad. Ein geringer Ausreifungsgrad kann beim Technologienehmer zu erhöhten Folgekosten führen, jedoch kann dies auch unter Umständen eine einfachere Anpassung an die konzeptionellen Gegebenheiten beim Technologienehmer bedeuten.
- Ein weiterer Aspekt ist die **Kompatibilität** der neuen Technologie mit bestehenden Technologien beim Technologienehmer. Die Untersuchung der Wirkung der Kompatibilität auf den Technologietransfer ist jedoch schwierig, da Kompatibilität inhaltlich unterschiedlich definiert wird. Corsten (1982) kommt nach der Betrachtung verschiedener empirischer Studien bzgl. der Kompatibilität zu dem Ergebnis, dass eine Beziehung zwischen der Kompatibilität einer Technologie und dem Grad der Übernahme einer Technologie und zwischen der Kompatibilität und der Dauer des Transfers besteht.

Einflussfaktoren auf die Intensität und die Wirkung des Technologietransfers, die in den Technologiegebern (Forscher, Wissenschaftsorganisation) begründet sind:

Durch die unterschiedlichen strukturellen Ausprägungen verschiedener Forschungseinrichtungen ergibt sich ihr grundlegendes Potenzial zur Anbahnung und Durchführung des Technologietransfers. Das Ausmaß, in dem dieses Potenzial genutzt wird, ist dabei abhängig von weiteren Einflussgrößen, wie z.B. der Motivation zum Transfer oder der Fähigkeiten für einen Transfer und äußert sich in den Transfermechanismen, die die For-

schungseinrichtungen verwenden. Die Strukturmerkmale von Forschungseinrichtungen und -projekten sind ebenfalls Einflussgrößen auf den Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Demnach können die Forschungseinrichtungen durch eine optimale Gestaltung bestimmter Strukturen und Projektdurchführungen auf den Technologietransferprozess positiv einwirken. Die Forschungseinrichtungen bedienen sich im breiten Maße verschiedener Transfermechanismen, jedoch deutlich in unterschiedlicher Intensität. Dies wird oftmals durch die Forschungsorientierung und die daraus resultierenden Ergebnisse bedingt, denn nicht jedes Forschungsergebnis eignet sich in der zunächst vorliegenden Form uneingeschränkt zum direkten Transfer in die Praxis. Die Möglichkeit zum Transfer wird jedoch auch durch das Marktpotenzial und die Offenheit der Industrie gegenüber Innovationen, insbesondere gegenüber Innovationen mit hohem Neuheitsgrad, eingegrenzt. Die Ausgestaltung dieser Transfermechanismen und die Berücksichtigung eines möglichen Transfers schon in den frühen Phasen der Forschung beeinflusst die Wirkung auf den Transfererfolg in erheblichem Maße.

Als konkrete Einflussfaktoren der Technologiegeber lassen sich hier nennen:

- Das **technologische Know-how** des Technologiegebers ist nicht nur notwendig zur Produktion neuer Technologien und Prozesse, sondern wirkt auch auf den Technologietransfer anhand des Ausmaßes, in dem dieses Wissen an den Technologienehmer weitergegeben wird. Auch das technologische Know-how des Technologienehmers wirkt auf die Übernahme und insbesondere auf die Implementierung und effiziente Nutzung neuer Technologien.
- **Beziehungen** der Technologiegeber zu anderen Forschungseinrichtungen eröffnen Möglichkeiten zum Know-how-Austausch und bereits bestehende Beziehungen zwischen den Transferparteien ermöglichen einen besseren Zugang zu Ansprechpartnern und der Technologietransfer profitiert durch die Vorteile eines bereits bestehenden Vertrauensverhältnisses. Die so bereits erworbenen **Kooperationserfahrungen** der Mitarbeiter der Transferparteien wirken auf die Zeit- und Kosteneffizienz des Technologietransfers.
- Durch die **Motivation der Mitarbeiter** bzgl. eines Technologietransfers wird die Bereitschaft zur Durchführung von Technologietransferaktivitäten beeinflusst. Die Motivation lässt sich dabei durch geeignete Anreizsysteme beeinflussen. Eine spezifische Marktorientierung des

Technologiegebers bereits während seiner Entwicklungsaktivitäten und die damit verbundene Ausrichtung auf potenzielle Anwender wirken sich auf die Übernahme des Transferobjekts aus und vergrößern die Wahrscheinlichkeit einer späteren Anwendbarkeit.

- Als weiteres Strukturmerkmal wurde teilweise der **organisatorische Aufbau** der ausgewählten Forschungseinrichtungen betrachtet, wodurch Bezug genommen wird auf die bereits angesprochene Organisationsstruktur und -kultur als Einflussgröße auf den Technologietransfer. Anhand der ermittelten Strukturgrößen von Forschungseinrichtungen und Forschungsprojekten lassen sich demnach den einzelnen Einrichtungen und Projekten bestimmte Einflussgrößen und deren Wirkung auf den Technologietransfer zuordnen, wodurch sich wiederum spezifische Voraussetzungen für die Transferaktivitäten der Forschungseinrichtungen ergeben.

Einflussfaktoren auf die Intensität und die Wirkung des Technologietransfers, die in den Technologienehmern (Unternehmen) begründet sind:

- Die **Methodenkompetenz** der Transferpartner wirkt auf die Einhaltung von Entwicklungs- und Transferzeiten sowie auf die Kosten des Technologietransfers. Die **Absorptionskapazität** des Technologienehmers wirkt sich dabei auf die Aufnahme und Umsetzung von Wissen aus. Ohne das Vorhandensein von Absorptionsfähigkeit ist es dem Technologienehmer nicht möglich, neues Wissen zu identifizieren und aufzunehmen.
- Die **Motivation der Mitarbeiter** zum Technologietransfer beeinflusst auch auf Seiten des Empfängers die Bereitschaft zur Durchführung von Technologietransferaktivitäten. Hierbei ist vor allem ein betriebliches Anreizsystem wichtig, das gleichbedeutend zur innerbetrieblichen Lösungsfindung eine externe Lösungsfindung betont (Vermeidung von „not invented here“). Als herausragendes Beispiel wird in der Literatur immer wieder das „Connect & Develop“-Programm von Procter & Gamble (P&G) genannt. Hierbei soll durch verschiedene Anreize die Motivation der Mitarbeiter in der Entwicklung von P&G gesteigert werden, externe Technologien aktiv ins Unternehmen zu holen und zu nutzen.
- Um möglichen, während des Technologietransfers auftretenden Kapazitätsengpässen, z.B. im personellen oder finanziellen Bereich, entgegen-

genzuwirken, ist die Unterstützung von Vertretern des Top-Managements bei den Transferpartnern nötig. Dabei ist die **Einstellung des Top-Managements** gegenüber neuen Technologien für das Ausmaß der Unterstützung ausschlaggebend. Dies gilt sowohl auf Seiten des Gebers (Motivation des Leiters einer Forschungseinrichtung, die Mitarbeiter zum Technologietransfer anzuregen), als auch auf Seiten des Nehmers (Motivation der Geschäftsführung, explizit externes Wissen für den eigenen Entwicklungsprozess einzufordern, *versus* einer Präferenz für unternehmensinterne Lösungen).

- Die **Organisationskultur** beeinflusst den Technologietransfer je nach Ausgestaltung unterschiedlich. Das Maß an Formalisierung und Standardisierung in der Organisationsstruktur der Transferpartner wirkt auf die Beziehung und Zusammenarbeit der Transferparteien, und die Einstellung der jeweiligen Organisation gegenüber Innovationen beeinflusst die Übernahme und Implementierung neuer Technologien.
- Außerdem wirkt der Umfang der zur Verfügung stehenden **finanziellen Mittel** und personeller sowie sachlicher Ressourcen auf die Durchführung des Technologietransfers. Die Forschungsorientierung lässt ebenfalls Rückschlüsse auf den Technologietransfer zu, da eine Ausrichtung auf **anwendungsorientierte Forschungsaktivitäten** Ähnlichkeiten zu einer spezifischen Marktorientierung der Technologiegeber aufweist, insbesondere wenn in den Forschungseinrichtungen zusätzlich eine prinzipielle Spezialisierung auf bestimmte Branchen vorliegt.

Aus der Umwelt, in die ein Technologietransferprozess eingebettet ist, ergeben sich politische, gesellschaftliche, rechtliche und wirtschaftliche Einflussgrößen:

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen wirken je nach Ausgestaltung auf den Technologietransfer. **Gesetzliche Regelungen** bzgl. der Sicherheit und Umweltverträglichkeit schaffen häufig die Voraussetzung und die Notwendigkeit zur Entwicklung neuer Technologien und können auch die Nachfrage nach einer neuen technischen Lösung antreiben und den Transfer erleichtern. Die rechtliche Möglichkeit, Forschungsergebnisse patentieren zu lassen, wirkt sich in unterschiedliche Richtungen aus. Patente bewirken eine „stärkere Zielorientierung der Forschung und haben Signalwirkung“ (Schmoch 2000b), so dass z. B. eine Anbahnung von Transferpartnern erleichtert wird. Durch ein Patent wird der Umfang des Transferobjekts rechtlich eingegrenzt und die alleinige Verwertungserlaubnis durch das Patent wirkt sich auf den Nutzen des Technologieh-

mers aus. Da jedoch nicht alle Patente wirtschaftlich genutzt werden, kann eine **Patentierung** den Transfer neuer Ergebnisse in die Wirtschaft auch hindern. (Wenngleich in vielen Branchen / Unternehmensbereichen die Patentierung als „Rezept zum Nachbau“, etwa in China, umstritten ist.)

Markterwartungen und **Konkurrenzdruck** wirken auf die Abwicklung von Technologietransferprozessen insofern, dass sie die gesetzten Ziele bzgl. Zeit und/oder technischer Qualität beeinflussen. Auch die **Dringlichkeit** eines Transferprojekts seitens des Empfängerunternehmens wirkt sich auf die Technologieadaptation aus. Auf politischer Ebene gibt es den Grundsatz der Forschungs- und Technologiepolitik, den Technologietransfer zwischen der Wissenschaft und der Wirtschaft zu verbessern (BMBF 2009). Dieser Grundsatz wird z.B. durch die Vergabe von Fördermitteln, die an bestimmte Voraussetzungen auch bzgl. des Technologietransfers gebunden sind, umgesetzt und wirkt auf diese Weise auf den Technologietransfer.

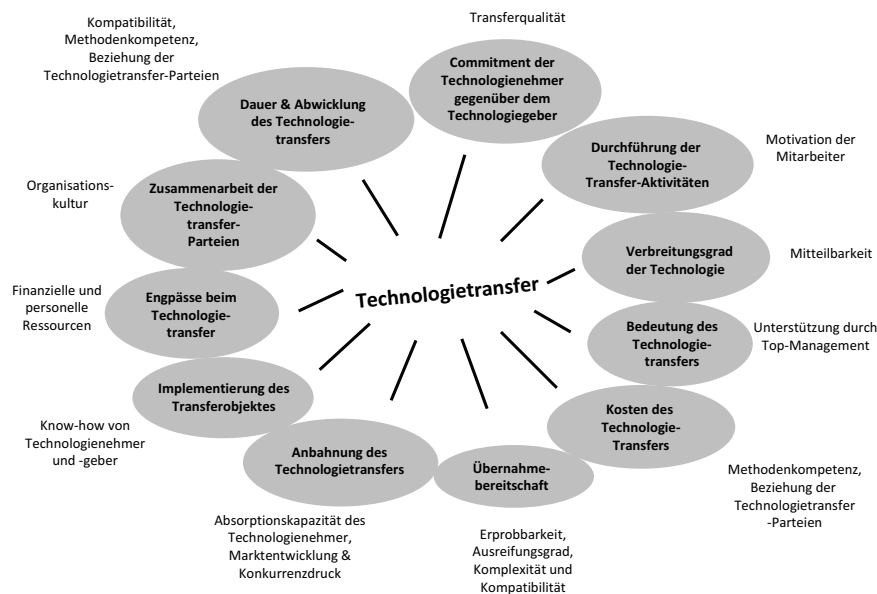


Abbildung 2: Wirkungskonstrukt ausgewählter Einflussgrößen auf den Technologietransfer

Als Ergebnis einer positiven Ausgestaltung dieser Einflussfaktoren ergibt sich eine hohe **Transferqualität**. Abbildung 2 gibt einen **zusammenfassenden Überblick über die dargestellten Wirkungen** der zuvor betrachteten Einflussgrößen. Die Transferqualität wurde von Walter (2003) als

strukturelle Einflussgröße auf den Technologietransfer identifiziert und beschreibt, wie der Übertragungs- und Umsetzungsprozess einer neuen Technologie stattfindet und welche Tätigkeiten dabei unternommen werden. Die Transferqualität umfasst ein Bündel von Aktivitäten, so dass die Wirkungsrichtung der Transferqualität auf den Technologietransferprozess durch die Ausgestaltung dieser Aktivitäten bestimmt wird. Die Untersuchungen von Walter ergaben, dass sich die Transferqualität auf das Commitment des Technologienehmers gegenüber dem Technologiegeber, auf die Technologietransfereffektivität für den Transfernehmer und auf die Technologiequalität auswirkt (Walter 2003: 128-139). Ihrerseits wird die Transferqualität beeinflusst durch die Innovationshaltung des Technologienehmers, durch den Innovationsgrad des Technologietransfers, die Unternehmerhaltung des Technologiegebers und die Managementkompetenz von Technologiegeber und -nehmer.

2.5 Die Bedeutung von Kommunikation und Netzwerken für Transferaktivitäten

Nachdem in den vorhergehenden Abschnitten die grundlegenden Bestandteile eines Systems zum Technologietransfer und seine Einflussfaktoren beschrieben wurden, soll im folgenden Abschnitt die theoretisch-konzeptionelle Diskussion um eine **Netzwerkperspektive** erweitert werden. Technologietransfer kann als Aktivität der Interaktion und Kommunikation in Netzwerken gesehen werden. Die Beschreibung und Analyse dieser Netzwerke kann einen zentralen Anhaltspunkt liefern, das Transfugeschehen in einem Wissenschaftsbereich besser zu verstehen.

2.5.1 Technologietransfer in Netzwerken zum Wissensaustausch

Wie bereits gesehen, entsteht Innovation meist durch die Kombination von Wissen verschiedener Art und Quellen, die zuvor nicht miteinander kombiniert waren. In der Literatur finden sich verschiedene Wissenskategorien wieder (Rimkus 2008). Im Zusammenhang mit Technologietransfer ist die Unterteilung von Wissen in implizites und explizites Wissen interessant. Als **explizites Wissen** wird Wissen bezeichnet, welches kodifizierbar, also in einer formalen Sprache vermittelbar ist. Mit **implizitem Wissen**, auch „Tacit Knowledge“ genannt, wird das an einen Wissensträger gebundene Wissen bezeichnet. Da es auf den Erfahrungen des Wissensträgers basiert, ist es persönlich, kontextgebunden und nur schwer oder gar nicht kodifizierbar. Problematisch für den Wissenstransfer ist, dass implizites Wissen nicht ohne Verlust von einem Akteur zum anderen weitergegeben

werden kann. Es kann jedoch näherungsweise in Kommunikationsprozessen erschlossen werden. (Nonaka, Takeuchi 1995)

Durch die Interaktionen von Wissensträgern, das heißt Kommunikation zwischen ihnen, ändert sich wiederum die Wissensbasis⁵. Hier spielt zudem eine Rolle, ob die am Transferprozess beteiligten Akteure in der Lage sind, möglichst störungsfrei miteinander kommunizieren zu können. Eine Rückkopplung mit mehreren Schleifen zwischen Sender und Empfänger ist somit im Kommunikationsprozess notwendig, besonders dann, wenn es sich um den Austausch von komplexerem Wissen und nicht nur einfachen Daten handelt. Ein komplexeres Kommunikationsmodell, welches im Fall des Technologietransfers Anwendung finden kann, ist in Abbildung 3 aufgeführt. Es stellt den Wissenstransfer in Netzwerken dar und verdeutlicht, dass es keinen einfachen Weg des Transfers von implizitem Wissen gibt. Die Wissensträger sind dabei Akteure in einem adaptiven System (vgl. Argyris, Schön 2002: 20; Al-Laham 2003: 59; Rimkus 2008: 27). Beim **Transfer von Wissen** geht es in Anlehnung an Thiel (2002: 32) und Rimkus (2008: 8) um die zielgerichtete Wiederverwendung des Wissens eines Transferpartners durch einen anderen. Bei den Akteuren kann es sich dabei um Individuen, Organisationen oder auch um technologische Systeme handeln. Die einzelnen Akteure stellen dabei **Kommunikationsstellen in einem Netzwerk** dar.

⁵ Wissen ist dabei etwas, was durch die Vernetzung von Informationen anhand bestehender Erfahrungen entsteht, in Anlehnung an die sogenannten utilitaristisch-pragmatische Wissensdefinition (vgl. Krogh/Köhne 1998; Amin/Cohendet 2004, von Hippner 2005: 127; Rimkus 2008: 3-4). Diese Erfahrungen sind im Gedächtnis von Mitarbeitern oder in Datenbanken als Regeln etc. hinterlegt. Bei der Erweiterung dieses Verständnisses von Wissen um die hierarchische Begriffskette Daten, Information und Wissen (vgl. dazu Rehäuser/ Krcmar 1996: 6; Duff 2000: 27f.; Brandt/Volkert 2003: 4) bildet Wissen die höchste Stufe der Kette. Daten werden durch Zeichen repräsentiert, die unter Verwendung von Syntaxregeln in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen sind (vgl. Felbert 1998: 122f.), während Informationen vor dem Hintergrund des Erfahrungskontextes des jeweiligen Nutzers nach einer Semantik interpretierte Daten darstellen (vgl. Eulgem 1998, S15ff.). Durch die zweckorientierte Kombination der Informationen entsteht schließlich das Wissen (vgl. Stauss 2002: 275f.) und beruht damit auf der Schaffung von etwas Nützlichem - zumindest aus der Sicht des Wissensträgers (vgl. Hippner 2001: 174; Hippner 2005: 127f; Rimkus 2008: 3-4).

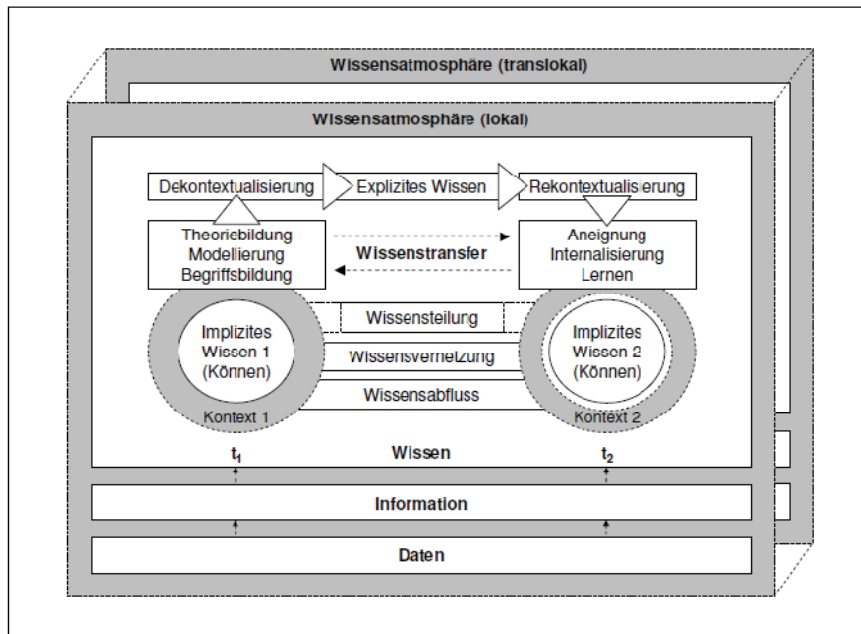


Abbildung 3: Allgemeines Modell des Wissenstransfers in Clustern (Rimkus 2008: 28)

Aus Clusterstudien ist bekannt, dass ein funktionierender Markt den Austausch von „wissensökonomisch“ reifen Modulen voraussetzt, da anderenfalls die Explizierung des impliziten Wissens für industrielle Akteure mit unverhältnismäßig hohen Wissenstransferkosten verbunden wäre (Rimkus 2008:). Die Kosten für die Weitergabe und Annahme des Wissens wären also unverhältnismäßig hoch. Aus der Situation der Grundlagenforschung gesehen sind die Chancen, dass die generierten Erkenntnisse zu Innovationen umgesetzt werden, in den meisten Fällen also mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden. Die Motivation, dieses Wissen weiterzugeben, müsste somit nach rationalen, betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten relativ gering sein. Jedoch findet sich in den meisten Wissenschaftsgebieten heute eine Publikationsflut, die es zu bewältigen gilt, um auf einem bestimmten Fachgebiet auf dem Laufenden bleiben zu können.

Forscher scheinen also eine hohe Motivation zu haben, ihre Erkenntnisse in Publikationen zu veröffentlichen. Ist es reine intrinsische Motivation, die Forscher zu der Weitergabe von Wissen bringt? Ist dies gekoppelt mit dem Streben nach Reputation oder der Notwendigkeit, für die Finanzierung von weiteren Forschungsvorhaben Publikationen vorweisen zu können? Wie, warum und wie häufig diese Kommunikation abläuft, ist relativ unbekannt.

Aus der Sicht eines einzelnen Akteurs im Innovationsnetzwerk scheint die Situation simpel zu sein, betrachtet man Innovationsnetzwerke aber ganzheitlicher, verschwindet die Simplizität. Zumal das „European Paradox“, also die Intensität der Grundlagenforschung in Europa einerseits und die mangelnde wirtschaftliche Verwertung der resultierenden Forschungsergebnisse andererseits, belegt, dass eine einfache Publikation und Veröffentlichung von Erkenntnissen nicht ausreicht.

Wenn Wissen nicht direkt zwischen zwei Akteuren weitergeben wird, wer kann diesen Prozess unterstützen? Könnten dies Transferstellen leisten? Wie erfahren ggfs. Diese Transferstellen oder Intermediäre, wo Interesse an bestimmtem Wissen besteht bzw. wer es benötigen und damit das generierte Wissen zu einer zweck-induzierten Innovation werden lassen könnte? Zur Untersuchung dieser Fragen kann eine Netzwerkanalyse der Transferbeteiligten eine wichtige Rolle spielen. Diese beschäftigen sich mit Fragen wie:

- Welche Akteure sind wie miteinander verbunden?
- Wer hat zu wem Kontakte und warum?
- Welche Akteure stehen am Rand oder sind nicht ausreichend vernetzt?
- Welche Rolle spielen unterschiedliche Kommunikationsstrukturen?
- Wer arbeitet mit wem zusammen?
- Wann kommt es zu einer Kooperation und mit welchen Zielen, Erwartungen?
- Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit Beziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft aufgebaut und gepflegt werden.

Zur Beantwortung dieser Fragen werden Netzwerkansätze in der Theorie mit dem Ziel betrachtet, zunächst ein ideales Modell („**ideal-theoretisches Netzwerk**“) des Technologietransfers zu bilden. Es wird ideal-theoretisches Modell genannt, da es auf den theoretischen Überlegungen, wie sie in der Literatur dargestellt werden, basiert. Dieses Netzwerk stellt also ein Ideal nach der Theorie dar. Ob es auch unter den Restriktionen und komplexen Bedingungen der Realität ein Ideal darstellt, ist u.a. Gegenstand dieser Studie.

2.5.2 Der Netzwerkansatz in der Theorie

Grundlage für die Konstruktion einer ideal-theoretischen Vorstellung von einem Netzwerk sind allgemein etablierte Ansätze aus der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. Die zentralen Kennzeichen dieser Ansätze bildeten das Gerüst, ein ideal-theoretisches Netzwerkmodell zu entwickeln. Dieses Modell dient im Folgenden für den Vergleich mit dem später erhobenen empirischen Netzwerk. Aus dem Vergleich zwischen Empirie und Theorie ergeben sich abschließend ein wünschenswertes Netzwerk und ein daran aufzeigbarer Optimierungsbedarf.

Generell weisen Netzwerke drei Kennzeichen auf: Netzwerke bestehen aus **Akteuren**, welche durch **Beziehungen** miteinander verbunden sind. Aus den Beziehungen ergibt sich die **Struktur des Netzwerkes** (vgl. Prahalad & Krishnan 2009, Manger 2009, Jansen 1999, Aschhoff & Sofka 2008, Ledebur 2008, Legler 2008). In Netzwerktheorien wird somit generell vermutet, dass nicht Eigenschaften der Akteure, wie z.B. ihre Ressourcenausstattung mit Personal, Kapital, etc., per se für ihr Handeln relevant sind, sondern die Einbindung in ein Geflecht von Beziehungen mit anderen Akteuren. Beziehungen ermöglichen Zugang zu Ressourcen, Informationen und Partnerschaften (soziales Kapital). Genauso wie die Existenz von Beziehungen eine Quelle von sozialem Kapital darstellt, bringt das Fehlen von Beziehungen diese Quelle zum Versiegen (vgl. Schmidt & Sofka 2009: 5). Im Folgenden werden diese drei Merkmale erläutert und anhand von Beispielen aus dem Technologietransfer veranschaulicht.

(1) Akteure: Die „Mitglieder“ (Akteure) eines Netzwerkes können Personen, Gruppen oder auch Organisationen sein. Diese können sich hinsichtlich ihrer Werte, Ziele, Interessen, Ressourcen (Kapital, Fähigkeiten, Kenntnisse, etc.) und Beziehungen zu anderen Akteuren unterscheiden. Die Auswahl der Akteure ist generell nach drei allgemeinen Ansätzen möglich: Im **Positionsansatz** werden die Akteure durch ihre formale Zugehörigkeit zum untersuchten Netzwerk ausgewählt (z.B. Mitgliedschaft in einer Partei, Inhaber eines Lehrstuhls, Vorsitzender eines Unternehmens). Dem **Reputationsansatz** nach werden Akteure selektiert, die ein gewisses Ansehen durch andere Akteure desselben Netzwerkes genießen. Der **Ereignisansatz** schließlich hat als Auswahlkriterium ein Ereignis, an dem bestimmte Akteure direkt oder indirekt beteiligt sind und die deshalb zum Netzwerk gehören (z.B. Ausgestaltung eines neuen Gesetzes und zugehörige relevante Akteure wie Parlament, Parteien und Interessensgruppen, vgl. Legler 2008: 74).

Beispiel aus dem Technologietransfer: Im Falle des Technologietransfers sind als Akteure z.B. Wissenschaftler, Forscher, Unternehmer, Technologietransferstellen, Universitäten oder auch politische Stellen wie das BMBF denkbar. Diese Akteure könnten sich u.a. hinsichtlich ihrer Werte (z.B. Grundlagen- vs. Anwendungsforschung), Ziele (wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn vs. Gewinnmaximierung), Interessen (freie Forschung vs. verwertungsorientierte Forschung) und Ressourcen (Humankapital vs. ökonomisches Kapital) unterscheiden. Eine ausführlichere Darstellung verschiedener Akteure im Technologietransfer unter besonderer Berücksichtigung des Bereichs Werkstoffwissenschaften und Materialforschung findet sich in Anhang D.

(2) Beziehungen der Akteure: Aus den Beziehungen der Akteure untereinander entspringen Handlungsmöglichkeiten und -beschränkungen. Sie stellen den Ursprung von speziellen Ressourcen des Netzwerkes dar. Diese besonderen Mittel werden „**soziales Kapital**“ genannt. Neben dem sozialen Kapital gibt es nach Bourdieu (1983) noch ökonomisches Kapital (z.B. Geld) und kulturelles Kapital. Durch das den Beziehungen entspringende soziale Kapital sind die Akteure in das Netzwerk eingebunden. Das soziale Kapital stellt gewissermaßen eine Art „Scharnierfunktion“ zwischen Akteuren und Netzwerk dar und hilft bei der Schaffung von Vertrauen und Verhaltenssicherheit (vgl. Jansen 1999: 18-23; siehe auch das Argument der „embeddedness“ bei Manger 2009: 490). Fehlende Beziehungen können sogenannte **strukturelle Löcher** sein. Diese kann ein Akteur mit Beziehungen zu anderen Akteuren nutzen und als eine Art Makler fungieren (vgl. Jansen 1999: 162). Die Sozialstruktur des Netzwerkes ist damit ein wichtiger Bestimmungsgrund für das Verhalten der Netzwerkakteure (vgl. Schmidt, Sofka 2009: 3). Im Netzwerkansatz kommt es deshalb hauptsächlich auf die Positionen der Akteure zueinander an und nicht auf die absolute Position der Akteure im Netzwerk. Beziehungen können entweder stark, schwach oder nicht vorhanden sein (**strong tie, weak tie, absent**). Die Stärke einer Beziehung zeigt sich an vier Faktoren: Zeit, Emotionalität, Intimität, Reziprozität. Es kann nun folgende These aufgestellt werden: Je stärker die Beziehungen zwischen zwei Akteuren (z.B. Personen), desto mehr gemeinsame Netzbekannte (z.B. Kollegen/Freunde) haben sie (Gründe: Zeit, Ähnlichkeit, kognitive Balance, vgl. Prahalad & Krishnan 2009: 1361-1363). Und umgekehrt: Je schwächer die Beziehung zwischen zwei Akteuren (z.B. Personen), desto weniger gemeinsame Netzbekannte haben sie.

Eine „**lokale Brücke**“ ist eine Verbindung von zwei Punkten in einem Netzwerk, die Umwege erspart. Lokale Brücken sind immer „weak ties“

und effizient für die Diffusion von z.B. Informationen. Die Stärke von schwachen Beziehungen liegt in ihrer Fähigkeit, kohärente, aber voneinander getrennte Netzwerke zu verbinden, da der Aufbau von „strong ties“ eventuell zu ressourcenaufwendig, wenn nicht gar unmöglich wäre (Überbrückung von Distanz, vgl. Prahalad & Krishnan 2009: 1366-1374, Burt 1992: 27, Schmidt & Sofka 2009: 142). Brücken sind wichtig für weit reichende Kontakte (vgl. Prahalad & Krishnan 2009: 1371). In Anlehnung an Granovetter (1973) kann folgende These aufgestellt werden: Je mehr lokale Brücken in einer Gemeinschaft vorhanden sind und je mehr Umwege sie ersparen, desto größer ist der Zusammenhalt in der Gemeinschaft. Gemeinsames Handeln ist möglich. Vor allem in großen Netzwerken sind weak ties relevant (vgl. Prahalad & Krishnan 2009: 1376).

Beispiel für den Technologietransfer: Im Falle des Technologietransfers wird angenommen, dass Wissenschaftler z. B. auf Grund ähnlicher Interessen und Ziele hauptsächlich Beziehungen zu anderen Wissenschaftlern haben. Das Gleiche trifft auch für die Beziehungen der Unternehmer untereinander zu (jeweils viele strong ties). Deshalb herrscht theoretisch gesehen ein hohes Vertrauen und eine hohe Verhaltenssicherheit unter Wissenschaftlern bzw. Unternehmern (direkte Konkurrenzsituationen einmal ausgenommen). Jedoch existiert dieses Vertrauen und Verhaltenssicherheit nicht zwischen diesen beiden Akteursgruppen (wenige weak ties). Dieses strukturelle Loch könnte dann z.B. eine Transferstelle schließen, indem sie ihre eher schwachen Beziehungen zu beiden Akteuren nutzt und damit Kommunikation und Kooperation erleichtert. Durch diese „lokale Brücke“ der Transferstelle wird eine effektive und effiziente Verbindung zwischen den durch „strong ties“ untereinander verbundenen Akteuren hergestellt.

(3) Struktur des Netzwerkes: Akteure verfügen über individuelle Wertorientierungen, Ziele, Interessen und Ressourcen. Aus den Beziehungen der Akteure untereinander ergibt sich auf einer aggregierten Ebene die Gesamtstruktur des Netzwerkes. Man kann hier die Bildung von einzelnen kohärenten Cliquen von Akteuren (so genannten Clustern oder Subclustern) oder auch die Fragmentierung des Netzwerkes darstellen (vgl. Aschhoff & Sofka 2008: 58). Daraus lassen sich dann Rückschlüsse auf das Funktionieren oder Scheitern bestimmter Prozesse im Netzwerk ziehen. Auf Grund der Möglichkeit, prinzipiell beliebig viele Akteure, Beziehungen und Cluster darzustellen, eignen sich Netzwerkansätze speziell für die Analyse von komplexen Prozessen in gesellschaftlichen Bereichen mit vielen unterschiedlichen Akteuren wie beispielsweise Individuen oder Organisationen (z.B. Technologie- und Wissenstransfer), sind deshalb aber

auch selbst sehr komplex (Legler 2008: 43-44). Theoretisch können verschiedene Netzwerkmodelle konzipiert werden, die sich auf Grund ihrer generellen Struktur voneinander unterscheiden.

Beispiel für den Technologietransfer: Im Falle des Technologietransfers könnte es sein, dass sich auf Grund der Ähnlichkeit von Werten, Zielen, Interessen und Ressourcen Cluster von wissenschaftlichen Institutionen (Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen) auf der einen Seite und Cluster von industriellen Institutionen (Unternehmen, Unternehmensverbänden) auf der anderen Seite bilden. Innerhalb dieser sogenannten Cliques gäbe es viele Beziehungen (und damit potentiell viel Kommunikation und Kooperation), zwischen den Cliques jedoch nur wenige, lose Verbindungen (z.B. durch Transferstellen oder politische Behörden).

2.5.3 Grafische Darstellung von Netzwerken

Die bisher beschriebenen Elemente von Netzwerken sowie die Netzwerke selbst können grafisch dargestellt werden, um die Interpretationen der Ergebnisse zu erleichtern. Dabei werden die einzelnen Akteure durch Pfeile und lokale Brücken verbunden. Ein gerichteter Pfeil bedeutet dabei eine einseitige Verbindung zweier Knotenpunkte (Akteure, z.B. Wissenstransfer von einer Universität zu einem Unternehmen), ein ungerichteter Pfeil bedeutet entsprechend eine zweiseitige Verbindung zweier Knotenpunkte (Akteure, z.B. Wissenstransfer von einer Universität zu einem Unternehmen und Feedback des Unternehmens zur Universität, vgl. Schmidt, Sofka 2009: 6). Sowohl *weak* und *strong ties* als auch lokale Brücken können durch unterschiedliche Färbung oder Schraffierung der Verbindungslinien kenntlich gemacht werden. Strukturelle Lücken zeigen sich durch das Fehlen von Beziehungen. Die folgenden Abbildungen zeigen beispielhaft die graphische Darstellung denkbarer Netzwerke im Bereich des Technologietransfers.

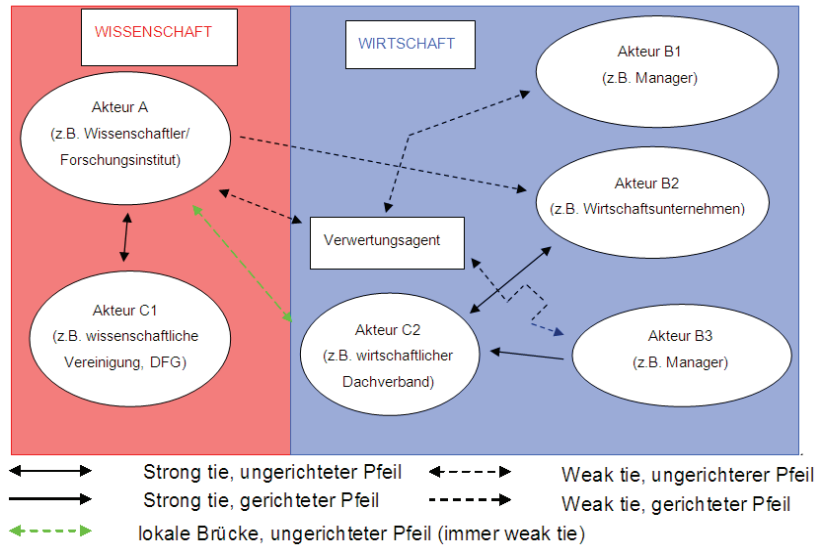


Abbildung 4: Netzwerk im Technologietransfer mit Makler (Verwertungsagent)

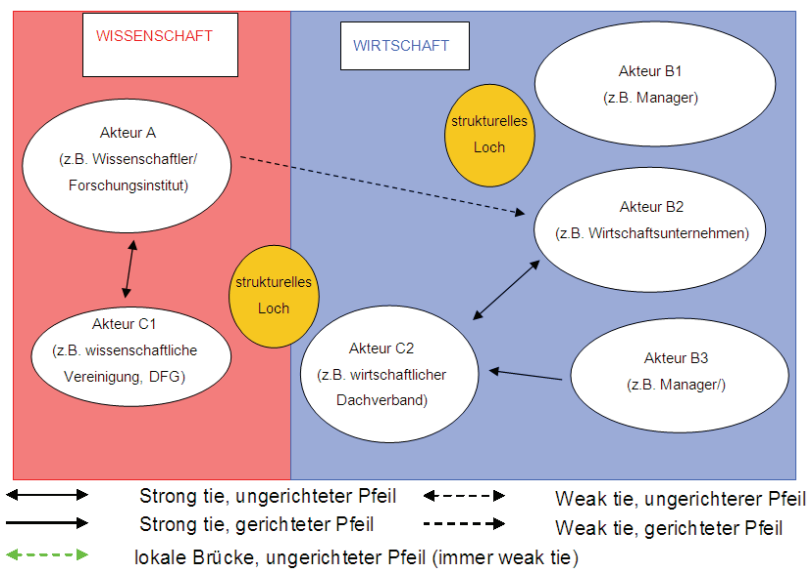


Abbildung 5: Netzwerk im Technologietransfer mit strukturellen Löchern

Was lässt nun eine Anwendung des Netzwerkansatzes auf den Bereich des Technologietransfers im Hochtemperaturbereich lohnenswert erscheinen?

Es sind vor allem zwei Punkte von Bedeutung, die es lohnenswert erscheinen lassen, den Netzwerkansatz bei der Untersuchung über fördernde Faktoren und Hemmnisse beim Technologietransfer einzusetzen. In der Literatur zum Wissens- und Technologietransfer taucht immer wieder auf, dass Innovationen (also die Verwertung von neuen Erkenntnissen oder Erkenntnissen im neuen Zusammenhang) in Netzwerken entstehen und dass Lücken in Netzwerken durch Vermittlungsagenten geschlossen werden können.

- Innovationen entstehen sehr oft in **Netzwerken** vieler Akteure, und seltener in nur bilateralen Kooperationen zwischen Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft. Einerseits wird häufiger externes technologisches Wissen benötigt (Van Geenhuizen et al. 2009: 14). Andererseits besitzen Netzwerke im Vergleich zu formellen Organisationen eine höhere Flexibilität und Offenheit (Kowol 1995). Dadurch werden auch systemübergreifende Interaktionen zwischen Staat, Wissenschaft und Wirtschaft möglich. Als besonders erfolgreich gelten hier Cluster, also regionale Netzwerke (Van Geenhuizen et al. 2009: 14). Deutschland hat hier im internationalen Vergleich wie auch generell bei der Kooperationsneigung in Forschung und Entwicklung Nachholbedarf (Mayntz 2008: 41; Van Geenhuizen et al. 2009: 14). In Deutschland und Frankreich sind lediglich zwischen 10 und 19% der befragten Unternehmen in regionalen Clustern aktiv, während der Anteil in Großbritannien, Irland und Lettland bei 50-99% liegt (Gallup 2006). In einer der Studie zugrundeliegenden Befragung von Industrieunternehmen in 32 europäischen Ländern gaben 56 % der deutschen Unternehmen an, stärker mit regionalen als mit globalen Partnern zu kooperieren, gegenüber 92% in UK. Auch bei der Kommunikation innerhalb der Cluster sind deutsche Unternehmen zurückhaltender. So gaben nur 26% der deutschen Unternehmen an, Probleme oder allgemeine Fragestellungen häufiger mit Partnern (Industrie, Universitäten etc.) zu diskutieren, während dies 47% der Vergleichsgruppe aus Großbritannien tun (Gallup 2006: 54-56).
- Um vorhandene Transferlücken zu schließen, werden häufig die Rollen von **Vermittlungsagenten** („Gatekeeper“, „Wegweiser“, zentralen Koordinierungsstellen oder Transferstellen) diskutiert (Becker, Horváth 2003: 221, Wiebels 2009: 34, Witt 2009, Ganguli 2009: 27, Laube

2009: 60,165, Van Geenhuizen et al. 2009: 73). Diese zentrale Rolle eines Intermediärs ist durch den Makler der Netzwerktheorie gut modellierbar.

In den vorhandenen Studien zu diesem Thema ist der Ablauf des für Innovationen notwendigen Wissenstransfers jedoch nicht hinreichend untersucht worden. Welche Hemmnisse und fördernden Faktoren tatsächlich in Innovationsnetzwerken vorliegen, vor allem im Zusammenhang mit der Grundlagenforschung, ist nicht untersucht. Die charmante Idee eines Vermittlungsagenten ist in der Theorie zwar gut modellierbar, welche Voraussetzungen jedoch für einen erfolgreichen Einsatz eines Agenten in der Praxis vorliegen müssen, ist nicht wissenschaftlich untersucht bzw. explizit dokumentiert. Dass dieses Wissen implizit bei zumindest erfahrenen Akteuren des Innovationssystems vorliegt, ist allerdings zu erwarten.

Ziel der empirischen Netzwerkanalyse innerhalb des Projekts PATE ist somit die Abbildung der Beziehungen zwischen den Akteuren aus Wirtschaft (Unternehmen), Wissenschaft (Forschungseinrichtungen) und intermediären Institutionen (z.B. Transfereinrichtungen). Dadurch können zentrale, beziehungsstarke und -schwache als auch isolierte Netzwerkteilnehmer identifiziert werden. Diese Identifizierung kann für die Förderung einer zielgerichteten Kommunikation genutzt und Instrumente hierfür entwickelt werden.

2.5.4 Effiziente Kommunikation für effizienten Technologietransfer

„Kommunikationsprobleme zwischen Wissenschaft, Politik und industrieller Praxis können [...] jede Innovation zum Scheitern bringen“ (Ganguli 2009: 2).

Wie bei allen sozialen Interaktionen in Gruppen oder gruppenähnlichen Gebilden spielt auch in Transfernetzwerken die gemeinsame Kommunikationsbasis und Kultur eine wesentliche Rolle für das Gelingen der Interaktionen: In vielen Publikationen wird darauf hingewiesen, dass es in Wissenschaft und Wirtschaft unterschiedliche **Kommunikationskulturen** bzw. Sprachen gibt. Kommunikationsprobleme können daneben auch aus den unterschiedlichen Sicht- und Denkweisen, Sachzwängen, Zielen und Aufgaben der Teilsysteme (Generierung von neuen Erkenntnissen vs. Gewinnmaximierung) entstehen (vgl. Becker, Horváth 2003: 49-51, Wiebels 2009: 25, Ganguli 2009: 2-4, Rimkus 2008: 6, Laube 2009, Schmidt

et al. 2008, Siegel et al. 2003, Czarnitzki et al. 2009). Wie diese Kulturen bzw. Sprachen genau aussehen, bleibt jedoch zumeist unklar.

Die Tabelle in Anhang C3 gibt einen Überblick über verschiedene Studien und deren Ergebnisse zu Zielen, Motiven und Kulturen von Wissenschaft und Wirtschaft. Eine Studie sei beispielhaft herausgegriffen (Niehardt et.al. 2005): In einer Umfrage der IHK Berlin zum Technologie- und Wissenstransfer bei produktionsnahen Dienstleistern und Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes wurde 2004 (n = 100, Rücklaufquote: 10%) festgestellt, dass zwar ein Drittel der Unternehmen mit externen Partnern in Forschung und Entwicklung kooperiert, die Kontakte jedoch kaum durch Transfereinrichtungen oder –agenten vermittelt wurden. Der Bedarf von Unternehmen an wissenschaftlichen Leistungen ist da (Kohlrausch 2008: 3). Anstöße für Innovationen kommen häufiger von Kunden als von Transfereinrichtungen oder Universitäten und Fachhochschulen (vgl. Kohlrausch 2008: 5, Hinweise auf empirische Befunde hierzu auch in Ganguli 2009: 3). Studenten spielen nach der Untersuchung eine „Schlüsselrolle im Wissens- und Technologietransfer“. Unternehmen sehen unterschiedliche Erkenntnisinteressen (Ziele) und Bürokratie in Forschungseinrichtungen als Gründe für den mangelhaften Transfer (vgl. Kohlrausch 2008: 9).

Unternehmen sehen in Verständigungsproblemen keinen Grund für Ineffizienz beim Transfer, vielmehr finde die Kommunikation gar nicht erst statt: „Wie schon an anderer Stelle angesprochen, wird das größte Problem in der fehlenden Kommunikation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gesehen“ (Kohlrausch 2008: 10). 70% der Unternehmen meinen, dass Transparenz im Leistungsangebot der Forschungseinrichtungen fehle. Als Verbesserungsvorschläge werden in der Studie von Niehardt et.al. (2005) folgende Punkte genannt:

- Forschungskapazitäten müssen für die Unternehmen noch besser zugänglich gemacht werden, Beseitigung von Kommunikationsdefiziten.
- Forschungseinrichtungen sollten ihr Kooperationsangebot transparenter gestalten.
- Bürokratie abbauen.
- Forschungseinrichtungen sollten stärker auf Unternehmen zugehen (Wunsch von 90% der Unternehmen, vgl. Kohlrausch 2008).

Wie aus der Überblickstabelle in Anhang C3 ersichtlich ist, werden auch in den anderen Studien oft **Kommunikations- oder Verständnisprobleme** thematisiert, die dann mit Verfahren wie der Schaffung von Vertrauen durch persönliche, langjährige Kontakte zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen gelöst werden sollen.

Auch **Transferstellen** spielen trotz ihrer oft berichteten Erfolglosigkeit eine Rolle (vgl. Van Geenhuizen et al. 2009: 20, Kohlrausch 2008: 4). An deren Mitarbeiter werden jedoch hohe Anforderungen gestellt: Sie sollen nicht nur fachlich kompetent und sprachlich wie rechtlich versiert sein, sondern darüber hinaus auch auf Erfahrungen in der Wissenschaft und Wirtschaft zurückgreifen können (vgl. Laube 2009: 160-162, Cellini & Lambertini 2008). Dadurch soll gewährleistet sein, dass sie mit den unterschiedlichen Kulturen und Arbeitsweisen klar kommen. Damit gewinnt der Wissenstransfer „über Köpfe“ Bedeutung. Ein gutes Beispiel hierfür sind Absolventen, die direkt nach dem Studium den Berufseinstieg schaffen und damit nahtlos an ihre universitäre Ausbildung anknüpfen können. Der Kontakt zur alten Universität bleibt meistens bestehen, Kooperationen sind somit leicht möglich.

Wesentlich häufiger als die spezifische Kommunikationskultur werden **Ziele und Interessen** der Unternehmen und Forschungseinrichtungen thematisiert und auch explizit empirisch erhoben. Dabei stellt sich heraus, dass Wissenschaftler u.a. ein großes Interesse an der möglichst schnellen Publikation der Forschungsergebnisse (Reputation in der scientific community), zusätzlichen Mitteln für ihre Institute (Drittmittel) und der möglichst umfangreichen Erforschung des entsprechenden Bereichs haben. Dagegen sind die Ziele der Unternehmer u.a. der Wissensvorsprung vor den Konkurrenten (Alleinstellungsmerkmal), die effektive und effiziente Entwicklung marktfähiger Produkte und eine möglichst kurze Produktentwicklungszeit (vgl. Becker, Horváth 2003: 97). Aus diesen Ziel- und Interessenskonflikten können sich nun Kooperationsprobleme ergeben, für die institutionelle oder organisatorische Lösungen vorgeschlagen werden (z.B. verbindliche Zielvereinbarungen, Einführung eines Controllings, Abbau von Misstrauen durch personelle Verflechtung).

In der vorliegenden Untersuchung ist von besonderer Relevanz, ob sich die Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft eher durch ihre Ziele und Arbeitsstrukturen unterscheiden. Wenn diese Differenzen existieren, müssen sie erst einmal verständlich und nachvollziehbar kommuniziert werden, um Reibungspunkte wegen divergierender Zielvorstellungen in einer Kooperation zu vermeiden. Deshalb sind sie ein relevanter Faktor in der

Gestaltung des Wissens- und Technologietransfers. In den empirischen Erhebungen zum Transfernetzwerk wird damit auch zu untersuchen sein, wie sich die Kommunikationspartner wahrnehmen und mit unterschiedlichen Zielen, Interessen und Arbeitsstrukturen umgehen. Dies ist insbesondere relevant, da es sich bei dem untersuchten Forschungsbereich um Grundlagenforschung handelt und somit die konkrete Umsetzung der Forschungsergebnisse, wenn überhaupt direkt ersichtlich, weiteren Forschungsbedarf benötigt und somit schnelle Investitionsrückflüsse nicht zu erwarten sind.

2.6 Zwischenfazit

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen, dass es zwar eine Vielzahl an möglichen Kanälen für einen erfolgreichen Transfer von Erkenntnissen aus der Forschung in die Wirtschaft gibt, dieser aber einer Vielzahl von Einflussfaktoren unterliegt, die die Intensität und Wirkung des Transfers beeinflussen. Erfolgreiche Innovation entsteht durch die neue Kombination von Wissen verschiedener Art und aus unterschiedlichen Quellen. Kommunikation und Austausch zwischen den involvierten Akteuren einer Innovation wird zu zentralen Erfolgsfaktoren. Akteure müssen hierzu Schnittstellenwissen besitzen, um das für ihren Interaktionspartner relevante Wissen zu übermitteln bzw. dieses neue Wissen intern zu verwerten. Dazu ist neben dem Wissen über den anderen Akteur auch die Motivation notwendig, dieses extern generierte Wissen aktiv in das eigene Wissen (individuell oder auf eine Organisation bezogen) aufzunehmen.

Um den Austausch von Erkenntnissen zwischen dem Wissenschaftssystem und der Wirtschaft in Form von Technologien und Forschungsergebnissen zu koordinieren und zu motivieren, existiert eine Vielzahl an Transfermechanismen⁶. Diese bilden in ihrer Gesamtheit das Transfersystem in Form eines Netzwerks der Akteure und der sie verbindenden Strukturen. Am Ausgangspunkt steht dabei die klassische Publikation durch einen Wissenschaftler in Fachpublikationen und auf Tagungen. Die öffentliche Darstellung der Erkenntnisse bedeutet jedoch noch nicht, dass diese von anderen Akteuren, speziell im Interesse des Technologietransfers und der wirtschaftlichen Verwertung, auch aufgenommen und verwertet oder zumindest weiterverwendet wird. Denn um die Ergebnisse der Grundlagenforschung in den Material- und Werkstoffwissenschaften annehmen zu

⁶ Die DFG setzt verschiedene Förderinstrumente zur Unterstützung des Erkenntnistransfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft ein. Eine kurze Übersicht findet sich in Anhang A.

können, bedarf es eines speziellen Fachwissens. Um das Potential der Ergebnisse für einzelne Unternehmen zu erkennen, bedarf es zusätzlich eines spezifischen Produkt- und Marktwissens (vgl. Aschhoff & Sofka 2008). Zusätzlich zu diesem Wissen müssen in einem Unternehmen auch die Ressourcen vorhanden sein, dieses Wissen anzuwenden. Aus diesem Grunde stehen zwischen Wissensanbieter und Wissensnachfrager in der Theorie oft Intermediäre, die den Wissenstransfer erleichtern sollen und „*weak ties*“ zwischen den Akteuren schaffen.

3 Transferaktivitäten in der Werkstoffforschung

In diesem Kapitel werden die empirischen Untersuchungen zu den bisher im Rahmen von DFG-geförderten Projekten von den beteiligten Wissenschaftlern ergriffenen Maßnahmen vorgestellt, die auf Technologietransfer gerichtet sind oder diesen zumindest begünstigen. Diese Untersuchungen sollen u.a. folgende Fragen beantworten helfen: Welche (Bündel von) Maßnahmen bieten sich Forschern unter welchen Bedingungen, damit sie ihre Ergebnisse schnell und erfolgreich in die Praxis überführen können? Was kann die DFG bezüglich der Ausrichtung ihrer Förderstrategie tun, um Technologietransfer zu unterstützen (Wie ist zu vermeiden, dass knappe Ressourcen für wenig aussichtsreiche Transfer-Bemühungen aufgewendet werden? Wie lässt sich das Timing von Transferbemühungen Erfolg versprechend gestalten?

In Unterkapitel 3.1 stehen quantitative Betrachtungen im Vordergrund, die sich auf Daten aus Interviews mit Wissenschaftlern zu 18 verschiedenen DFG-Projekten in der Material- und Werkstoffforschung stützen. An die Beschreibung des Untersuchungsdesigns und der Methodik der Datenerhebung schließt sich die Abgrenzung des empirischen Feldes an. Es wird genau dargelegt, welche Projekte nach welchen Kriterien für die Untersuchung ausgewählt wurden. Zudem werden noch Überlegungen zu einer geeigneten Operationalisierung vorgestellt, welche in die Entwicklung einer Kennzahl für die Transferaktivität münden. Anschließend werden die Ergebnisse der Untersuchung vorgestellt (Unterkapitel 3.1.4) und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Praxis des Technologietransfers interpretiert (Unterkapitel 3.1.5).

In Unterkapitel 3.2 werden in Form von Fallstudien drei Projekte näher betrachtet, die aus dem Untersuchungsfeld in Kapitel 3.1 aufgrund ihrer den Technologietransfer betreffenden Eigenschaften herausragen. Diese Best-Practice-Beispiele werden zunächst kurz vorgestellt. Dabei wird sowohl auf die wesentlichen Forschungsfragen und -ergebnisse als auch auf organisatorische Aspekte, wie z.B. leitende und beratende Gremien eingegangen. Es folgt eine detaillierte Beschreibung der auf den Transfer der Forschungsergebnisse gerichteten Aktivitäten. Eine Synthese mit den Ergebnissen der quantitativen Untersuchung und eine Diskussion der Implikationen für die Praxis des Technologietransfers schließen dieses Kapitel ab.

3.1 Transferaktivitäten in werkstoffwissenschaftlichen DFG-Vorhaben: Die Sicht der Wissenschaft (Technologiegeber)

Dieser Abschnitt dokumentiert anhand ausgewählter DFG-Förderaktivitäten im Bereich Material- und Werkstoffwissenschaften, wie Technologietransfer bisher vonstatten geht. Die Vorgehensweise zur Datenerhebung und insbesondere die Auswahl der Untersuchungsobjekte, also der zu untersuchenden DFG-Förderaktivitäten sowie der betrachteten Teilprojekte, leitet sich aus dem Ziel des PATE-Projekts ab, DFG-Forschungsprojekte im Untersuchungsfeld näher zu betrachten, „die Erfolg versprechende Ansätze für weitergehende applikationsorientierte Entwicklungen bieten“. Anhand der ermittelten DFG-Fördermaßnahmen war zu untersuchen, welche Mittel und Methoden für den Transfer von Technologien bereits genutzt werden (Bestandsaufnahme). Für die untersuchten Transfermechanismen kam es dabei nicht darauf an, ob die Wissenschaftler mit ihrem Handeln primär auf Transferzwecke hinarbeiteten oder sogar ihre Transferbemühungen bereits in einem formalen Prozess systematisiert hatten. Jedes Handeln, welches zum Transfer von Technologien führt, sollte in der Erhebung erfasst werden – auch wenn der wesentliche Handlungszweck ein anderer war und das Transferergebnis eher ein „Nebenprodukt“.

3.1.1 Untersuchungsdesign und Methodik der Datenerhebung

Auf der Grundlage der in Kapitel 2.2 diskutierten Modellierung des Transferprozesses mit den Rollen des Technologiegebers, des Technologienehmers und des Transferobjekts sowie der vorgestellten Überlegungen zur Operationalisierung sollen einige weitere Begriffe eingeführt werden. Es muss bei der Evaluierung von Transferbemühungen der Forscher berücksichtigt werden, dass es sich bei DFG-Forschung zunächst um einen rein explorativen Ansatz handelt. Ob aus dieser explorativen Forschung Ansätze für einen Technologietransfer in die Industrie entstehen werden und ob zum gegebenen Zeitpunkt ein Transfer bereits sinnvoll oder gar möglich ist. Ist er das nicht, dann ist auch in geringen oder ausbleibenden Transferbemühungen kein Defizit zu sehen, das zu beheben wäre. Diese Berücksichtigung ist insbesondere für die Belange der im Zentrum der DFG-Förderaktivitäten stehenden Grundlagenforschung wichtig, deren gesellschaftlicher Nutzen im Erkenntnisgewinn gesehen wird.

Für diese Berücksichtigung ist es zum einen wichtig festzustellen, welche Ergebnisse in einem Projekt erzielt wurden und ob sie jeweils für eine industrielle Verwertung geeignet sind. Die in einem Projekt generierten

Technologien, die sich zur Verwertung eignen, seien zusammenfassend als das **Transferpotenzial** dieses Projekts bezeichnet.

Das Transferpotenzial zu erheben und zu operationalisieren stellt eine Schwierigkeit dar. Im Rahmen dieser Untersuchung erfolgte die Ermittlung des Transferpotentials auf der Basis einer Einschätzung durch die befragten Projektverantwortlichen. Da die Beurteilung der Verwertbarkeit eine Abschätzung aller möglichen Anwendungsszenarien voraussetzt, über die bei einzelnen Personen immer nur unvollständiges Wissen vorliegen kann, ist eine solche Einschätzung nicht objektiv und kaum valide. Eine Alternative wäre eine Expertenbefragung, einer Gruppe von geeigneten Personen, der die Forschungsergebnisse aller untersuchten Projekte vorgelegt werden. Die Experten müssten dafür hoch qualifiziert sein, da sie einerseits die Forschungsergebnisse verstehen und einordnen können, andererseits aber auch die Relevanz für möglichen Anwendungsgebiete (Produkte, Produktionsprozesse, Märkte etc.) sehr genau kennen müssten. Eine solche Befragung wurde in der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt.

Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt auf der Bestimmung der **Transferaktivität**. Als Transferaktivität ist dabei jedes Handeln zu verstehen, das zur Übertragung von Technologie vom Technologiegeber zum Technologienehmer beiträgt. Die Transferaktivität setzt also am Übertragungsprozess an und sagt nichts darüber aus, ob die Transferbemühungen Erfolg hatten, d.h. ob das gesamte Transferpotenzial auch ausgeschöpft wurde. Um das zu beurteilen müsste geprüft werden, ob die in einem Projekt entwickelten und zur Verwertung geeigneten Technologien nach dem Transfer auch tatsächlich bei den Technologienehmern vorliegen. Ansetzen müsste eine Untersuchung des Transfererfolgs letztlich bei allen potenziellen Technologienehmern, welche die Technologie einer Verwertung zuzuführen wüssten. Gerade in Technologiebereichen mit diversen Applikationen lassen sich nicht alle potenziellen Technologienehmer ermitteln. Auch die Prüfung, ob eine Technologie bei einem Industrieunternehmen vorliegt, ist oft nicht praktikabel. Ein Grund hierfür sind die vielfältigen möglichen Ausprägungen einer grundlegenden Technologie in ihrer Anwendung, die oft nur implizit bei den beteiligten Mitarbeitern bekannt sind.

Eine andere Möglichkeit wäre, den **Verwertungserfolg** als Indikator für Transfererfolg heranzuziehen. Dieser ließe sich wahrscheinlich besser operationalisieren, z.B. über die Produkte, für die eine Technologie verwendet wurde und die mit diesen Produkten erzielten Umsätze. Dabei

stellt sich aber ein kaum überwindbares zeitbezogenes Problem. Bis eine aus einem werkstoffwissenschaftlichen DFG-geförderten Forschungsprojekt stammende Technologie in Produktinnovationen Verwendung findet, vergehen (laut Auskunft der befragten Technologiegeber und -nehmer) in den meisten Fällen mehr als fünf, manchmal auch mehr als zehn Jahre.

Aufgrund dieses „Time Lags“ ist es nicht möglich, für ein Forschungsprojekt die Transferaktivität und den Transfer- bzw. Verwertungserfolg gleichzeitig zu erheben: Ist das Projekt gerade abgeschlossen, steht der Verwertungserfolg noch nicht fest; führt man eine Untersuchung mehrere Jahre nach Projektabschluss durch, kann über den Verwertungserfolg zwar eine Aussage getroffen werden, aktivitätsbezogene Daten werden sich aber kaum noch erheben lassen. Daher ist es im PATE-Projekt nicht möglich, für die zu untersuchenden Forschungsprojekte sowohl aktivitätsbezogene als auch erfolgsbezogene Daten zu erheben und empirische Verbindungen zwischen Transferaktivitäten und Verwertungserfolgen herzustellen. Eine Untersuchung mit einem solchen Anspruch müsste zu zwei verschiedenen Zeitpunkten, die mehrere Jahre auseinander liegen, Daten erheben. Zukünftig werden solche Betrachtungen im Bereich der anwendungsorientierten Projektförderung dadurch ermöglicht, dass innerhalb der mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung geförderten Projekte ein Verwertungsplan erstellt werden muss, mit dem Ziel der Nutzung der erzielten Ergebnisse innerhalb von zwei Jahren nach Ende der Projektlaufzeit (NKBF 98).

Es wurden daher für die Forschungsprojekte aktivitätsbezogene Daten bei den Technologiegebern erhoben. Auf eine Erfolgsauswertung musste aus den oben genannten Gründen verzichtet werden. Allerdings wurde durch Best Practice-Fälle eine exemplarische Auswertung zum Transfer- und Anwendungserfolg vorgenommen, wo dies bereits möglich war.

Als Erhebungsinstrument bot sich eine **persönliche Befragung** an. Aus kosten- und zeitökonomischen Gründen wurde diese telefonisch durchgeführt. Eine mögliche Alternative wäre das Versenden eines Fragebogens gewesen. Da jedoch die Menge der für die Untersuchung in Frage kommenden Forschungsprojekte nicht so groß war, dass auf eine hohe Rücklaufquote hätte verzichtet werden können, erschien die telefonische Befragung sicherer, da durch ein persönliches – wenn auch fernmündliches Gespräch – ein verbindlicher Erstkontakt hergestellt werden kann. Zudem muss der Interview-Partner zu keinem Zeitpunkt selbst initiativ werden. Der wichtigste Vorteil der mündlichen Befragung ist die Möglichkeit, ein halbstrukturiertes Interview zu führen. Durch einen Interview-Leitfaden

sind dabei bestimmte grundlegende Fragen vorgegeben, die allen Interview-Partnern gestellt werden. Detaillierte Zwischenfragen können in Abhängigkeit von den Antworten individuell formuliert werden. Diese Möglichkeit ist vor allem dann von hohem Wert, wenn es sich bei der Untersuchung – wie in diesem Fall – um eine explorative Untersuchung handelt und kein hinreichend etabliertes Messkonzept von Konstrukten und ihren Indikatoren zur Verfügung stehen. Die Gespräche wurden nicht als Tonaufzeichnung und auch nicht als Wortprotokoll dokumentiert. Der Interviewer machte sich Gesprächsnotizen, die kurz nach dem Gespräch nachbearbeitet und für eine sinngemäße Rekonstruktion des Gespräches verwendet wurden.

Um die Hemmschwelle zur Teilnahme an der Befragung bei den Ansprechpartnern möglichst niedrig zu halten, wurde auf eine detaillierte Unterweisung in den Zweck und den Forschungsansatz des PATE-Projekts verzichtet. Nach erfolgtem telefonischem Erstkontakt wurden allen Ansprechpartnern der Interview-Leitfaden sowie eine gut halbseitige Zusammenfassung der Zielsetzung des PATE-Projekts auf elektronischem Wege zur Vorbereitung zugesandt. Der Interview-Leitfaden findet sich im Anhang E.

Die Ausgestaltung der Fragen orientiert sich dabei an den in Kapitel 2.2 dargelegten **Transfermechanismen**. Die Fragen lassen sich in die vier bereits erwähnten Kategorien „Forschungskooperation mit Industriepartnern“, „Patentierung und Lizenzierung“, „Transfer über Publikationen“ und „Transfer über Köpfe“ einordnen. Zusätzlich zu den Transfermechanismen wurden in den Interview-Leitfaden einige Fragen (Fragen Nr. 1, 2) zur Einschätzung des Transferpotenzials aufgenommen. Obwohl der **Transfererfolg** gegen Ende der Projektlaufzeit im Allgemeinen noch nicht eingeschätzt werden kann, wurde dennoch nach bereits erfolgten Anwendungen gefragt (Nr. 3), wobei es hier u. a. darum ging festzustellen, ob der DFG-Forscher selbstständig Anwendungsvisionen erkennen kann.

Unter die „Forschungskooperation mit Industriepartnern“ fallen dabei alle Tätigkeiten im Rahmen einer vertraglich vereinbarten Zusammenarbeit zwischen der Universität bzw. dem Forschungsinstitut und mindestens einem privatwirtschaftlichen Unternehmen, also z.B. der Austausch von Arbeitsergebnissen, von materiellen Erzeugnissen (Vorleistungen in Form von Bauteilen, Materialproben etc.), informelle Kontakte zwischen den Partnern, die gemeinsame Bearbeitung eines Aufgabenpakets an einer Anlage (z. B. an Messinstrumenten) usw. (Fragen Nr. 4-6).

Alle Fragen zur Anzahl und zum Schutzzumfang von Patenten, zu ihrer Anmeldung, Erteilung und Lizenzierung werden in der zweiten Kategorie zusammengefasst (Fragen Nr. 7, 8). Der Transfer über Publikationen schließt nicht nur Veröffentlichungen in Textform ein (also z. B. Aufsätze in Fachzeitschriften und Industriezeitschriften), sondern auch Vorträge auf Konferenzen und Messen (Fragen Nr. 9, 10). Zum Transfer über Köpfe zählt jede Übertragung von personengebundenem technologischen Wissen, die durch den Wechsel des Wissensträgers von der betreffenden Forschungseinrichtung in ein Industrieunternehmen geschieht. Dabei kann es sich auch um ein neu gegründetes Unternehmen handeln, weshalb die Unternehmensgründung von projektbeteiligten Wissenschaftlern zu diesem Punkt hinzugezählt wird (Fragen Nr. 11, 12).

Obwohl das Thema der Anschlussprojekte nicht zu den Kanälen des Technologietransfers aus Forschungsprojekten in die Industrie gehört, wurde auch eine Frage über geplante oder in Vorbereitung befindliche anschließende Forschungsprojekte in den Leitfaden aufgenommen (Frage Nr. 13). Sofern das Anschlussprojekt keinen Anwendungsbezug aufweist, kann dies darauf hindeuten, dass sich das betreffende Thema noch in einem sehr grundlagenorientierten Stadium befindet und das Transferpotenzial noch gering ist. Dies könnte die Selbsteinschätzung der Wissenschaftler über das Transferpotenzial ihrer Ergebnisse ergänzen. Weist hingegen das geplante Anschlussprojekt einen Anwendungsbezug auf, ist dies als Schritt in Richtung einer Forschungskooperation zu sehen, sofern Industriepartner für das Projekt akquiriert werden. In dem Fall wäre ein solches Anschlussprojekt der Kategorie „Forschungskooperationen“ zuzurechnen.

Bei den in der Befragung berücksichtigten Projekten handelt es sich also aus den in Kapitel 3.1.1 beschriebenen Gründen nicht um laufende Projekte des SPP HAUT, sondern um solche aus werkstoffrelevanten Förderbereichen die bereits abgeschlossen sind bzw. seit längerer Zeit laufen.

3.1.2 Abgrenzung des empirischen Untersuchungsfelds

Um die Menge der DFG-Förderprojekte, zu denen sich noch geeignete Ansprechpartner für eine Befragung finden lassen, möglichst groß zu halten, wurde das Kriterium der Abgeschlossenheit abgeschwächt. Zugelassen wurden auch Förderprojekte, die bereits sehr fortgeschritten, aber noch nicht abgeschlossen waren. Als Richtlinie wurde hier angelegt, dass ein Projekt zu Beginn des Jahres 2008 mindestens zu drei Vierteln (Projektlaufzeit) abgeschlossen sein musste. Zugleich durfte das Projekt noch

nicht seit mehr als zwei Jahren abgeschlossen sein. Diese Einschränkung war notwendig, um nicht zu viel Aufwand auf wenig aussichtsreiche Versuche zu verwenden, geeignete Ansprechpartner zu ermitteln und zu kontaktieren. Dies ist der hohen Personalfuktuation beim wissenschaftlichen Personal an Universitäten und Forschungsinstituten geschuldet. Zwar gibt es im Falle der Universitäten in der Person des Lehrstuhlinhabers und im Falle der Forschungsinstitute in der Person des Institutsleiters oder des Abteilungsleiters meist noch Personen, die auch an länger zurückliegenden Projekten beteiligt waren. Jedoch sind diese als Ansprechpartner am schwersten erreichbar und aufgrund ihres Termindrucks am schwierigsten für eine Befragung zu gewinnen – auch wenn dies in einigen Fällen dennoch gelang. Zudem ist davon auszugehen, dass mit zunehmendem zeitlichem Abstand zum Projekt auch die Datenqualität geringer wird.

Die Auswahl der zu untersuchenden Forschungsprojekte erfolgte in zwei Schritten. In einem ersten Schritt wurde ermittelt, welche DFG-Förderprogramme für die Untersuchung in Frage kamen. Neben der beschriebenen zeitlichen Abgrenzung spielte die fachliche Zuordnung die wesentliche Rolle. Hierzu wurde auf verschiedene (beim Projektträger Jülich vorhandenen) vorstrukturierte Datensammlungen über öffentlich geförderte Projekte zurückgegriffen, wie beispielsweise das Rahmenprogramm WING des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, welches anwendungsorientierte Themen der Werkstofftechnik in Form von Verbundvorhaben zwischen Wissenschaft und Wirtschaft aufgreift (siehe Anhang B). In enger Absprache mit der DFG wurde der Fokus auf Programme des Fachgebietes 43 „Werkstoffwissenschaften“ im Wissenschaftsbereich 4 „Ingenieurwissenschaften“ gelegt. Die Kriterien waren im Einzelnen:

- Koordiniertes Programm (hauptsächlich Sonderforschungsbereiche inkl. Transferprojekte, Schwerpunktprogramme, Forschergruppen, Graduiertenkollegs)
- Einordnung in das Fachgebiet 43 Werkstoffwissenschaften
- Projektabschluss vor nicht mehr als zwei Jahren
- Projektfortschritt mindestens 75% (bezogen auf die Laufzeit)

Die Eingrenzung auf koordinierte Programme und die Ausklammerung anderer Förderinstrumente, im Wesentlichen der Einzelförderung, soll ein Mindestmaß an Vergleichbarkeit zwischen den Untersuchungsobjekten

sicherstellen. Zum einen haben koordinierte Programme immer einen strukturellen Rahmen (etwa bestimmte Gremien, Stellen, eine Infrastruktur für die öffentliche Kommunikation). Dies erleichtert die Erhebung von grundlegenden Projektinformationen, etwa zur Prüfung der obigen Kriterien und ermöglicht durch ein vorgegebenes „Strukturraster“, Variationen in den Untersuchungsergebnissen auf Unterschiede in der Ausprägung der Strukturmerkmale zurückzuführen. Die Strukturmerkmale können somit als unabhängige Variable in der Untersuchung dienen. Zugleich bieten sie Ansatzpunkte für Vorschläge zur Optimierung der Förderinstrumente. Die Einzelförderung ist aufgrund geringerer struktureller Vorgaben und damit höherer Individualität methodisch schwieriger zugänglich. Zudem spielen nicht beobachtbare, aber für den Technologietransfer wichtige Variablen, etwa personenbezogene Merkmale wie Kommunikationsverhalten, eine zu große Rolle. In großen Projekten, an denen viele Mitarbeiter beteiligt sind, spielen solche Einflüsse aus statistischen Gründen (Gesetz der großen Zahl) eine geringere, eher beherrschbare Rolle.

Obwohl ausschließlich koordinierte Programme als Untersuchungsobjekte zugelassen wurden, kann die Erhebung selbst nicht auf Programmebene ansetzen, d.h. es reicht für die Zwecke der Untersuchung nicht, nur die Zentralinstanzen des Programms wie den Koordinator zu befragen. Einzelheiten, etwa über die operative Zusammenarbeit mit Industriepartnern und die Personalfluktuations in den Projekten, sind bei Programmen mit zum Teil mehr als 20 Teilprojekten bei den Zentralinstanzen nicht verfügbar. Demnach müssen die Projektverantwortlichen der Teilprojekte angesprochen werden.

Für jedes nach den obigen Kriterien identifizierte DFG-Förderprogramm musste in einem zweiten Schritt entschieden werden, welche Teilprojekte jeweils zu untersuchen waren. Hier wurde als einziges Kriterium das Vorliegen eines Entwicklungsziels herangezogen, also solche Projekte, bei denen die berechnete Annahme bestand, dass ein Transferpotential vorhanden ist. Das heißt, es sollte beispielsweise ein neuartiges Bauteil, ein neuer Werkstoff oder ein neues Verfahren – z.B. ein Produktionsverfahren – in dem Projekt entwickelt werden. Ausschlaggebend für die Prüfung dieses Kriteriums war nicht die materielle Realisierung als Demonstrator oder Prototyp. Für die Erfüllung des Kriteriums reichte es aus, dass die notwendigen Spezifikationen gefunden wurden. Zur Prüfung dieses Kriteriums wurde hauptsächlich die Selbstdarstellung der Projekte herangezogen. Die Begründung für dieses Kriterium ist darin zu sehen, dass nur nach einer erfolgten Entwicklung ein Technologietransfer in die industrielle Anwendung stattfinden kann. Wird ausschließlich ein Erkenntnisziel ver-

folgt, also z.B. ein spezielles Phänomen studiert oder materialspezifische Daten gesammelt, ist dieser Wissenszuwachs nicht direkt in Anwendungen umsetzbar. Entsprechend wurden Projekte, die ausschließlich der explorativen Forschung zuzuordnen sind ausgeschlossen.

Das **empirische Feld** setzte sich nach der Auswahl auf Basis der dargelegten Kriterien aus den in folgender Tabelle dargestellten Projekten zusammen. Aus organisatorischen Gründen konnte eine Erhebung nicht für alle der aufgeführten Teilprojekte innerhalb der Projektlaufzeit durchgeführt werden. Auf eine Datenerhebung für die Projekte B3 und B11 des SFB 459 sowie die Teilprojekte B1 und C2 des SFB 499 musste verzichtet werden.

Programm	Projekt	Titel
SFB 561	B.2.1	Entwicklung von offenporigen Schäumen aus Nickelbasislegierungen und intermetallischen Phasen (Metallische Schäume)
	D.2.2	Entwicklung geometrisch bestimmter Hohlstrukturen für eine aktive Kühlung in Dampf- und Gasturbinen (Hohlstrukturen)
SPP 1157	(02)	Elektrokeramische mikroelektromechanische Schaltelemente (MEMS) für die Hochfrequenztechnik
	(03)	Aktive und passive Bauelementen auf Basis strukturierter elektrooptischer Schichtkeramiken Teilprojekt II: Monolithische Integration photonischer Bauelemente auf Basis der Flüssiphasenepitaxie
SFB 459	B3	Polymere in der Formgedächtnistechnik
	B9	Anwendungen dünner NiTi-Schichten
	B11	Entwicklung einer kieferchirurgischen Säge und eines NiTi-Verbindungsstents für Dysgnathie- bzw. Rekonstruktionsoperationen
	C4	Spanende Bearbeitung von Formgedächtnislegierungen
SFB 483	B1	Keramische Werkstoffe für den Einsatz in hochbelasteten Gleitsystemen
	B2	Modifizierte Al ₂ O ₃ -Frikionswerkstoffe mit gezieltem Randschichtdesign
	B3	Mikrostrukturierung keramischer und metallischer Funktionsflächen
	B4	Verhalten von Frikionswerkstoffen unter thermisch-mechanischer Beanspruchung
SFB 499	B1	Formmassenentwicklung für das 1K- und 2K-Micro-Pulverspritzgießen

Programm	Projekt	Titel
	B5	Optimierte Formeinsätze
	C1	Mikropulverspritzgießen, MicroPIM, Micro Powder Injection Molding
	C2	Mikroguss, Feinguss von Mikroteilen
SPP 1168	4	Entwicklung von neuen Magnesiumsekundärlegierungen mit Optimierung der Korrosionsbeständigkeit
	14	Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von modernen Plasma- und Ionentechnologien zur Entwicklung von korrosionsbeständigeren Mg-Legierungen und Mg-Schichtsystemen
GK 814	3	Direktverfahren zur Herstellung von thermoplastischen Polymer-Nanocomposites und deren Charakterisierung
TFB 63	1	Berechnung der Heißduktilität unterschiedlicher Stahlsorten direkt nach der Erstarrung
	5	Makroskopisch gekoppeltes thermodynamisch-kinetisches Mikro-seigerungsmodell für hochlegiertes Gusseisen
SFB 289	T2	Druckgießen hochfester Steckschlüssel und Handwerkzeuge aus Stahl im teilflüssigen Zustand

Abbildung 6: Empirisches Feld im Modul A des PATE-Projekts

3.1.3 Entwicklung einer Kennzahl für die Transferaktivität

Für die Auswertung wurden zur Erhöhung der Vergleichbarkeit die Antworten auf die in den Telefoninterviews gestellten Fragen anhand eines eigens hierfür entwickelten Punkteschemas zu einem Aktivitätswert aggregiert. Natürlich kann dies nur auf Basis der grundlegenden Fragen des Leitfadens passieren, die allen Interviewpartnern gestellt wurden (also des strukturierten Teils der semi-strukturierten Interviews). Es sei hier bereits darauf hingewiesen, **dass ein solches Bepunktungsschema keine Wertung im Sinne von „eine hohe Punktzahl ist gut“ oder „eine niedrige Punktzahl ist nicht gut“ impliziert.** Ein hoher Aktivitätswert deutet stattdessen auf eine ausgeprägte Transferaktivität hin. Damit ist noch keine Aussage darüber gemacht, welches Maß an Transferaktivität angemessen wäre und welche Wirkung damit erreicht wurde. Letzteres hängt auch wesentlich vom Transferpotenzial ab. Die Zuteilung der Punkte nach Antworten erfolgte nach folgender Vorschrift für die vier Klassen von Transfermechanismen. Die maximale Transferaktivität wird bei einer Punktzahl von 23 erreicht, wobei in den verschiedenen Kategorien von Transfermechanismen nicht überall gleich viele Punkte erzielt werden können. Dies ist be-

wusst so gewählt, auch im Hinblick auf spätere Vergleiche zwischen den Transfermechanismen. Die Punktzahlen sollen das Ausmaß von transferbezogenen Aktivitäten wiedergeben, welches letztlich durch Aufwendungen, insbesondere von Arbeitszeit gegeben ist. Das Maximum möglicher Aufwendungen muss aber nicht für alle Transfermechanismen gleich groß sein.

(1) Forschungsk Kooperationen

(1.1) Frage nach Industriepartnern

Antwort	Punkte
Keine	0
Ein Partner	1
Zwei oder Mehr Partner	2
Projektunabhängige Kooperationen im Themenbereich	+ 0,5
Kontakt zum Industriebegleitkreis	+ 0,5

Von den ersten drei Antwortmöglichkeiten trifft in jedem Fall genau eine zu. Die vierte und fünfte Antwortmöglichkeit können zusätzlich zutreffen. Mit dieser Frage können zwischen Null Punkten (nur die erste Antwort trifft zu) und drei Punkten (Antworten zwei, drei, vier und fünf treffen zu) erreicht werden.

(1.2) Frage nach der Ebene der Zusammenarbeit

Antwort	Punkte
Leitungsebene	+ 1
Arbeitsebene	+ 2

Hier können beide Antworten zutreffen. Kontakte auf der Arbeitsebene werden höher bepunktet, da hier von einer höheren Kontakthäufigkeit und einer intensiveren Kommunikation auch über die technologischen Details der Forschungsarbeit auszugehen ist.

(1.3) Frage nach der Anbahnung der Zusammenarbeit

Antwort	Punkte
vom Industriepartner	0
vom Institut	1
aus langjährigem Kontakt, von beiden Seiten	0,5

Es trifft genau eine der Antwortmöglichkeiten zu. Auch wenn es für den Transfererfolg wahrscheinlich keinen Unterschied macht, von wem die Anbahnung der Forschungsk Kooperation ausging, deutet eine Anbahnung von Seiten der Wissenschaftler auf eine größere Initiative und somit Transferaktivität bei den Wissenschaftlern (Technologiegebern) hin, um deren Bestimmung es in diesem Teil der Untersuchung geht.

(2) Patente und Lizenzierungen

(2.1) Frage nach der Patentierungsabsicht

Antwort	Punkte
Ja	1
Nein	0

(2.2) Frage nach der Anzahl der Patentanmeldungen

Antwort	Punkte
Keine	0
Eine	1
Zwei oder mehr	2

(2.3) Frage nach der Anzahl der Lizenzierungen

Antwort	Punkte
Keine	0
Eine	1
Zwei oder mehr	2

Für jede dieser Fragen ist jeweils nur eine Antwort zulässig. Es wird davon ausgegangen, dass die Transferaktivität mit der Anzahl der angemeldeten Patente und der erfolgten Lizenzierungen steigt. Es werden aber maximal jeweils zwei Punkte vergeben, um diesen Transfermechanismus im Vergleich zu den anderen Transfermechanismen bei der Ermittlung des Aktivitätswerts nicht übermäßig zu gewichten.

Man kann argumentieren, dass der eigentliche Transfer von Technologien (in Form von Verfügungsrechten) erst durch die Lizenzierung erfolgt, die zugleich einen bereits erfolgten Transfer von technologischem Wissen indiziert (ohne dass der Technologienehmer gar keine Absicht zur Lizenznahme entwickelt haben könnte), wohingegen die Patentanmeldung keinen Transfer von Technologien in die Industrie impliziert und durch die Zuweisung eines exklusiven Nutzungsrechts – im Gegensatz zum Zweck des Technologietransfers – viele Akteure von den Verwertungsmöglichkeiten ausgeschlossen werden. Andererseits aber werden erteilte Patente veröffentlicht, und das Recht zur exklusiven Nutzung ist zeitlich beschränkt, sodass die Nutzung der patentierten Technologie schließlich allen Wirtschaftssubjekten zur Verfügung steht. Dies lässt auch eine Berücksichtigung von Patentanmeldungen bei der Berechnung der Transferaktivität gerechtfertigt erscheinen.

(3) Transfer über Publikationen

Frage zur Ausrichtung der Publikationen

Antwort	Punkte
Anwendungsnahe Zeitschriften	+ 1
Tagungen mit Industriebeteiligung	+ 1

Die traditionelle Publikationstätigkeit in rein wissenschaftlichen Fachzeitschriften und auf wissenschaftlichen Konferenzen wird nicht als Bestandteil der Transferaktivität berücksichtigt. Zwar steht der Zugang zu Fachzeitschriften prinzipiell auch Industrieunternehmen offen. Diese nutzen aber eher anwendungsnahe Zeitschriften oder Patentdatenbanken, um sich über den Stand der Technik auf dem Laufenden zu halten (sofern es überhaupt eine systematische Überwachung von Publikationen gibt).

(4) Transfer über Köpfe

(4.1) Frage nach Unternehmensgründungen

Antwort	Punkte
Unternehmensgründung (zur Vermarktung von aus dem Projekt entstandenen Innovationen)	3
Unternehmensgründung (Projekt-ergebnisse haben untergeordnete Bedeutung)	1
Keine	0

(4.2) Frage nach Abwerbungen von Personal

Antwort	Punkte
Keine	0
Ja, aber ohne Projektbezug	1
Ja, mit Projektbezug	2

Es trifft genau eine der Antwortmöglichkeiten zu. Durch die hier getroffene Unterscheidung zwischen Unternehmensgründungen bzw. Abwerbungen mit untergeordnetem und solchen mit hohem Projektbezug wird ein generelles Zuordnungsproblem adressiert, das sich im Prinzip auch bei den anderen Fragen stellt. Auch bei den Publikationen oder bei den Patenten kann der Projektbezug in Frage gestellt werden, da Publikationen und Patente immer auch auf Forschungsarbeiten basieren können, die zumindest zum Teil nicht im Rahmen des betrachteten Projekts erfolgten. Bei allen

Fragen werden immer nur die Sachverhalte bepunktet, die einen deutlichen (wenn auch nicht unbedingt einen exklusiven) Projektbezug aufweisen.

(5) Anschlussprojekte

Antwort	Punkte
Keine	0
Ja, rein erkenntnisorientiert	1
Ja, transferorientiert	2

Schließlich werden auch die Anschlussprojekte bepunktet, vor allem wenn sie transferorientiert sind. Da aber auch erkenntnisorientierte Projekte Möglichkeiten zumindest zur Diffusion von technologischem Wissen bieten (durch künftige Personalmobilität der auf dem Projekt arbeitenden Wissenschaftler oder die mit dem Projekt verbundene künftige Publikations-tätigkeit) wird auch für diese Projekte ein Punkt vergeben.

3.1.4 Ergebnisse der Wissenschaftler-Befragung

Für die zuvor beschriebene Stichprobe aus Forschungsprojekten im Untersuchungsfeld wurden die Punkteskalen der einzelnen Transferaktivitäten aggregiert und eine Gesamtpunktzahl gebildet. Bei der Betrachtung der Aktivitätswerte zeigte sich, dass bei allen Interviewpartnern noch viel Raum für eine Ausweitung der Transferaktivität besteht. Die folgende Abbildung 7 zeigt eine Häufigkeitsverteilung der ermittelten Aktivitätswerte in Form eines Histogramms.

Keines der untersuchten Projekte wies einen **Aktivitätswert** von mehr als 10,5 Punkten auf. Die Hälfte des Stichprobenumfangs überschreitet nicht einen Aktivitätswert von vier Punkten (Median der Aktivitätswerte). In der Hälfte der untersuchten Teilprojekte sind die meisten Instrumente des Technologietransfers demnach noch nicht angewendet worden. Selbst bei den beiden Projekten mit dem höchsten gemessenen Aktivitätswert besteht noch ein großer Spielraum zur Ausweitung der Transferaktivität. Es fällt auf, dass die Verteilung der Aktivitätswerte keine Häufung um den Mittelwert aufweist und zu den Rändern (also den höchsten und niedrigsten gemessenen Werten) nicht abnimmt. Sie hat Ähnlichkeit mit einer Gleichverteilung oder – will man den niedrigeren Wert bei der Punktezahl

sechs als Delle interpretieren – zerfällt in zwei Häufungen, eine bei niedrigen und eine bei hohen Aktivitätswerten.

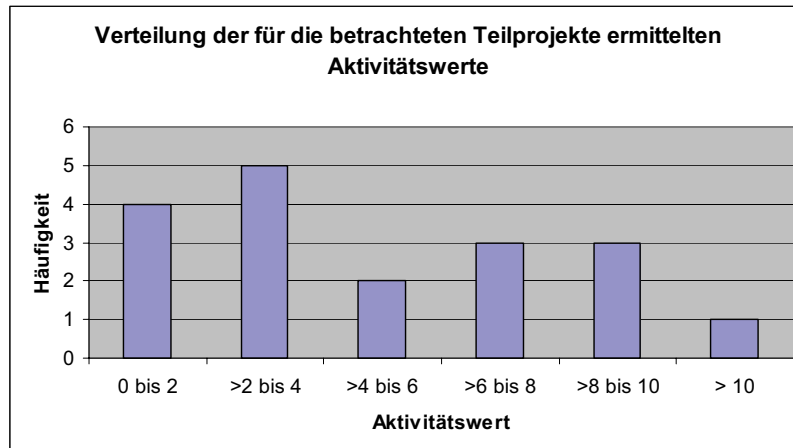


Abbildung 7: Verteilung der für die betrachteten Teilprojekte ermittelten Aktivitätswerte (nicht normiert)

Bei einer Betrachtung der Beiträge der verschiedenen **Transfermechanismen zu den Aktivitätswerten** (Abbildung 8) fällt auf, dass (in absoluten Zahlen) Forschungskooperation mit einem Mittelwert von 1,7 Punkten pro Projekt den größten Beitrag liefert. Die vier übrigen Transfermechanismen folgen mit einem Beitrag von jeweils ca. einem Punkt in deutlichem Abstand, unterscheiden sich untereinander aber kaum. Hier ist jedoch Vorsicht bei der Interpretation geboten, da ein rechnerisches Normierungsproblem besteht. Schließlich ist das Punkteschema schon so angelegt, dass etwa die Anschlussprojekte gar nicht mehr als zwei Punkte beitragen können, beim Transfer über Köpfe und bei den Industriekooperationen jedoch bis zu fünf Punkte erzielt werden können. Setzt man die Absolutwerte in Relation zum maximal möglichen Beitrag eines Transfermechanismus, ändert sich das Bild.

Die **Forschungsk Kooperationen** ragt bei einer relativen Betrachtung nicht mehr heraus. In beiden Fällen stellt aber der **Transfer über Köpfe** einen überraschend geringen Beitrag zur Transferaktivität, obwohl er nach überwiegender Lehrmeinung im Allgemeinen eine große Rolle für den Technologietransfer spielt. Dieser Unterschied mag zum einen darauf zurückzuführen sein, dass hier Transferaktivität gemessen wurde und nicht eine (wie auch immer zu definierende) „Menge“ an Technologie, die über die verschiedenen Mechanismen transferiert wird. Zur Ausweitung der Ak-

tivität etwa über die Personalmobilität bestehen aber kaum Möglichkeiten, da jeder Mitarbeiter höchstens ein Mal von einer Universität oder einem Forschungsinstitut in die Industrie wechselt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist in diesem Zusammenhang, dass die Daten projektbezogen erhoben wurden. Vor Abschluss eines Projekts ist die Personalmobilität der Wissenschaftler aus der Sicht der Projektverantwortlichen aber gerade nicht erwünscht – ein Punkt, auf den in den Interviews mehrmals hingewiesen wurde.

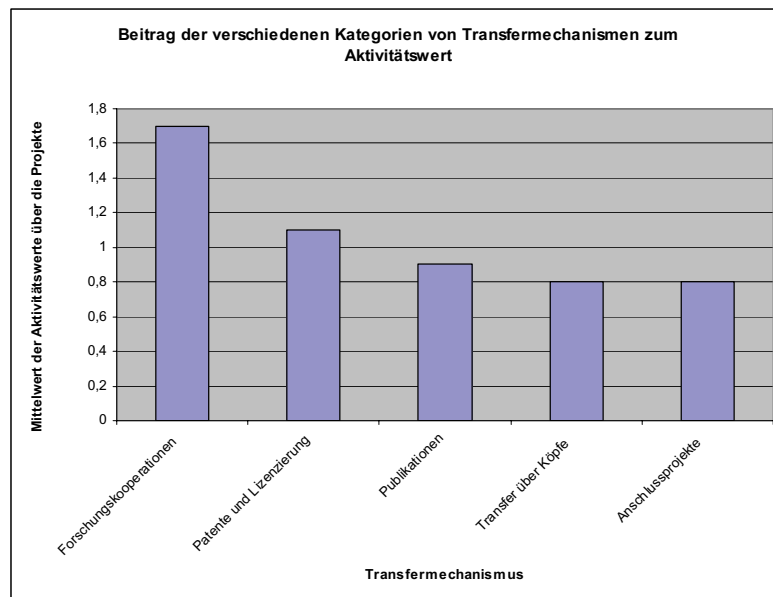


Abbildung 8: Beitrag der verschiedenen Transfermechanismen zum Aktivitätswert

Da das Maß der Transferaktivität und das Punkteschema neu entwickelt wurden, gibt es keine Vergleichswerte aus anderen Studien, auf die an dieser Stelle Bezug genommen werden könnte. Für die Beurteilung, wo es Ansatzpunkte zur Beeinflussung der Transferaktivität gibt, kann aber eine Betrachtung der Streuung der Aktivitätswerte der betrachteten Projekte hilfreich sein. Die Abbildung 9 enthält einen **Boxplot der Aktivitätswerte** für jede Kategorie von Transfermechanismen. Die darin enthaltenen statistischen Werte sind jeweils das Minimum (unteres Ende der senkrechten Linie), das untere Quartil (25%-Quantil, unteres Ende der Box), der Median (waagerechter Strich in der Box), das obere Quartil (75%-Quantil, oberes Ende der Box) sowie das Maximum der Verteilung (oberes Ende der senkrechten Linie).

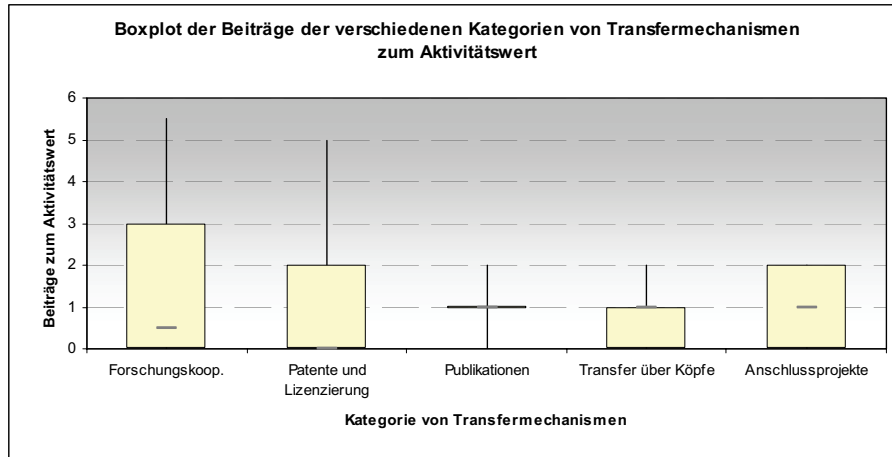


Abbildung 9: Boxplot der Beiträge der verschiedenen Transfermechanismen zum Aktivitätswert

Es fällt zunächst auf, dass bei den **Forschungsk Kooperationen** der Median nahe am unteren Ende der Verteilung liegt. Die Hälfte der betrachteten Projekte erreicht daraus einen Beitrag von nicht mehr als 0,5 Punkten zu ihrem Aktivitätswert. Es liegt also eine Häufung am unteren Ende der Verteilung vor. Die Tatsache, dass ein deutlich höherer Mittelwert erzielt wird, ist darauf zurückzuführen, dass die obere Hälfte dieser sehr asymmetrischen Verteilung über einen weiten Bereich gestreut ist und wenige, aber deutliche Ausreißer nach oben aufzeigen, welche Möglichkeiten für eine Ausweitung der Transferaktivität in diesem Bereich bestehen. Die Konzentration der Werte am unteren Ende der Verteilung könnte damit zu erklären sein, dass Projekte aufgrund ihrer grundlagenorientierten Ausrichtung noch zu unattraktiv für potenzielle Industriepartner sind und Möglichkeiten zur Ausweitung der Aktivität aus diesem Grund hier kaum bestehen oder auch innovationsökonomisch noch nicht sinnvoll sind.

Ganz ähnlich sieht die Verteilung der Werte bei **Patenten und Lizenzierung** aus, bei der der Median ganz am unteren Ende der Verteilung liegt. In der Hälfte der betrachteten Projekte gibt es in diesem Bereich überhaupt keine Transferaktivität. Wie bei den Forschungsk Kooperationen kann auch hier ein Grund dafür in der Grundlagenorientierung des Projekts liegen oder auch darin, dass sich die gewonnenen Erkenntnisse grundsätzlich nicht patentieren lassen, da sie die patentrechtlichen Anforderungen nicht erfüllen (wenn es sich z.B. um Entdeckungen statt um Erfindungen handelt).

Beim **Transfer über Köpfe** konzentrieren sich die unteren 75% der gemessenen Werte auf ein Intervall zwischen null und einem Punkt. Sofern überhaupt eine Aktivität festzustellen ist, handelt es sich hier um projektunabhängige Personalmobilität. Möglichkeiten, die Transferaktivität in diesem Bereich zu erhöhen, besteht hauptsächlich in der Ausweitung der projektbezogenen Personalmobilität, etwa im Rahmen von Forschungsoperationen sowie in der Ausweitung von – in dieser Messung gar nicht vorkommenden – Unternehmensgründungen von Forscherseite.

Auch bei den **Anschlussprojekten** ist eine hohe Streuung der Verteilung festzustellen. Sowohl Maximum und oberes Quartil als auch Minimum und unteres Quartil fallen zusammen. Es gibt also Häufungen an den Rändern der Verteilung. „Ganz oder gar nicht“ könnte demnach eine zusammenfassende Feststellung zur Aktivität über diesen Transfermechanismus lauten. Dies könnte am unteren Ende der Verteilung damit zu erklären sein, dass einerseits bei einem – im Sinne eines Technologietransfers – erfolgreichen Abschluss eines Forschungsthemas keine weiteren Projekte mehr nötig sind, um die Technologie zur Anwendungsreife zu bringen. Alle weiteren Schritte zu einer Produktinnovation könnten dann in den Entwicklungsabteilungen der Industrie geschehen. Andererseits könnten weitere Projekte (in Hinblick auf den Technologietransfer) als zu wenig erfolgversprechend bewertet worden sein bzw. ein technologischer Ansatz sich als Sackgasse erwiesen haben.

Grundlegend anders sieht es bei den anwendungsnahen **Publikationen** aus, deren Verteilung symmetrischer und deutlich weniger gestreut ist. Unteres und oberes Quartil (und somit auch der Median) fallen zusammen. Hier scheint sich also ein halbwegs einheitliches Maß an Publikationstätigkeit im anwendungsnahen Bereich etabliert zu haben. Dies könnte damit zu tun haben, dass ziemlich unabhängig von der Anwendungsnähe eines Projekts in anwendungsnahen Medien publiziert werden kann, und sei es nur als Skizze eines möglichen künftigen Entwicklungspfades zur industriellen Umsetzung im Falle noch recht anwendungsferner Projekte.

Wie bereits in der Beschreibung der Untersuchungsdesigns (Kapitel 3.1.1) erwähnt wurde, enthielt die Befragung auch eine Selbsteinschätzung zum Transferpotenzial der Forschungsergebnisse. Hierzu wurde gefragt, welche Anwendungsmöglichkeiten die Befragten für ihre Forschungsergebnisse sehen. Je mehr Anwendungsszenarien sie nannten und je konkreter diese beschrieben werden konnten, desto höher ist das Transferpotenzial. Es sei hier auf die **Limitationen einer solchen Selbsteinschätzung** hingewiesen. Die Ergebnisse können durch „Schutzbehauptungen“ verzerrt

sein, und zwar in beide Richtungen. Einerseits könnte das Transferpotenzial übertrieben werden, wenn der Befragte annimmt, dass eine praxisnahe Orientierung der eigenen Forschung in einer Evaluierung für die DFG „positiv“ bewertet wird. Andererseits kann das Transferpotenzial untertrieben werden, um geringe Transferaktivitäten gerechtfertigt erscheinen zu lassen.

3.1.5 Strategien zwischen Transferaktivität und Transferpotential

Zur verdichteten strategischen Diskussion der Ergebnisse wurden die untersuchten Teilprojekte in einem zweidimensionalen Plot mit dem Transferpotenzial auf einer Achse und der Transferaktivität auf der anderen Achse dargestellt. Abbildung 10 zeigt die Ergebnisse.

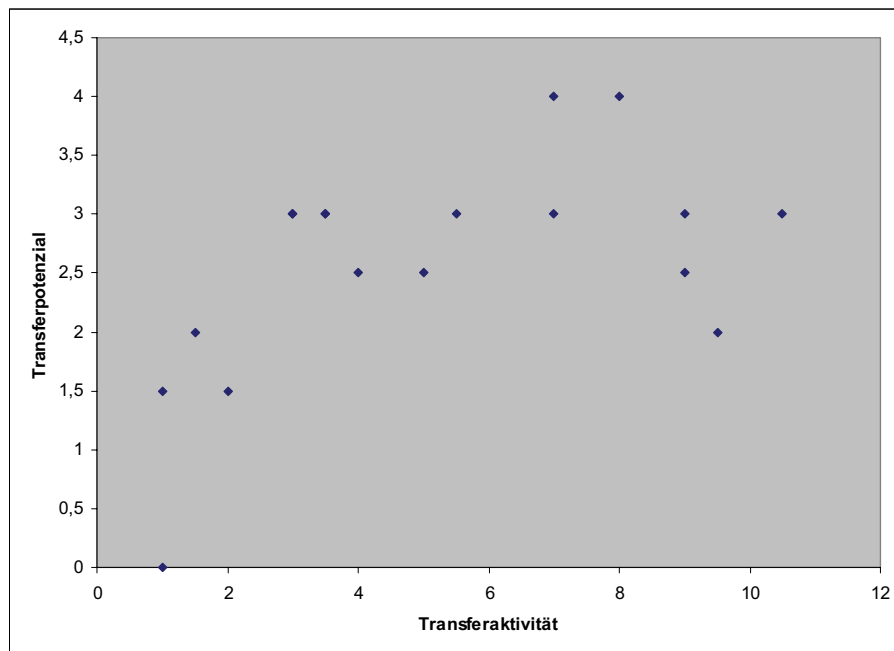


Abbildung 10: Einordnung der Teilprojekte nach Transferpotenzial und -aktivität

Zu erwarten wäre eine positive Korrelation – je mehr Transferpotenzial die Forschungsergebnisse haben, desto ertragreicher sind auch Transferaktivitäten. In der Grafik ist ein positiver Zusammenhang erkennbar, wenn auch – anders als zu erwarten wäre – kein linearer.

Die Verteilung beschreibt eher einen Bogen, der von Projekten mit sowohl eher niedrigem Transferpotenzial als auch niedriger Transferaktivität über solche mit hohem Potenzial und niedriger Aktivität zu solchen mit hohem Potenzial und hoher Aktivität führt. Es scheint daher Gruppen von zueinander homogenen und zu anderen Gruppen heterogenen Projekten zu geben. Dies spricht dafür, dass Cluster vorliegen, für die es eine treffende Abgrenzung zu finden gilt. Eine einfache Grenzziehung liegt darin, entlang beider Achsen in eher hohe und eher niedrige Werte zu teilen. Ein naheliegender Ansatz wäre es, die Grenze an jeweils der Hälfte des maximal erreichten Wertes zu setzen. Dies führt auf eine Vier-Felder-Matrix mit gleich großen Feldern (Abbildung 11).

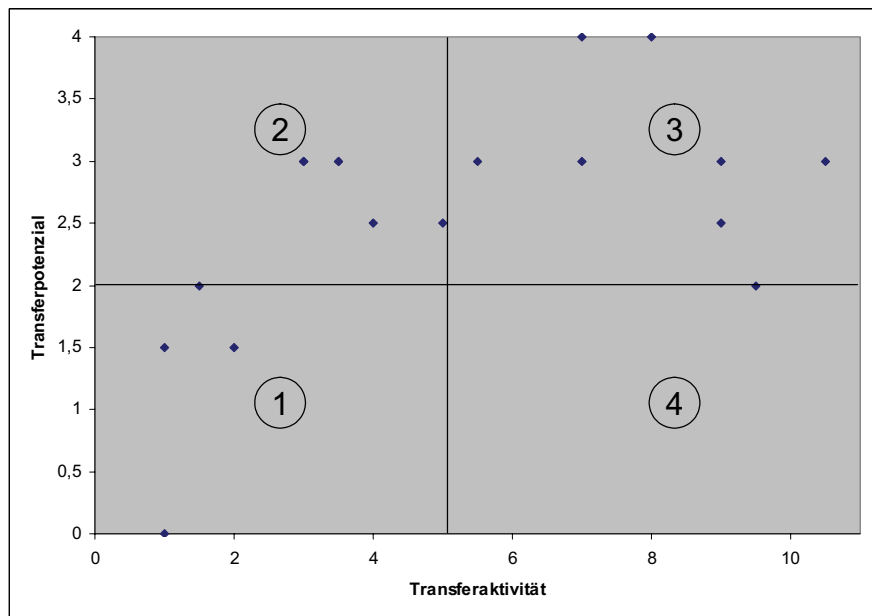


Abbildung 11: Vier-Felder-Matrix der untersuchten Teilprojekte

Nach der oben vorgeschlagenen Einteilung weisen die **Projekte im ersten Feld** (links unten) sowohl eine niedrige Transferaktivität als auch ein niedriges Transferpotenzial auf. Da aufgrund des niedrigen Potenzials jegliche Transferbemühungen (noch) nicht zu einem Transfer führen würden, kann man diese Projekte hinsichtlich ihrer Aktivität doch als effizient bezeichnen. Die **Projekte im linken oberen Feld** weisen ein hohes Potenzial, jedoch niedrige Aktivität auf. Hier ist noch kein Transfer erfolgt, obwohl dies wünschenswert wäre – unter Transferaspekten sind diese Projekte (noch) ineffektiv. Das **dritte Feld** (rechts oben) enthält Projekte, die so-

wohl ein hohes Transferpotenzial als auch eine hohe Transferaktivität aufweisen. Diese Kombination ist unter Verwertungsgesichtspunkten erstrebenswert, da verwertbare Ergebnisse erzielt wurden und diese auch einem Transfer und damit einer Verwertung zugeführt werden. Das **vierte Feld** enthält Projekte, die eine hohe Aktivität trotz niedrigen Potenzials aufweisen. Diese Kombination muss als ineffizient bezeichnet werden, da die Aktivität Aufwand verursacht, der aufgrund des geringen Transferpotenzials vergeblich ist.

Die Anzahl der Projekte in den Feldern variiert stark. Von Feld eins bis Feld drei wächst die Anzahl der Projekte (vier Projekte in Feld eins, sechs Projekte in Feld zwei und sieben Projekte in Feld drei), in Feld vier ist (an dessen Grenze zu Feld drei) nur ein Projekt vertreten, wobei die Zurechnung zu Feld drei oder vier willkürlich ist. Dieses Feld wird in der folgenden Diskussion nicht weiter betrachtet, da es zum einen als nicht erstrebenswert anzusehen ist, Projekte hier zu platzieren und in unserer empirischen Verteilung hier auch keine Projekte zu finden sind.⁷

Mit dieser Verteilung lässt sich eine **Verbindung zum Technologielebenszyklus** herstellen, wenn man voraussetzt, dass die Verteilung der Projekte auf die Felder eins bis drei Ausdruck einer zeitlichen Struktur ist, die ein Forschungsthema entlang der Felder durchläuft. Über eine Technologie könnte also zunächst sehr grundlagenorientiert geforscht werden, sie könnte mit einem oder mehreren Projekten in Feld eins vertreten sein und später mit Projekten in den Feldern zwei und drei. Die Felder würden in diesem Fall verschiedene Phasen der technologischen Entwicklung repräsentieren. Um diese Voraussetzung empirisch abzusichern, hätten die Forschungsthemen über viele Jahre beobachtet werden müssen. Obwohl hier nur eine Momentaufnahme vorliegt, die diese Absicherung nicht leisten kann, soll diese Annahme für die folgende Argumentation gelten. Demnach läge eine zeit-/reifeabhängige Verteilung der Forschungsprojekte mit folgender Form vor (Abbildung 12).

⁷ Dies spricht für die bisherigen förderpolitischen Entscheidungen der DFG, insbesondere die Auswahl von Förderprojekten und die Setzung von Anreizen für Transferaktivitäten.

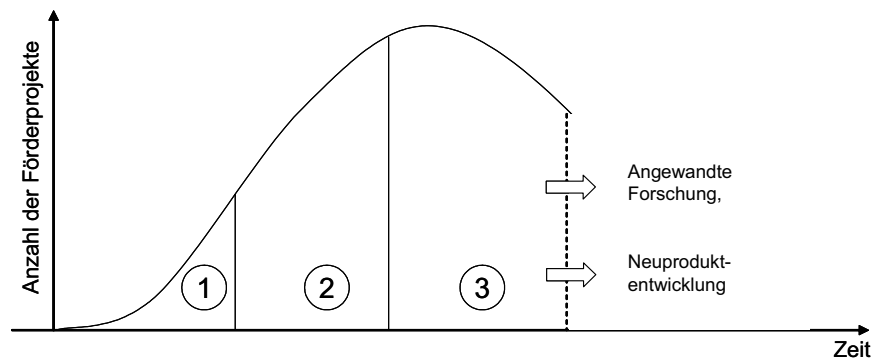


Abbildung 12: Verteilung von Förderprojekten auf verschiedene Phasen im Reifungsprozess von Technologien

Es stellt sich nun die Frage, welche **Schlussfolgerungen** in Bezug auf die verschiedenen Gruppen von Projekten zu ziehen sind (Abbildung 13):

- In Phase eins befinden sich Projekte, welche eine Technologie behandeln, die (noch) nicht reif genug für einen Transfer in die Industrie ist. Die in diesen Projekten behandelten Forschungen sollten in der Regel weiter verfolgt werden, schon weil in den meisten Fällen künftige Anwendungspotenziale in dieser frühen Phase noch nicht abschließend beurteilt werden können und in manchen Fällen vielleicht auch noch gar nicht erkennbar sind. Sind in dieser Phase bereits Anwendungspotenziale erkennbar, können anschließende Projekte darauf ausgelegt werden, die Technologie in die Richtung der anvisierten Anwendungen weiter zu entwickeln und das Transferpotenzial zu steigern (**Strategie A**).
- Bei Forschungsthemen, bei denen sich noch keine künftigen Anwendungen abzeichnen, muss ein anderer Weg gefunden werden. Ein Ansatz für die weitere Handhabung solcher Forschungsthemen könnte sein, weitere erkenntnisorientierte Projekte der Grundlagenforschung zu fördern, die sich den Fragen widmen, die in den früheren Projekten zum Thema entweder noch nicht beantwortet werden konnten oder durch diese erst aufgeworfen wurden. Dabei können neue Anwendungsideen entstehen, insbesondere wenn die in diesen Projekten erarbeiteten Ergebnisse so kommuniziert werden, dass sie auch von den Akteuren in den folgenden Stufen der Verwertungs- bzw. Transferkette wahrgenommen werden, also z.B. in der anwendungsorientierten Forschung. Werden auf diesem Weg neue Anwendungspotenziale entdeckt, können diese mit der beschriebenen Strategie A weiter bearbei-

tet werden. Dieser Prozess der weiteren erkenntnisorientierten Forschung und deren möglichst breiter Kommunikation zu den Akteuren der nachfolgenden Stufen des Transferprozesses kann als „**Seeding**“ bezeichnet werden. Er kann zyklisch durchlaufen werden, solange sich noch weitere interessante Forschungsfragen stellen.

- Auffällig ist, dass aus eher wenigen Projekten in Phase eins in diesem Modell viele Projekte in den späteren Phasen der technologischen Entwicklung entstehen. Ein Erklärungsansatz hierfür ist, dass aus grundlegenden Erkenntnissen viele Ideen dafür generiert werden können, in welche Richtung weitere Forschungen gehen sollten. Eine andere mögliche Erklärung liegt in der Auswahl der Untersuchungsobjekte, die das Vorliegen von Entwicklungszielen zum Kriterium hatte und somit Projekte mit höherem Transferpotenzial mit höherer Wahrscheinlichkeit in das Sample aufgenommen wurden.
- Wurde das Transferpotenzial erkannt bzw. die Technologie zu einem entsprechenden Reifegrad entwickelt, sollten umgehend Transferaktivitäten eingeleitet werden. Die Identifikation des Potentials kann etwa durch industrieseitiges Interesse an Forschungs Kooperationen und Anfragen von Seiten potenzieller Anwender erfolgen. Es gibt immer wieder Entdeckungen der explorativen Grundlagenforschung, die sofort ein enormes wirtschaftliches Potential offenbaren und deren Transfer in die Anwendung sich sofort abzeichnet (Beispiel Entdeckung des GMR-Effektes durch Grünberg und Transfer in den IT-Bereich (Leseköpfe) durch IBM). Es muss Teil einer Transferstrategie (**Strategie B**) sein, dass solche Hochpotentialentdeckungen erkannt und von der Industrie aufgegriffen werden (**Strategie C**). Eine weitere Möglichkeit den Transfer zu beschleunigen liegt in einer professionellen und sichtbaren Außendarstellung der Projekte, wodurch früher Kontakte zu Endanwendern entstehen können.
- Schließlich kann die Darstellung in Abbildung 12 auch (beachtet man die obigen Schlussfolgerungen) als Lifecycle einer Innovation interpretiert (siehe Abbildung 13). Es gehört zu einer guten Verwertungsstrategie, dass eine ausreichende Zahl von explorativen Seedprojekten existiert, aus denen sich interessante Ansätze für eine technologische Verwertung ergeben können – das Transferpotential also ansteigt. Bei einem Ansteigen des Transferpotenzials würde idealerweise umgehend die Transferaktivität entsprechend erhöht werden, so dass mit minimalen zeitlichen, finanziellen und personellen Ressourcen ein direkter Transfer in die Anwendung erfolgen kann (Strategie B). Der Weg

B wird allerdings bislang relativ selten besprochen, da gerade es in der Materialforschung gilt komplexe Eigenschaftsmatrizen für den erfolgreichen Transfer zu entwickeln. Insofern wird meist in anwendungsorientierten Projekten die Technologie zur Anwendungsreife weiterentwickelt (Feld 2, Abb. 12)

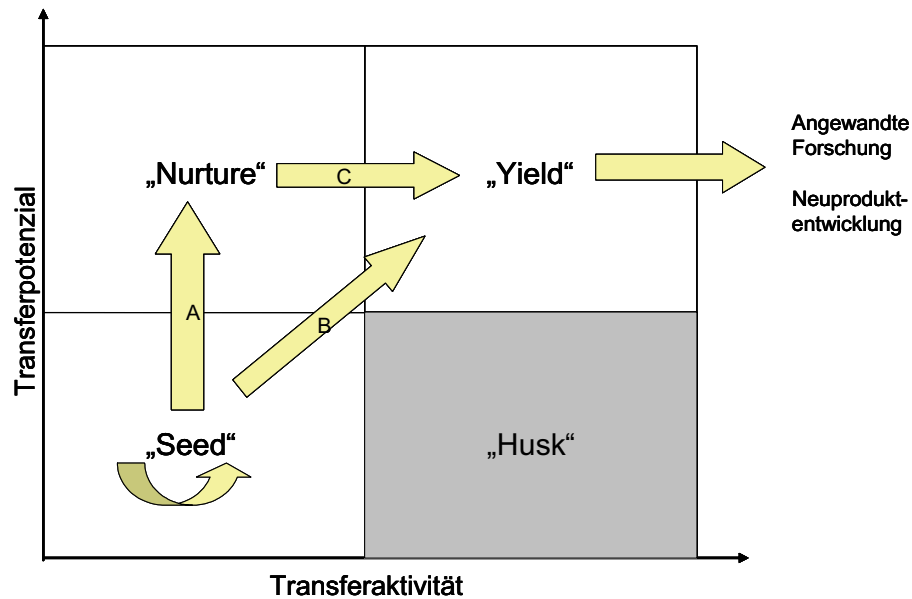


Abbildung 13: Strategien zum Ausgleich zwischen Transferpotential und -aktivität

In jedem Fall ist festzuhalten, dass Projekte in der ersten Phase zwar immer mit einem großen Forschungsrisiko, dafür aber auch mit großen Entwicklungsmöglichkeiten verbunden sind. Ohne diese Projekte käme eine Technologie nicht zur Umsetzung. Dieses Seeding ist unabdingbare Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung und (spätere) Verwertung neuer Technologien. Ein Verzicht auf Projekte im Feld 1 würde bedeuten, dass wenige Jahre später auch die „anwendungsnäheren“ Felder 2 und 3 immer dünner besetzt werden und somit das Innovationspotential insgesamt sinken würde.

In welchem Verhältnis ein Projektportfolio auf die verschiedenen Phasen aufgeteilt sein sollte, ist allein mit diesem Modell nicht zu beantworten. Eine weitere offene Frage, die hier nicht geklärt werden kann, ist die Frage, wo die Grundlagenforschung endet und die anwendungsorientierte Forschung beginnt. Interessanterweise gab es hierzu zwischen dem Materialforschungsreferat des BMBF und den Ingenieurwissenschaften Ge-

sprache. Im Ergebnis wurde mit Hilfe der BMBF Förderbekanntmachung „Werkstoffe von Morgen“ ein Instrument geschaffen, um die in der Fachwelt oft beklagte Lücke zwischen Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung durch Institutsvorhaben mit Firmenpaten zu schließen. Erste Vorhaben wurden in jüngster Zeit gestartet und betreffen die Gebiete Thermoelektrik, elektroaktive Polymere, Metallopolymere und Graphene.

3.2 Best-Practice-Beispiele

Im Folgenden werden zur näheren Illustration der Forschung **drei Teilprojekte** aus dem Untersuchungsfeld als **Best-Practice-Beispiele** vorgestellt. Zwei davon stammen aus dem **SFB 459** und eines aus dem **Schwerpunktprogramm 1168**. Das Teilprojekt aus dem SPP 1168 und das **Teilprojekt B9** des SFB 459 zeigten bei den ermittelten Transferaktivitäten die höchsten Werte. Das **Teilprojekt C4** des SFB 459 lag bei den Transferaktivitäten im oberen Drittel, es zeichnete sich aber dadurch besonders aus, dass Projektergebnisse bereits während der Laufzeit zur industriellen Anwendung gelangten.

3.2.1 SFB 459: Formgedächtnistechnik – Grundlagen, Konstruktion, Fertigung

Im Sonderforschungsbereich 459 „Formgedächtnistechnik“, der mit einer Laufzeit von 2000 bis 2011 geplant ist, arbeitet eine interdisziplinäre Gruppe aus Ingenieur- und Naturwissenschaftlern zusammen. Ziel ist es, das Gebiet Formgedächtnistechnik auch unter dem Gesichtspunkt der Produktinnovation und im Bereich anspruchsvoller Anwendungen in Wissenschaft und Technik voranzutreiben. Dazu müssen zunächst im Bereich der Grundlagen des Gebietes offene Fragen beantwortet werden; hier setzt die geplante Forschungsaktivität im ersten Förderabschnitt (2000-2003) an. Der Schwerpunkt der im SFB 459 geplanten Arbeiten liegt auf der Integration von Werkstoffherstellungs- und -fertigungstechniken in die funktionsbezogene konstruktive Gestaltung und auf der Symbiose unterschiedlicher Forschungsdisziplinen, wie sie für dieses Forschungsgebiet wichtig ist. Der SFB unterteilt sich thematisch in drei aufeinander aufbauende Teilbereiche, die von werkstoffwissenschaftlichen Grundlagenprojekten bis hin zu Untersuchungen zur Verarbeitbarkeit von Formgedächtnislegierungen reichen. Die 19 Teilvorhaben verteilen sich auf folgende Themenkomplexe:

- Metallkundliche, mechanische und physikalische Grundlagen (sechs Projekte),
- Anwendungen der Formgedächtnislegierung (FGL), die oft neue Konstruktionsprinzipien erfordern (sieben Projekte),
- Herstellung und Verarbeitung (sechs Projekte).

Zusätzlich zu den wissenschaftlichen Gremien und Mitgliedern des SFB wurde ein industrieller Arbeitskreis aus Vertretern mehrerer Unternehmen initiiert. Der industrielle Beraterkreis sollte den SFB beratend begleiten und die Verknüpfung von grundlagenorientierter Forschung mit anwendungsorientierten Ergebnissen sicherstellen. Dem Beraterkreis gehörten zu Beginn sieben, später zehn Personen an; vertretene Unternehmen sind u.a. EADS, die Siemens AG und (nicht von Beginn an) die BMW AG.

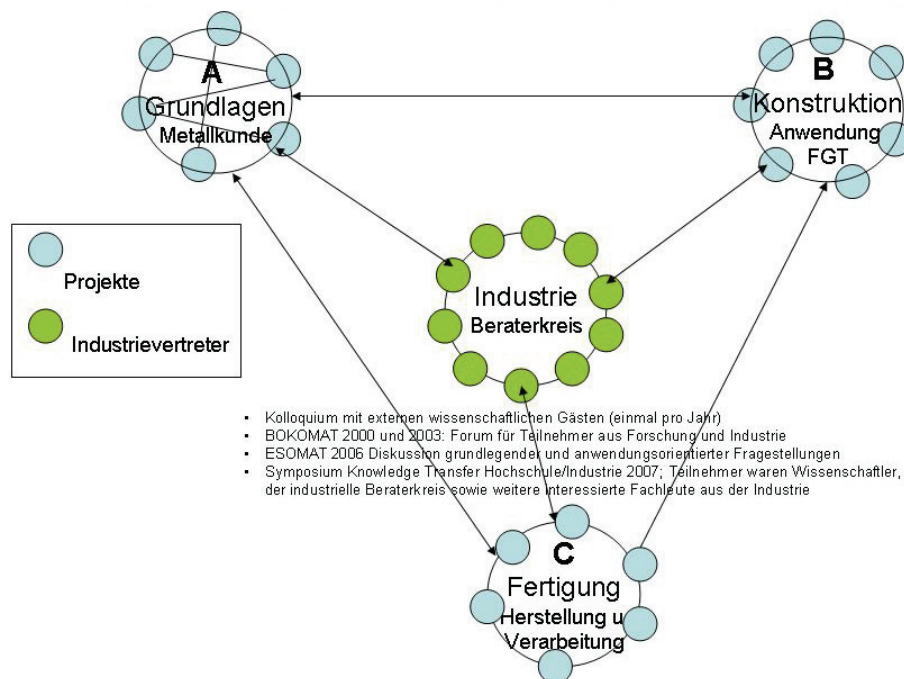


Abbildung 14: SFB 459: Formgedächtnistechnik – Grundlagen, Konstruktion, Fertigung

Neben den internen Treffen (Mitgliederversammlung, Internes Mitarbeiterseminar) sowie den Kontakten zum industriellen Arbeitskreis wurden vom SFB eine Reihe von Veranstaltungen ausgerichtet:

- Kolloquium mit externen wissenschaftlichen Gästen (einmal pro Jahr)
- BOKOMAT 2000 und 2003 (Bochumer Konferenz über Martensitische Transformation): Forum für Teilnehmer aus Forschung und Industrie
- ESOMAT 2006 (European Symposium on Martensitic Transformations): Diskussion grundlegender und anwendungsorientierter Fragestellungen
- Symposium Knowledge Transfer Hochschule/Industrie 2007; Teilnehmer waren Wissenschaftler, der industrielle Beraterkreis sowie weitere interessierte Fachleute aus der Industrie

Daneben beteiligten sich Mitarbeiter des SFB auch an externen Veranstaltungen wie der ESOMAT 2003 oder der SMST 2003 (Shape Memory and Superelastic Technologies), Schwerpunkt medizinische Anwendungen von Formgedächtnislegierungen.

Im Folgenden werden die beiden aus Sicht des Technologietransfers herausragenden Teilprojekte dieses SFB diskutiert.

**Teilprojekt C4 (SFB 459):
Spanende Bearbeitung von Formgedächtnislegierungen**

Das Projekt C4 „Spanende Bearbeitung von Formgedächtnislegierungen“ wird am Institut für Spanende Fertigung der Universität Dortmund durchgeführt, dessen Leiter Prof. Biermann in Nachfolge von Prof. Weinert ist. Vor Beginn des Sonderforschungsbereichs 459 war die spanende Bearbeitung von Formgedächtnislegierungen (FGL) noch weitgehend unerforscht. In den ersten beiden Förderphasen wurden grundlegende Erkenntnisse zum Drehen, Bohren, Schleifen, Tiefbohren, Fräsen, Mikrofräsen von Formgedächtnislegierungen und der Bauteilbearbeitung gewonnen. Die dritte Phase zielt zum einen auf die Ausweitung der Untersuchungen im Bereich „Mikrofräsen“. Zum anderen soll die Formgedächtnistechnik aufgrund der Dämpfungseigenschaften von NiTi-FGL in der Zerspanungstechnologie Anwendung finden.

Für die Herstellung komplexer Bauteile, wie sie beispielsweise in der Medizintechnik Anwendung finden, eignet sich insbesondere das Bearbeitungsverfahren Fräsen, da dies das Verfahren mit den meisten Freiheitsgraden ist. Bauteile aus NiTi weisen zudem meist kleine Abmessungen auf, weshalb die Fräsbearbeitung mit miniaturisierten Werkzeugen notwendig wird. Die Untersuchungen zum Mikrofräsen von NiTi-FGL haben bereits zu viel versprechenden Ergebnissen bezüglich Werkzeugstandzeiten und Bauteilqualität bei der Herstellung einfacher Strukturen geführt. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Entwicklung eines hybriden Fräs-werkzeugs, in dem eine pseudoelastische FG-Komponente für Dämpfung sorgen soll.

Best-Practice Sachverhalt: Erfolgreicher Transfer und erfolgreiche Anwendung

Bereits in der ersten Förderphase konnten Ergebnisse erzielt werden, die zu einer signifikanten Steigerung der Zerspanleistung bei gleichzeitig geringerem Werkzeugverbrauch führten. Die hier erarbeiteten Empfehlungen für Schnittdaten und Schneidstoffkonzepte für die Dreh- und Bohrbearbeitung werden heute für die Herstellung von Bauteilen und Proben aus Formgedächtnislegierungen angewendet.

In der zweiten Förderphase wurden das Tiefbohren, das Fräsen bzw. Mikrofräsen sowie die Gewindeherstellung bei Einsatz von NiTi untersucht. Die hier geleisteten Arbeiten ermöglichen eine prozesssichere und wirtschaftliche Bearbeitung und dienen Hochschul- wie Industriepartnern als Grundlage bei entsprechenden Zerspanungsoperationen. Bei vielen Anwendungen von NiTi-FGL hat sich in der dritten Förderphase der Bedarf nach kleinsten Bohrungen herausgestellt. Sowohl medizintechnische Applikationen (Stentherstellung) als auch Gebiete der Mikrosystemtechnik stellen hier mögliche Einsatzgebiete dar.

Die Resonanz aus Industrie und Forschung bezüglich der Ergebnisse zur spanenden Bearbeitung von NiTi-FGL ist in der dritten Förderungsphase weiter gestiegen. Ein Grund hierfür ist die immer größere Anwendungsvielfalt von NiTi-FGL in der Industrie. Dies äußert sich vor allem in der Nachfrage nach Exemplaren englischsprachiger Veröffentlichungen und in persönlichen Rückfragen in der Folge von Konferenzen. Die von Teilprojekt C4 gelieferten Ergebnisse sind deutlich detaillierter als bis dato veröffentlichte Arbeiten und erlauben sogar eine industrielle Umsetzung.

Das Herstellen von Rohrstücken aus Formgedächtnislegierungen zu industriellen Zwecken war bisher nur in den USA möglich. Durch produkti-

onstechnische Verbesserungen im Bereich der Tiefbohrtechnik, welche zu einer Erhöhung des maximalen Länge-Durchmesser-Verhältnisses um den Faktor 80 führten, können Formgedächtnislegierungen jetzt auch in Deutschland als Rohrmaterial verarbeitet werden.

Transferaktivitäten im Überblick

- **Kooperation mit Industriepartnern:** Es waren mehrere Kooperationspartner am Projekt beteiligt. Dabei handelte es sich um Werkzeughersteller und Beschichter sowie Hersteller von Formgedächtnislegierungen. Die Funktion der Partner bestand in der Herstellung von Werkzeugteilen und Arbeitsmaterial für das Projekt, später auch unter Verwendung der Projektergebnisse, wodurch die Kooperationspartner die ersten Anwender wurden. Bei der Anwendung der Projektergebnisse aus dem Bereich Tiefbohrtechnik von Formgedächtnislegierungen ging die Anbahnung vom Industriepartner aus, nachdem es im Industriebeirat des SFB zu ersten Kontakten gekommen war. Die Kooperation fand im Wesentlichen auf der Leitungsebene statt und zielte vor allem auf die Definition des Bedarfs von Seiten der Industrie.
- **Patente und Lizenzierungen:** Es wurde ein Patent angemeldet, das aber nicht erteilt wurde und somit auch nicht lizenziert werden konnte. Der Grund für die abschlägige Entscheidung lag aber nicht in der Technologie (etwa mangelnde Erfindungshöhe), sondern in einer zu früh erfolgten Veröffentlichung über die Erfindung.
- **Publikationen:** Veröffentlichungen gab es sowohl in rein wissenschaftlich ausgerichteten Fachzeitschriften als auch in Zeitschriften mit Anwendungsbezug. So wurde über die Herstellung von Rohrverbindungshülsen aus NiTiNb-FGL, für die das im Projekt optimierte Tiefbohrverfahren benötigt wird, in einem Heft des VDI (VDI-Z Integrierte Produktion Spezial Werkzeuge) publiziert. Die Veröffentlichung im Tagungsband zum Fachgespräch zwischen Industrie und Hochschule ist ein Indiz für die Ausrichtung der Forschung des Instituts für Spanende Fertigung der Universität Dortmund an industriellen Anforderungen. Es fällt auf, dass hauptsächlich in produktionswissenschaftlichen Zeitschriften Artikel veröffentlicht wurden. Dies ist sicher zum Einen auf die thematischen Ausrichtung des Projekts, die spanende Bearbeitung, zurückzuführen, drückt zum anderen aber auch den Anspruch aus, praxistaugliche und wirtschaftliche Verfahren und Werkzeuge zu finden.

- **Personalfluktuaton und Unternehmensgründungen:** Unternehmensgründungen von Wissenschaftlern, deren Geschäftsmodell auf Ergebnissen des Forschungsprojekts basiert, gab es nicht. Zwei Wissenschaftler sind nach Beendigung ihrer Promotion zu Industrie-Unternehmen gewechselt. Ein dritter Mitarbeiter steht kurz vor der Promotion und einem anschließenden Wechsel in die Industrie.

Teilprojekt B9 (SFB 459):

Anwendung dünner mikrostrukturierter NiTiX-Schichten

Das Teilprojekt B9 wird am Institut für Werkstoffe (IfW), Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft der Ruhr-Universität Bochum unter der Leitung von Prof. Ludwig durchgeführt. Hauptziel des beantragten Teilprojektes B9 ist die Entwicklung von Verfahren zur Mikrostrukturierung von superelastischen NiTi-Filmen und Röhrchen, die mittels der Magnetron-Sputter-Technik im Reinraum des Forschungszentrums caesar hergestellt werden. Diese sollen als Prototypen für neue Anwendungen vorwiegend im Bereich medizinischer Implantate beispielsweise als Stents für neurovaskuläre Anwendungen und als Emboliefilter weiterentwickelt werden. Konkretes Ziel ist die Entwicklung eines dreidimensionalen Beschichtungsverfahrens für die Herstellung von dünnwandigen Formgedächtnisröhrchen und die Entwicklung eines dreidimensionalen lithographischen Strukturierungsverfahrens. Darüber hinaus sollen ternäre „Mittel-“ und „Hochtemperatur“-Formgedächtnislegierungen auf Basis des Sputterverfahrens hergestellt und untersucht werden.

Die Reinraumtechnologie des Forschungszentrums caesar konnte genutzt werden, um spezielle Miniaturisierungspotentiale im Bereich der Aktorik im Rahmen von Kooperationsprojekten des SFB auszuschöpfen. Zu diesem Zweck stehen neben der Magnetronsputtertechnik auch photolithographische Methoden sowie Nass- und Trockenätztechnik bei caesar zur Verfügung. Das Projekt hat klare Forschungsziele (Eigenforschung) und spielt im SFB459 außerdem die Rolle eines Serviceprojektes, da die kostspielige Reinraumtechnologie anderen Projektpartnern zur Realisierung ihrer Miniaturisierungsprojekte zur Verfügung gestellt wird.

Best-Practice Sachverhalt: Erfolgter Transfer und erfolgreiche Patentlizenzierung

Die Forscher haben sich intensiv mit potenziellen Anwendungen für ihre Technologie auseinandergesetzt. Für das von ihnen entwickelte Beschichtungsverfahren zur Herstellung von Dünnschicht-Stents haben sie ein brei-

tes Spektrum von Anwendungen von medizinischen Implantaten, auch in der Neurologie, bis zur Anwendungen in Zahnspangen im Blick.

Obwohl es keine offiziellen Projektpartner aus der Industrie gibt, konnten über Kontakte im Industriebegleitkreis und zwei vom SFB unabhängige bilaterale Industriekooperationen bereits erhebliche Transfererfolge und in Ansätzen auch Verwertungserfolge erzielt werden.

Einen direkten Technologietransfer in die Industrie hat es zur Firma NDC (Nitinol Devices and Components, Fremont, Kalifornien) durch die Entwicklung eines Filters auf Basis der im SFB erzielten Ergebnisse gegeben. Dass in diesem Fall die Anbahnung der Zusammenarbeit vom Industriepartner ausging, belegt die gute Außenwahrnehmung des Instituts im Hinblick auf seine Kompetenzen im Bereich Formgedächtnislegierungen auch im außereuropäischen Ausland. Zu dieser Außenwahrnehmung beigetragen hat sicher auch die Präsentation der eigenen Arbeiten auf Fachkongressen. Dabei handelte es sich nicht nur um Materialforschungstagungen, sondern auch um medizintechnische Tagungen. Dies macht die Ausrichtung der Publikationstätigkeit auch auf potenzielle Anwender deutlich.

Im SFB-Projekt B9 wurden mehrere Patente entwickelt. Zwei Patente wurden von einem Industriepartner lizenziert. Dies ist einerseits ein starker Hinweis auf eine konkrete kommerzielle Verwertungsmöglichkeit der entwickelten Technologie, da die Kosten für den Lizenzerwerb durch die Aussicht auf Rückflüsse aus Produktverkäufen gerechtfertigt sein müssen. Zum anderen muss auch ein Transfer an technologischem Wissen stattgefunden haben, da sonst der Lizenznehmer den Wert der Patente nicht hätte einschätzen können. Der Transfer an technologischem Wissen hat hier insbesondere auch über Köpfe stattgefunden, da ein Wechsel von Projektmitarbeitern vom Forschungsinstitut zum Industriepartner nach Aussage des Projektleiters schon öfters vorgekommen ist.

Im Projekt B9 wird intensiv an der Entwicklung neuer mikrotechnischer Anwendungen für die in den vorangegangenen Förderphasen optimierten dünnen FGL-Schichten gearbeitet. Die vielfältigen Funktionalitäten von mikrostrukturierten FGL-Schichten sollen schließlich in einen Demonstrator integriert werden und daran soll aufgezeigt werden, dass die FGL-Technik die Realisierung von adaptiven Oberflächenfunktionen erlaubt.

Transferaktivitäten im Überblick

- **Kooperation mit Industriepartnern:** Am SFB waren keine Industriepartner beteiligt. Es gibt aber zwei Kooperationen zwischen dem Institut für Werkstoffe und jeweils einem Unternehmen, die thematisch in der Nähe des SFB angesiedelt sind. Bei den Kooperationspartnern handelt es sich zum Einen um die Firma NDC (Nitinol Devices and Components, Fremont, Kalifornien) und zum anderen um die deutsche Firma ACANDIS, zu der schon seit längerer Zeit Kontakte bestehen. Beide sind als Beschichter potenzielle Anwender der Projektergebnisse. Die Anbahnung der Zusammenarbeit ging im Falle von NDC vom Industriepartner aus. Im Falle von ACANDIS bestanden schon seit längerer Zeit Kontakte. Die Firma ist auch im Industriebeirat des SFB vertreten. Über den Beirat haben sich die Perspektiven für eine Zusammenarbeit mit Bezug zu den Projektergebnissen entwickelt. Hierdurch wird die anwendungsförderliche Funktion eines solchen Gremiums deutlich.
- **Patente und Lizenzierungen:** Es wurden mehrere Patente angemeldet. Zwei Patente wurden an die Firma ACANDIS lizenziert, die weiteren Patente werden vom Forschungszentrum caesar gehalten. Da die Technologie der Dünnschicht-Stents an sich nicht mehr patentierbar war, hat man sich auf Details der Strukturierung und Umhüllung der Stents konzentriert.
- **Publikationen:** Veröffentlichungen gab es sowohl in rein wissenschaftlich ausgerichteten Fachzeitschriften als auch in Zeitschriften mit Anwendungsbezug.
- **Personalfluktuatation und Unternehmensgründungen:** Unternehmensgründungen von Wissenschaftlern, deren Geschäftsmodell auf Ergebnissen des Forschungsprojekts basiert, gab es nicht. Ein Wechsel von Forschern in die Industrie kommt nach Abschluss der Promotion häufig vor. Auch zu einem der Partner aus bilateralen Industriekooperationen, ACANDIS, sind Mitarbeiter gewechselt.

3.2.2 SPP 1168: Erweiterung der Einsatzgrenzen von Magnesiumlegierungen

Das Schwerpunktprogramm 1168 „Erweiterung der Grenzen von Magnesiumlegierungen“ wird von 2004 bis 2010 gefördert. Koordinator des Programms ist Prof. Kainer, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH.

Ziel des Schwerpunktprogramms 1168 ist die Erarbeitung eines durchgehenden Konzeptes für die Entwicklung fortschrittlicher Magnesiumwerkstoffe mit maßgeschneiderten Eigenschaften, die den höheren Anforderungen des integrativen Leichtbaus gerecht werden. Hierfür muss die Prozesskette durchgehend und ganzheitlich betrachtet werden - von der Legierungsentwicklung über die Beeinflussung der Mikrostruktur, bestimmt durch die Herstellung und Verarbeitung, bis hin zu den Eigenschaften in Halbzeugen und Bauteilen. Basierend auf vorhandenen Erfahrungen in der Modellierung und Simulation in Bereichen der Konstitution, der Fertigungsprozesse (Gießen und Umformung), der Gefüge-Werkstoffeigenschaften-Korrelation sollen neue und ergänzende Hilfsmittel erarbeitet werden, die zur vollständigen und lückenlosen Bearbeitung des gesamten Problemkreises notwendig sind. Folgende Aspekte stehen hierbei im Vordergrund:

- Systematische Untersuchungen zum Einfluss von Mikrolegierungselementen in vorhandenen und neuen Magnesiumlegierungen einschließlich der Wirkung als Kornfeiner beim Gießen
- Ermittlung der Einflussmöglichkeit auf die Gefügeausbildung und -variation während der Erstarrung und/oder nach einer thermomechanischen Behandlung von Knetwerkstoffen
- Herstellung eines Zusammenhangs zwischen Prozessparametern und der sich bildenden Mikrostruktur unter Berücksichtigung der Ergebnisse der o.a. Untersuchungen mit dem Ziel einer Kombination von Prozess- und Werkstoffmodellierung. Einbezogen werden sollen hierbei auch Ergebnisse aus Untersuchungen zum Schädigungsverhalten von Magnesiumlegierungen
- Modellierung der Werkstoffeigenschaften für eine Verwendung zur Modellierung von Bauteileigenschaften
- Entwicklung von innovativen Füge- und Verbindungstechnologien für Magnesiumlegierungen in monolithischen (Mg-Mg) und Werkstoffverbundsystemen (Mg-Al, Mg-Fe, Mg-Polymere)
- systematische Untersuchungen zum Korrosionsverhalten neuer Magnesiumwerkstoffe einschließlich der Wirkung von Mikrolegierungselementen und der durch die Verarbeitungsparameter beeinflussten Gefügeausbildung

- Entwicklung geeigneter Oberflächenbehandlungen mit dem Ziel der Einstellung optimierter Korrosions- und Verschleißigenschaften

Die o.a. Aspekte werden in den fünf Projektbereichen Gießen, Knetlegierungen, Eigenschaften, Fügen und Beschichtungen bearbeitet. Um einen besseren Informationsaustausch innerhalb des SPP 1168 zu gewährleisten und um der Informationsverpflichtung gegenüber der Öffentlichkeit nachzukommen, wurden drei fachliche Arbeitskreise mit den Themen Gießen, Knetwerkstoffe und Korrosion sowie ein Industriearbeitskreis initiiert. Neben Kolloquien, die zweimal jährlich stattfinden, wurde vom SPP in den Jahren 2005 und 2006 die zweitägige Veranstaltung Summer School Magnesium ausgerichtet.

**SPP 1168 Teilprojekt:
Entwicklung von neuen Magnesiumsekundärlegierungen mit Optimierung der Korrosionsbeständigkeit**

Mit dem verstärkten Einsatz von Magnesiumlegierungen rückt die Frage nach neuen Sekundärlegierungen für den wiederholten Einsatz immer mehr in das Zentrum des Interesses. Solche Legierungen werden eine bedeutende Erweiterung der Einsatzgrenzen von Magnesium darstellen. Durch Rückführung von Schrotten in den gesamten Magnesiumkreislauf werden die Gehalte an Kupfer und Nickel ansteigen. Die Entwicklung neuer Magnesiumlegierungen mit erhöhten Gehalten an Kupfer und Nickel erfordert die Untersuchung der Korrosionseigenschaften solcher Legierungen insbesondere bei gemeinsamem Vorliegen von Kupfer, Nickel und Silizium sowie erhöhten Zinkgehalten. Durch die aktuelle Einführung von Legierungen für den Einsatz in temperaturbelasteten Teilen wie Kurbelgehäusen mit Gehalten an Strontium, Calcium und Seltenen Erden als Mikrolegierungselemente (Gruppe AJ, MRI), ist in den Mischschrotten zukünftig auch mit diesen Elementen zu rechnen. Ihr Einfluss ist noch weitgehend unbekannt.

Das vorliegende Projekt soll klären, welche Toleranzgrenzen für Verunreinigungen in Sekundärlegierungen unbedingt eingehalten werden müssen und wie sie durch Gießverfahren und Legierungszusätze beeinflusst werden können, ohne dass sich die Korrosionseigenschaften gravierend verschlechtern. Dazu müssen die auftretenden Phasen und Verbindungen charakterisiert und ihre Auswirkungen untersucht werden. So wirken z.B. die Verunreinigungen durch Fe, Cu und Ni, die bei der Erstarrung als intermetallische Phasen ausgeschieden werden, gegenüber der Magnesiummatrix stark kathodisch und erhöhen die Korrosionsrate.

Die Zielsetzungen sind demnach:

- Herstellung von Legierungen mit definierten Gehalten an Verunreinigungen im Kokillen-, Druck- und Thixo-Guss und Untersuchungen zum Einfluss der Gießverfahren auf die Korrosionseigenschaften.
- Evaluierung der Zusammensetzung, Gefüge und Phasen und deren Korrelation mit den Korrosionseigenschaften. Optimierung der Gießverfahren und Parameter hinsichtlich Korrosionseigenschaften.
- Legierungsentwicklung hinsichtlich Stabilisierung der Passivschicht, Optimierung des Gefüges und Abbindung von Verunreinigungen und somit Entwicklung von toleranteren Legierungen gegenüber Verunreinigungen.
- Systematische in situ Untersuchung der lokalen Korrosion vom Mikrometer- bis in den Nanometerbereich.

Da es im Gegensatz zu Aluminiumlegierungen für Magnesium noch keine definierten Sekundärlegierungen gibt, zielt das Forschungsvorhaben auf die Entwicklung solcher Legierungen als Werkstoff für strukturelle Anwendungen. Neben dem Magnesium Innovations Center am Institut für Werkstoffforschung der GKSS Geestacht GmbH unter Leitung von Prof. Kainer und dem Institut für Metallurgie der TU Clausthal sind zwei Industriepartner am Forschungsprojekt beteiligt.

Best-Practice Sachverhalt: Hohe Transferaktivität

Im Projekt waren von Beginn an zwei Industriepartner eingebunden, von denen einer eine Gießserie mit realen Bauteilen realisierte. Vorteilhaft war, dass bereits langjährige Kontakte zwischen den Unternehmen und dem Institut existierten. Die Zusammenarbeit erstreckte sich sowohl über die Leitungsebene als auch über die F&E-Mitarbeiter der Partner.

Hervorzuheben sind zum einen die Patentaktivitäten. Bereits zwei Patente zu Legierungssystemen wurden angemeldet. Es finden bereits Lizenzverhandlungen mit möglichen Nutzern der Technologie statt. Zum anderen ist die verhältnismäßig große Zahl an Veröffentlichungen bemerkenswert. Dabei wurde Wert darauf gelegt, dass neben den Publikationen in wissenschaftlich geprägten Zeitschriften auch auf Konferenzen und Fachtagungen, die sich im Wesentlichen an Unternehmen der Branche wenden, über die Projektergebnisse berichtet wurde. Um Konflikte zwischen dem For-

scherinteresse an frühen Veröffentlichungen und dem Know-How-Schutz der Industriepartner zu vermeiden, wurde in Veröffentlichungen nur von bestimmten Legierungsfenstern gesprochen, so dass eine Reproduktion der Ergebnisse durch Dritte zwar prinzipiell möglich, jedoch mit Aufwand verbunden ist.

Transferaktivitäten im Überblick

- **Kooperation mit Industriepartnern:** Es gibt zwei Industriepartner im Projekt. Zwischen dem Institut und den Industriepartnern gab es schon vor dem Projekt langfristige Kontakte, aus denen sich die Zusammenarbeit in diesem Fall ergeben hat. Dabei ging die Initiative für die Forschungsk Kooperation eher auf die Unternehmen zurück. Die Forscher hatten keine Schwierigkeiten, Kooperationspartner für ihr Forschungsprojekt zu finden. Dies spricht dafür, dass die Unternehmen ein hohes Verwertungspotenzial für die Forschungsergebnisse sehen. Die Zusammenarbeit erstreckte sich von der Leitungsebene – hauptsächlich bei der Anbahnung des Projekts – bis zur operativen Arbeitsebene zwischen wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts und F&E-Mitarbeitern der Industriepartner. Auch die Rechtsabteilungen wurden in die Zusammenarbeit einbezogen, um rechtliche Fragen des Verwertungsschutzes zu klären. In Zusammenarbeit mit einem der Industriepartner wurde eine Gieß-Serie von Gehäusen für Navigationsgeräte aus einer Magnesium-Sekundärlegierung realisiert.
- **Patente und Lizenzierungen:** Im Rahmen des Projekts wurden zwei Patente angemeldet. Dabei handelt es sich um Patente von Legierungssystemen. Über eine Lizenzierung wird derzeit mit einem potenziellen Anwender verhandelt. Aufgrund des Interesses möglicher Lizenznehmer an den Patenten muss davon ausgegangen werden, dass das erforderliche technologische Wissen über die Legierungssysteme, ihre Herstellung und die Verwertungsaussichten bereits vorab erfolgreich transferiert wurde.
- **Publikationen:** Der Großteil der Publikationen, an denen Projektverantwortliche beteiligt sind, richtet sich über einschlägige Fachzeitschriften an ein rein wissenschaftlich orientiertes Publikum. Die Konferenzen, auf denen die Projektteilnehmer vorgetragen haben, beschäftigen sich jedoch auch mit den Anwendungen von Magnesium und Magnesiumlegierungen und deren Vermarktungsaussichten.

- **Personalfluktuaton und Unternehmensgründungen:** Zu Unternehmensgründungen oder Abwerbungen von Forschern in die Industrie kam es während des Projektes nicht.

3.2.3 Erkenntnisse aus den Best-Practice-Beispielen

Um eine systematische Bewertung der Best-Practice-Beispiele vornehmen und Schlussfolgerungen, auch für die Förderstrategie, ziehen zu können, wird an dieser Stelle auf den weiter oben vorgeschlagenen Strukturierungsansatz – die Vier-Felder-Matrix – zurückgegriffen. In Abbildung 15 sind die drei Best-Practice-Beispiele in der Matrix identifiziert.

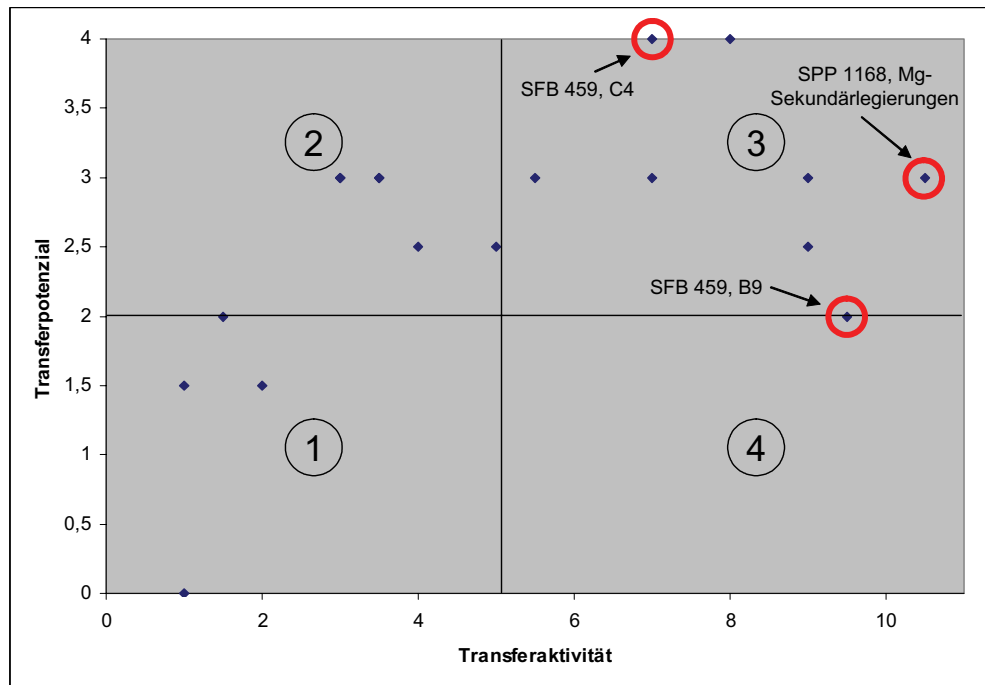


Abbildung 15: Identifikation der Best-Practice-Beispiele in der Vier-Felder-Matrix

Es soll hier kurz an die (transfer-)ökonomische Interpretation der verschiedenen Felder erinnert werden: Die Projekte im ersten Feld (links unten) weisen sowohl eine niedrige Transferaktivität als auch ein niedriges Transferpotential auf und sind damit effizient, da aufgrund des niedrigen Potentials Transferbemühungen (noch) nicht zu einem Transfer führen würden. Dabei handelt es sich um klassische erkenntnisorientierte DFG-Projekte.

Die Projekte im linken oberen Feld (2) weisen ein hohes Potenzial, jedoch niedrige Aktivität auf. Hier kann noch kein Transfer erfolgt sein, obwohl dies wünschenswert wäre – unter Transferaspekten sind diese Projekte (noch) ineffektiv. Das dritte Feld (rechts oben) enthält Projekte, die sowohl ein hohes Transferpotenzial als auch eine hohe Transferaktivität aufweisen. Diese Kombination ist unter Verwertungsgesichtspunkten erstrebenswert, da verwertbare Ergebnisse erzielt wurden und diese auch einem Transfer und damit einer Verwertung zugeführt werden. Das vierte Feld enthält Projekte, die eine hohe Aktivität trotz niedrigen Potenzials aufweisen. Diese Kombination muss als ineffizient bezeichnet werden, da die Aktivität Aufwand verursacht, der aufgrund des geringen Transferpotenzials vergeblich ist.

Die Best-Practice-Beispiele wurden nach verschiedenen Kriterien ausgewählt, die zunächst von der in Kapitel 3.1.5 durchgeführten Analyse unabhängig waren. Die Auswahl der Beispiele erfolgte sogar, bevor die Einordnung aller Projekte in die Vier-Felder-Matrix vorgenommen und die (transfer-)ökonomischen Schlussfolgerungen in Kapitel 3.1.5 gezogen wurden. Nur in einem Beispiel (SPP 1168) waren umfangreiche Transferbemühungen der Wissenschaftler der Grund für die Auswahl als Best-Practice-Beispiel. Die beiden anderen Beispiele (SFB 459) wurden aufgrund ihrer außergewöhnlich frühzeitig aufgetretenen Transfererfolge ausgewählt (dabei sollte erneut betont werden, dass der Begriff „Erfolg“ bzw. „erfolgreich“ in diesem Zusammenhang ausschließlich auf den Technologietransfer abstellt und keine anderweitige Wertung der Forschungsprojekte und ihrer Ergebnisse impliziert).

Obwohl also die Position der Projekte in der Vier-Felder-Matrix kein Kriterium für die Auswahl als Best-Practice-Beispiel war, sondern hauptsächlich Transfererfolge zugrunde gelegt wurden, fällt doch auf, dass die als erfolgreich identifizierten drei Beispiele alle im dritten Feld (rechts oben) liegen, welches bereits in Kapitel 3.1.5 als das unter (transfer-) ökonomischen Gesichtspunkten günstigste betrachtet wurde (bzw. im Technologie-Lebenszyklus als das „Ziel“-Feld für die wissenschaftliche Forschung vor der Weitergabe an die angewandte Forschung und die Neuproduktentwicklung). Darin ist auch der wesentliche **wissenschaftliche Mehrwert** der Best-Practice-Beispiele zu sehen: Obwohl der Transfererfolg für die meisten Projekte aufgrund der im Untersuchungsdesign (Kapitel 3.1.1) ausführlich dargelegten Limitationen (hauptsächlich die operationalisierungs- und zeitbezogene Problematik des Transfer- und Verwertungserfolgs) nicht vollständig erhoben werden konnte und somit auch nicht in die (transfer-)ökonomische, quantitative Analyse des Kapitel 3.1.5 einflie-

ßen konnte, so kann mit Hilfe der Best-Practice-Beispiele – bei denen ja eine Erhebung früher Transfererfolge ja zumindest zum Teil gelang – diese Analyse doch gestützt und zum Teil validiert werden. Gestützt wird z.B. die den Ausführungen in Kap. 3.1.5 zugrunde liegende Annahme, dass sich Transfererfolge hauptsächlich dort einstellen, wo Transferpotenziale vorliegen und diese durch Transferaktivitäten genutzt werden – also im dritten Feld (rechts oben) der Vier-Felder-Matrix.

Der **Mehrwert für die Praxis des Technologietransfers in der Forschung** liegt darin, dass Wissenschaftlern an Beispielen aufgezeigt werden kann, welche Maßnahmen zu einer (schnellen) Anwendung der von ihnen erarbeiteten Forschungsergebnisse führen können. Zu diesem Zweck sollen im Folgenden die wesentlichen Merkmale der drei Best-Practice-Beispiele aggregiert dargestellt werden.

Die drei beschriebenen Beispielprojekte zeigen eine große Nähe zur Industrie schon während der Projektlaufzeit. In zwei Fällen wurden Unternehmen direkt in die Projektarbeit integriert, indem durch sie Fertigungsschritte in den Arbeitspaketen bearbeitet wurden. In einem Fall agierten Unternehmen in einem projektbegleitenden Arbeitskreis. Zusätzlich gab es in diesem Fall noch bilaterale Kooperationen mit zwei Unternehmen, von denen eines auch im Arbeitskreis vertreten war. Durch beide Arten des Industriekontaktes erhalten Unternehmen direkte Kenntnis von den Ergebnissen der Forschungsprojekte.

In zwei Fällen kam es zur Patentierung von Erfindungen, wobei in einem Fall bereits eine Lizenznahme erfolgte, im anderen Fall zum Zeitpunkt der Untersuchung noch über eine Lizenzierung verhandelt wurde. Bemerkenswert ist allerdings, dass in einem Fall der Lizenznehmer auch Kooperationspartner des Forschungsinstituts war. Publiziert wurde in zwei Beispiel-Projekten sowohl in rein wissenschaftlichen, als auch anwendungsorientierten Zeitschriften, in einem Beispiel ausschließlich in wissenschaftlichen Medien. Bei der Präsentation auf Kongressen wurden im Wesentlichen anwenderorientierte Tagungen ausgewählt. In einem Fall hat vor allem die Präsentation auf einem Kongress einer anderen Fachrichtung (Medizintechnik statt Materialtechnik) zu einem internationalen Kontakt und daraus folgend zum Technologietransfer geführt. Obwohl viele Befragte betonten, dass aus ihrer Sicht und ihrer Erfahrung nach der Transfer über Köpfe eine zentrale Rolle für den Technologietransfer spielt (einige wussten von Unternehmensausgründungen aus ihren Instituten in der Vergangenheit zu berichten), spielten Unternehmensausgründungen oder

die Übernahme von Mitarbeitern der Forschungseinrichtung durch Unternehmen bei den Best-Practice-Beispielen nur eine untergeordnete Rolle.

4 Transfer-Potentiale aus der Grundlagenforschung

Die im letzten Kapitel diskutierte Analyse des Ist-Zustands des Technologietransfers anhand ausgewählter Projekte im Bereich Werkstoffkunde wird in diesem Kapitel durch eine gegenwarts- bzw. zukunftsbezogene Betrachtung ergänzt. So wird das Thema Transfer sowohl aus Wissenschaftsicht (Forschersicht) als auch aus der Industrieperspektive beleuchtet. Bei der Industrieperspektive wird sowohl auf die Situation der KMUs als auch auf Großunternehmen eingegangen.

Zunächst wird basierend auf einer quantitativen Erhebung ein empirisches Netzwerk in der Grundlagenforschung dargestellt. Als Beispiel und Ausgangspunkt für das Netzwerk dient hier das DFG geförderte Schwerpunktprogramm HAUT (s. Kapitel 1.3). Anschließend an die quantitative Erhebung wurden weitere qualitative Interviews durchgeführt, um das Thema „Technologietransfer aus der Grundlagenforschung“ aus verschiedenen Perspektiven (Technologiegeber –Technologienehmer) betrachten zu können. Um die einzelnen Aussagen in Beziehung zueinander stellen zu können wurden diese Interviews alle mit Akteuren durchgeführt, die einen wissenschaftlichen oder industriellen Bezug zum Themenbereich „Adaptive Oberflächen für Hochtemperaturanwendungen“, also zum Forschungsfeld des DFG geförderten Schwerpunktprogramms HAUT, hatten.

Aus der Analyse des empirischen Netzwerks und den Ergebnissen der Interviews im „HAUT“-Themenfeld wird ein Zwischenfazit gezogen. In dem Zwischenfazit werden Möglichkeiten zur Optimierung des Netzwerks hinsichtlich eines beschleunigten und zielgerichteteren Transfers von Forschungsergebnissen für eine zukünftige Verwertung vorgestellt.

Anschließend an diese Netzwerkperspektive werden die Ergebnisse einer weiteren Befragung dargestellt, die noch einmal aus der Perspektive der Wirtschaft (diesmal aus dem weiteren Umfeld der Material- und Werkstoffwissenschaften) Aspekte zum Transfer aufzeigt. Obwohl diese gänzlich unabhängig zu den „HAUT“-Interviews durchgeführt worden sind, unterstützen diese Ergebnisse die Einführung des im Zwischenfazit vorgestellten Instruments des Verwertungsagenten.

4.1 Kommunikations- und Netzwerkstrukturen in der Materialforschung: Das Netzwerk des SPP 1299-HAUT

4.1.1 Methodik der quantitativen Erhebung

Die zur Abbildung des empirischen Netzwerks im Hochtemperaturbereich notwendigen Informationen über Netzwerkteilnehmer und Beziehungen wurden mittels einer schriftlichen Umfrage erhoben. Dazu wurden Akteure aus der Industrie, der Wissenschaft und Transferstellen befragt.⁸ Die Akteure aus der Industrie, d.h. die relevanten Unternehmen und ihre Ansprechpartner mußten dafür identifiziert werden, die Akteure aus Wissenschaft und Transferstellen waren bekannt bzw. konnten bei Fachveranstaltungen direkt erreicht werden.

Zunächst wurden mittels einer ausführlichen Internetrecherche unter Einschluss der Firmenhomepages sowie mit Hilfe von unterstützenden Informationen des PATE-Projektpartners PtJ (Projektträger Jülich) ca. 360 Firmen ermittelt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit im Bereich Hochtemperatur und/oder Oberflächen aktiv sind. Ansprechpartner dieser Firmen (Leiter Produktion / Forschung und Entwicklung) wurden ermittelt und telefonisch befragt, ob sie im fraglichen Segment tätig sind. Insgesamt 170 Firmenvertreter gaben an, im Bereich tätig und bereit zu sein, einen Fragebogen zu beantworten. Diese 170 Unternehmen aus dem Hochtemperaturbereich wurden angeschrieben und mittels eines Fragebogens nach ihrem Kommunikations- und Kooperationsverhalten und ihren Kontakten zu anderen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Transferstellen befragt. Dabei wurde danach differenziert, ob ein Akteur bekannt ist (1), sporadischer (2) bzw. regelmäßiger (3) Kontakt besteht oder eine Kooperation (4) existiert.⁹ Per E-Mail meldeten sich nach der ersten Befragungsrunde 15 Firmenvertreter, die angaben, nach Durchsicht der wissenschaftlichen Themen doch nicht in die Zielgruppe unserer Befragung zu gehören. Damit beziffert sich die Grundgesamtheit auf 155 Unternehmen.

In einer zweiten Kontaktrunde wurden die von den Unternehmen genannten Kontakte angeschrieben und ebenfalls gebeten, ihre Beziehungen zu anderen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Transferstellen an-

⁸ Die Erhebungsinstrumente sind in Anhang G und Anhang H exemplarisch für die Akteursgruppen Industrie und Wirtschaft abgebildet.

⁹ Die Werte 1 bis 4 werden zur Kennzeichnung der Verbindungen im Netzwerkdiagramm verwendet und lassen eine detaillierte Darstellung des Beziehungsgeflechtes zu.

zugeben. Dadurch sollte das Netzwerk schrittweise erweitert werden. Darüber hinaus war so eine bessere Einordnung der Beziehungsqualitäten zwischen den Akteuren (Institutionen, Unternehmen etc.) möglich. Insgesamt wurden 25 ausgefüllte Fragebögen zurück gesandt. Zusätzlich teilten einige Industrievertreter mit, dass sie auf Grund von firmeninterner Geheimhaltung keine Auskünfte über ihre Kontakte geben dürfen.

Insgesamt bekam das Forschungsteam letztlich 41 Fragebögen aus der Industrie, 16 aus der Wissenschaft und 3 von den Transferstellen zurück. Für die folgenden Auswertungen muss beachtet werden, dass nicht in allen Fragebögen der Name der Firma bzw. Forschungseinrichtung angegeben und/oder Angaben zu Netzwerkkontakten gemacht wurden. Stattdessen wurden nur die Fragen nach den Verbreitungswegen von Forschungsergebnissen, Kontaktaufnahme, etc. beantwortet. Deshalb weicht die Fallzahl für die Netzwerkanalyse von der für die Rahmenbedingungen des Hochtemperaturnetzwerkes ab.

Insgesamt hat sich bei der Methode der Befragung gezeigt, dass es gewichtige Gründe für die angeschriebenen Akteure gibt, ihre Kontakte nicht Preis zu geben. Neben dem Zeitaufwand spielen strategische Überlegungen eine Rolle. Kontakte zu anderen Unternehmen und Universitäten werden als wertvolle Informationen angesehen, die nicht ohne weiteres weitergegeben werden. Somit konnte auf Grund der genannten Schwierigkeiten bei der Befragung das Netzwerk im Hochtemperaturbereich nicht vollständig abgebildet werden. Als ergänzende Methode zur vollständigeren Erhebung des Netzwerkes wurde eine Recherche auf den Internetseiten der genannten Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft durchgeführt, mit dem Ziel, weitere Akteure des Netzwerkes zu identifizieren. Dabei wurde z.B. in Referenzprojekten oder Listen von Kooperationspartnern nach Informationen über die Beziehungen zu anderen Netzwerkteilnehmern gesucht. Diese indirekt erhobenen Beziehungen bekamen einen eigenen Code, um sie von den in der Umfrage direkt erhobenen Daten zu trennen. Außerdem wurden alle Unternehmen, die bei der telefonischen Befragung zwar angegeben hatten, im Hochtemperaturbereich tätig zu sein, jedoch keinen Fragebogen zurückgesandt hatten, als potentielle Verwertungspartner von Forschungsergebnissen ins Netzwerk aufgenommen. Sie stehen als beziehungslose Akteure isoliert am Rand. Mit direkten Befragungsdaten und indirekten Strukturdaten wurden zwei wesentliche Quellen von Netzwerkdaten genutzt (vgl. Nooy et.al. 2005: 21f). Dadurch wurde das Netzwerk so gut wie möglich und nach unserer Einschätzung hinreichend und in einem forschungsökonomisch vertretbaren Rahmen abgebildet.

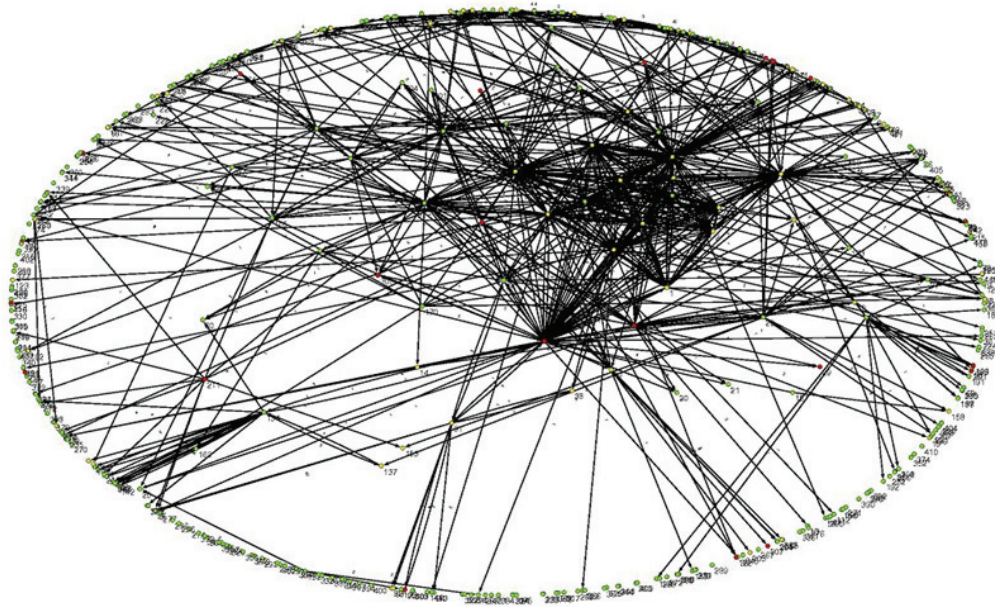
4.1.2 Akteure des Hochtemperaturnetzwerks und ihre Beziehungen zueinander (Darstellung des empirischen Netzwerkes)

In Abbildung 16 ist das empirische **Netzwerk** im Hochtemperaturbereich mit allen beteiligten Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Transfer-einrichtungen und allen Graden der Beziehungen¹⁰ dargestellt. Die Richtung der Pfeile gibt dabei die Richtung der Beziehung an. Wenn beispielsweise Akteur A Akteur B als bekannt genannt hat, dann ist der Pfeil von Akteur A nach Akteur B gerichtet. Die Namen der Netzwerkakteure wurden aus Gründen der Anonymisierung durch die entsprechende Nummer im Netzwerk ersetzt.

Insgesamt betrachtet ist das Netzwerk nur gering verbunden (auch: unverbunden), da es viele isolierte Akteure gibt und nicht alle Knotenpunkte für alle Akteure erreichbar sind (vgl. Nooy et.al. 2005: 67 und 128). Mehrfachnennungen (multiple lines) und Selbstnennungen (loops) waren nicht möglich bzw. unplausibel (da Forschungsgruppen als ein Akteur zählen), weshalb immer nur ein Pfeil von einem zum anderen Akteur gehen kann und kein Akteur sich selbst wählen konnte. Deshalb handelt es sich auch um ein **einfaches, unverbundenes, gerichtetes Netzwerk**.

Von Interesse bei der Netzwerkanalyse ist die **Identifikation von Kommunikations- und Kooperationsclustern** und **zentralen Akteuren** im Netzwerk: Wer ist isoliert? Wer ist zentral? Wer hat viele Kontakte? Wer arbeitet mit wem zusammen?

¹⁰ Für die unterschiedlichen Grade (Intensitäten) der Beziehungen wurde die folgende Skala verwendet: 1 = bekannt, 2 = sporadischer Kontakt, 3 = regelmäßiger Kontakt, 4 = Kooperation, 5 = unbekannter Grad der Beziehung aber Beziehung vorhanden (z.B. lt. Firmenhomepages).



Daten: Fragebögen aus Wirtschaft (n = 26), Wissenschaft (n = 12) und Transferstellen (n = 1). N = 39, 415 Knotenpunkte, 706 Verbindungen. Es sind alle bekannten Akteure dargestellt. Die Pfeile repräsentieren Beziehungen zueinander (von „bekannt“ bis zu „enge Kooperationen“). Die unterschiedlichen Gruppen der Akteure sind farblich dargestellt: Wissenschaft, Wirtschaft und Transfereinrichtungen.

Abbildung 16: Darstellung des empirischen Netzwerks im Hochtemperatur-Bereich (HT-Bereich)

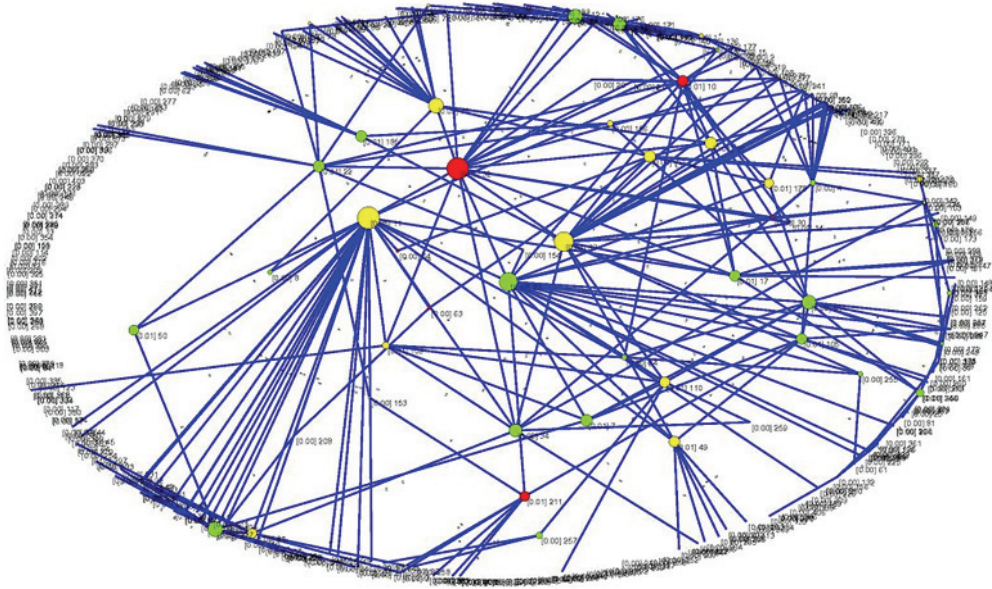
Für die Beantwortung der Fragen und der dafür erforderlichen Analysen der Zentralität und Beziehungsmuster muss das Netzwerk transformiert werden.

1. Zunächst werden alle Verbindungen, die aus der Internetrecherche stammen und deren Grad der Beziehung daher unbekannt ist entfernt. Dadurch wird gewährleistet, dass die Auswertung auf einer homogenen Datenbasis (den Angaben der befragten Akteure in den Fragebögen) beruht.
2. Kommunikation und Kooperation erfolgen wechselseitig, d.h. Informationen fließen daher in beide Richtungen. Da dies nicht für die Bezie-

hungen im Netzwerk gilt, die lediglich auf der bloßen Bekanntheit eines Akteurs durch einen anderen Akteur beruhen (1), werden diese Verbindungen aus dem Netzwerk entfernt. Da jetzt zwischen allen noch im Netzwerk vorhandenen Akteuren die Informationen wechselseitig fließen, kann auf die Richtungsangabe (Pfeile) verzichtet werden. Das gerichtete Netzwerk wird damit in ein **ungerichtetes Pendant** umgewandelt und die Pfeile entfernt bzw. in Linien umgewandelt.

3. Zur offensichtlichen Darstellung der zentralen Akteure im Netzwerk, d.h. die Akteure haben sehr häufige und/oder sehr intensive Beziehungen zu anderen Akteuren, wird die Darstellung des Netzwerkes weiter verändert. Es wird das sog. Betweenness-Maß eingeführt. Mit Hilfe des Betweenness-Maßes kann die Zentralität der Akteure und die Gesamtzentralität des Netzwerkes berechnet und abgebildet werden.¹¹

¹¹ Der große Vorteil der Betweenness-Zentralität ist, dass sie im Gegensatz zu anderen Maßen der Zentralität (z.B. nähebasierte Kennzahlen) auch in unverbundenen Netzwerken, hier dem empirischen HT-Netzwerk eingesetzt werden kann (vgl. Nooy/Mrvar/Batagelj 2005: 132).



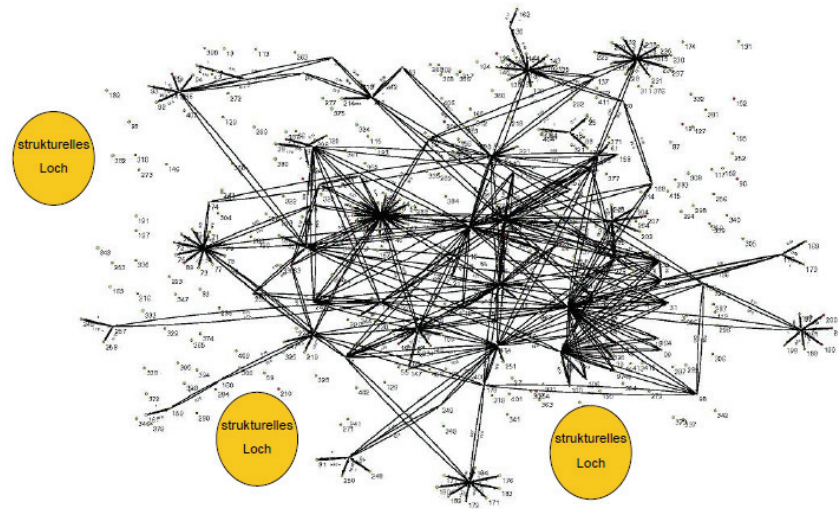
Quelle: Fragebögen aus Wirtschaft (n = 26), Wissenschaft (n = 12) und Transferstellen (n = 1, insgesamt n = 39, 415 Knotenpunkte, 273 Verbindungen, Betweenness = 0,05. Die einzelnen Akteure sind als Kreise (Punkte) dargestellt. Die Größe der Kreise stellt ihre „Zentralität dar“. Die unterschiedlichen Gruppen der Akteure sind farblich dargestellt: Wissenschaft, Wirtschaft und Transfereinrichtungen

Abbildung 17: Zentralität der Akteure im HT- Netzwerk¹²

In Abbildung 17 sind die Akteure und ihre Betweenness-Werte dargestellt. **Je größer die Kreise sind, desto zentraler** ist der betreffende Akteur, d.h. desto mehr und/oder intensiver sind seine Beziehungen zu anderen Akteuren. Die **zentralsten Akteure im HT-Netzwerk** stellen ein buntes Sammelsurium von Akteuren aus Wissenschaft, Technologietransfer und vor allem aus Industrie dar.

¹² Das Netzwerk ist dargestellt als ungerichtetes Netzwerk mit Betweenness-Zentralität.

Die Gesamtzentralität des Netzwerkes beträgt 0.04812 und gilt damit als sehr niedrig oder umgangssprachlich als **sehr dezentralisiert**. Das ist einem effektiven Technologietransfer abträglich (vgl. die Ausführungen in Kapitel 2.5.2).



Quelle: Fragebögen aus Wirtschaft (n = 26), Wissenschaft (n = 12) und Transferstellen (n = 1). N = 39, 415 Knotenpunkte, 546 Verbindungen.

Abbildung 18: Strukturelle Löcher und Cluster im HT-Netzwerk

Des Weiteren ist von Interesse, wo sich **strukturelle Löcher**, **lokale Brücken** und **Maklerpositionen** befinden. Die hierzu durchgeführte Analyse hat ergeben, dass einige Akteure, wie schon in den dargestellten Abbildungen ersichtlich, sehr weit voneinander entfernt sind. Da hier z.T. gar kein Informationsfluss durch fehlende Beziehungen oder aber nur über mehrere Akteure stattfinden kann, spricht man in diesem Fall von strukturellen Löchern. Akteure, die sehr nahe beieinander dargestellt sind, deuten auf sehr eng verbundene Akteure hin. Um dieses für das empirisch erhobene Hochtemperatur-Netzwerk darzustellen, wird auf eine weitere Darstellungsmöglichkeit zurückgegriffen.

Das in Abbildung 18 dargestellte HT-Netzwerk¹³ lässt deutlich erkennen, dass die meisten Akteure weit gestreut sind. Unter diesen gestreuten Akteuren sind etliche kleine Cluster mit eng beieinander liegenden Akteuren vorhanden, zwischen denen teils sehr große Lücken klaffen (siehe beispielhaft eingezeichnete „strukturelle Löcher“). Dies deutet auf einen zu optimierenden Kommunikationsbedarf zwischen den Akteuren¹⁴ hin.

4.1.3 Charakteristiken und Rahmenbedingungen des Hochtemperatur-Netzwerks

Netzwerke bestehen aus Akteuren und deren Beziehungen. Darauf ist im vorliegenden Bericht schon mehrfach eingegangen worden. Jedoch sind für die Interaktionen im Netzwerk auch die Eigenschaften der Akteure von Relevanz. Welche Ressourcen stehen zur Verfügung? Welche Ziele und Werte haben die einzelnen Akteure? Was für eine Sprache sprechen sie? Wie sind Kontakte zwischen potentiellen Technologiepartnern aufgebaut, wie geht die Veröffentlichung von Forschungsergebnissen vor sich und wie nehmen sich die Netzwerkteilnehmer gegenseitig wahr? Dies alles sind sozusagen die **Rahmenbedingungen**, innerhalb derer sich Netzwerke aufbauen.

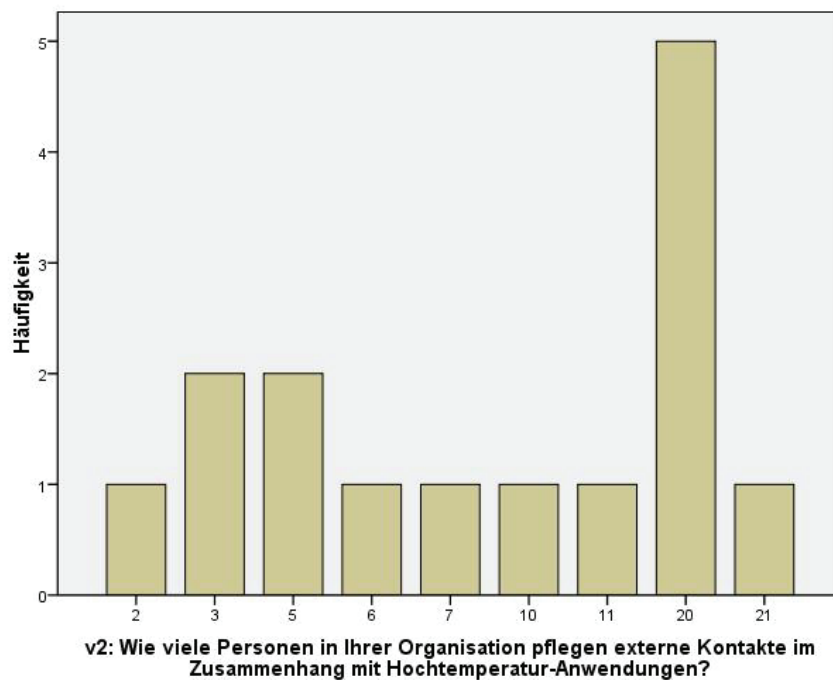
Im Folgenden werden die spezifischen Rahmenbedingungen des Hochtemperatur-Netzwerkes des DFG Schwerpunktprogramms „1299“ HAUT (s.a. Kapitel 1.3), basierend auf den Ergebnissen der schriftlichen Umfragen, dargestellt und diskutiert. Es werden damit für dieses empirische Netzwerk spezifische Charakteristiken aufgezeigt.

Eine wesentliche Ressource für einen funktionierenden Austausch zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sind die **personellen Kapazitäten** in Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die für den Transfer von Forschungsergebnissen bzw. die Integration dieser Ergebnisse vorhanden sind. Je höher diese Kapazitäten, desto effektiver auch der Technologietransfer. Dabei muss aber bedacht werden, dass neben der bloßen Anzahl an Mitarbeitern auch deren Qualifikation und Erfahrung eine große Rolle spielt (vgl. Cellini, Lambertini 2008). Aus Abbildung 19 und Abbildung 20

¹³ Hier ist das Netzwerk als ein gerichtetes Netzwerk mit strukturellen Löchern (constraints) dargestellt.

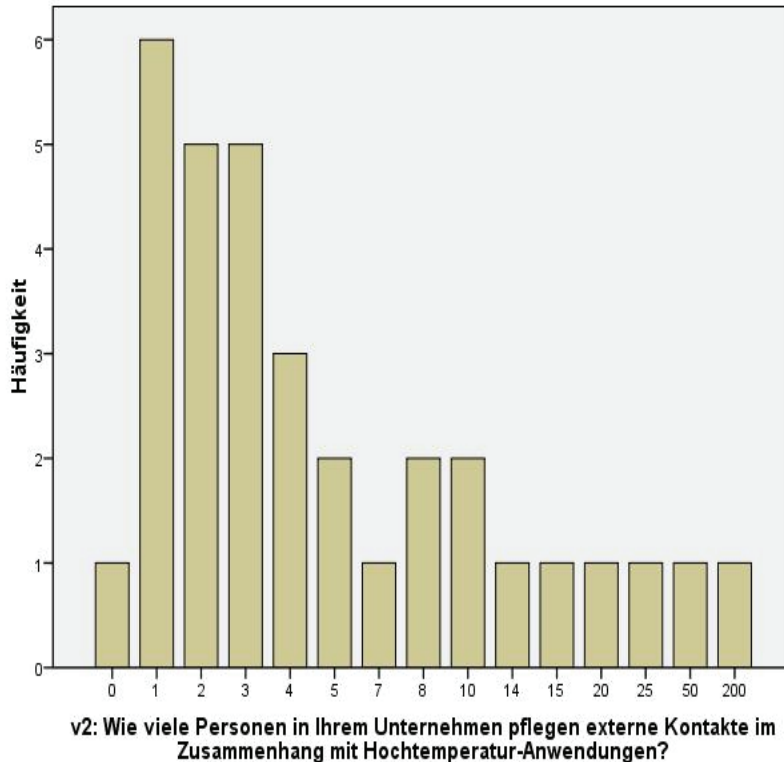
¹⁴ Alle Akteure, auch die Zentralen, haben zudem einen niedrigen Constraint-Wert. Ein niedriger Constraint-Wert indiziert viele strukturelle Löcher. Je höher der Constraint-Wert, desto geringer die Möglichkeit bzw. der Bedarf, zwischen getrennten Akteuren zu vermitteln (Nooy/Mrvar/Tatagelj 2005: 146).

wird ersichtlich, dass im Durchschnitt in den Unternehmen etwas mehr Personen für die Kontaktpflege zur Verfügung stehen als dies an Universitäten und anderen Forschungsinstitutionen der Fall ist. Jedoch sind die Verteilungen sehr schief, weshalb das arithmetische Mittel nicht unbedingt einen guten Schätzwert darstellt. Wirklich viele Angestellte (z.B. 200 in der Industrie, s. Abbildung 20) sind nur in wenigen Ausnahmefällen mit dem Transfer von Forschungsergebnissen beschäftigt. Diese verzerren den Mittelwert nach oben, vor allem bei der Industrie. Die große Masse liegt woanders. Der Median, also der Punkt, der die Verteilungen in genau zwei gleich große Hälften teilt, liegt bei den Forschern bei zehn Personen und bei den Industrievertretern bei drei Personen. In der Wissenschaft haben damit die Hälfte der wissenschaftlichen Einrichtungen zehn oder weniger Personen zur Verfügung während es bei der Wirtschaft nur drei oder weniger Angestellte sind, die sich primär mit dem Technologietransfer beschäftigen.



Quelle: Fragebögen der Wissenschaft aus der PATE-Befragung, n = 15,
 $\bar{x} = 11.53$, Median = 10

Abbildung 19: Personelle Kapazitäten im Technologietransfer in der HT-Wissenschaft

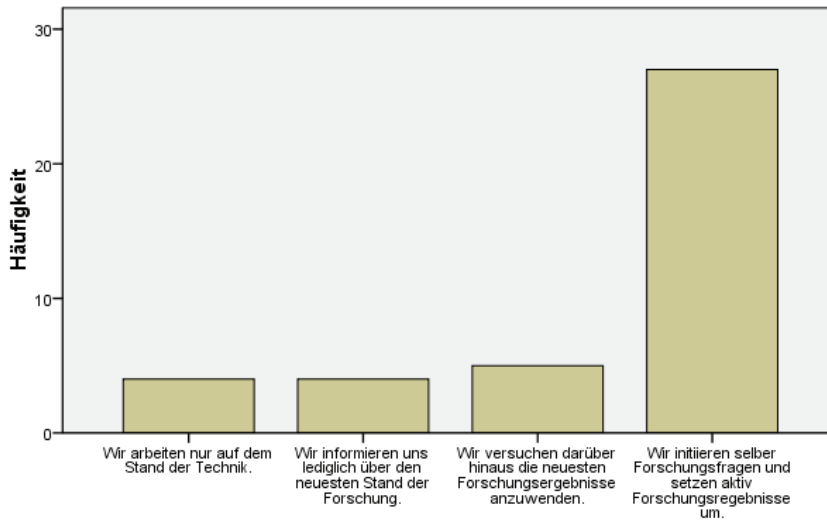


Quelle: Fragebögen der Industrie aus der PATE-Befragung, $n = 33$,
 $x = 12.73$, Median = 3

Abbildung 20: Personelle Kapazitäten im Technologietransfer in der HT-Wirtschaft

Darüber hinaus wurden die Industrievertreter danach gefragt, **wie sie externe Forschung nutzen**. Auf einer kumulativen Skala sollten sie angeben, ob sie auf dem Stand der Technik arbeiten, sich lediglich über den neuesten Stand der Forschung informieren, darüber hinaus versuchen, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden oder gar selber Forschungsfragen initiieren und aktiv Forschungsergebnisse umsetzen. Abbildung 21 zeigt, dass der Großteil der teilnehmenden Unternehmen selber aktiv Forschungsarbeiten in Auftrag gibt und dann verständlicher Weise auch an einer Umsetzung der Ergebnisse interessiert ist. Dies ist ein Indiz für eine durchaus vorhandene Motivation zur Kooperation auf der Nachfrageseite der Industrie im Hochtemperaturbereich. Es kann hieraus geschlossen

werden, dass zumindest bei den Teilnehmern der Umfrage diese Motivation vorhanden ist.



v3: Wie nutzen Sie externe Forschung?

Quelle: Fragebögen der Industrie aus der PATE-Befragung, n = 40

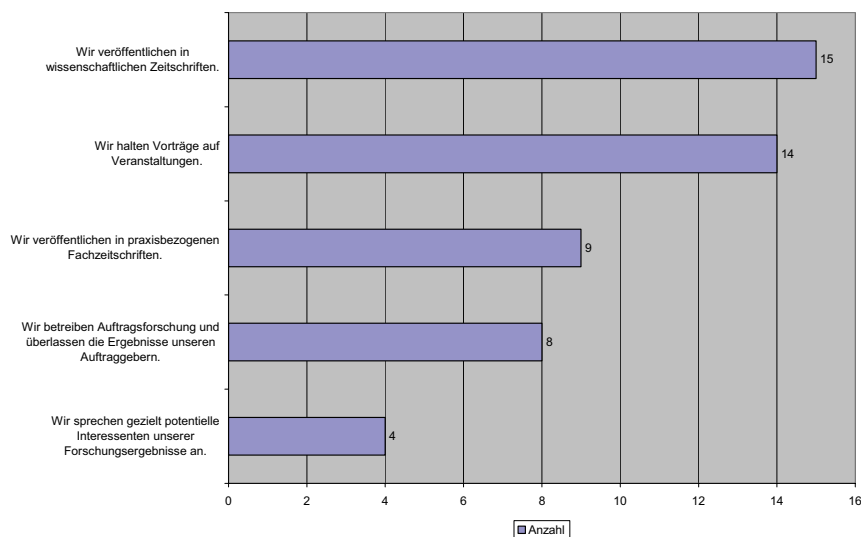
Abbildung 21: Nutzung externer Forschung durch die Industrie im HT-Bereich

Industrievertreter geben also an, dass sie selber aktiv den Transferprozess vorantreiben. Wie sieht dies auf Seiten der Wissenschaftler aus? Diese wurden gefragt, wie sie ihre Forschungsergebnisse verbreiten. Abbildung 22 zeigt, dass vor allem die wissenschaftsinternen Wege wie Publikationen in Fachzeitschriften und Vorträge genutzt werden. Auftragsforschung und gezielte Ansprachen von potentiellen Interessierten in der Wirtschaft spielt hingegen nur eine untergeordnete Rolle. Damit besteht eine gewisse Diskrepanz zwischen der Suche nach Forschern auf Seiten der Industrie und dem fehlendem Angebot auf Seiten der Wissenschaft.

Bei der **Kontaktaufnahme im Hochtemperaturbereich** spielt sowohl für die Wissenschaft als auch für die Wirtschaft die Teilnahme an Kongressen eine wichtige Rolle (Abbildung 22 und Abbildung 23). Bei der Industrie rangieren Kongresse jedoch hinter der direkten Kontaktaufnahme lediglich auf Platz zwei. Bei Betrachtung der ersten fünf Plätze fällt auf, dass die Verbindung über Personen („Transfer über Köpfe“, z.B. Empfehlungen

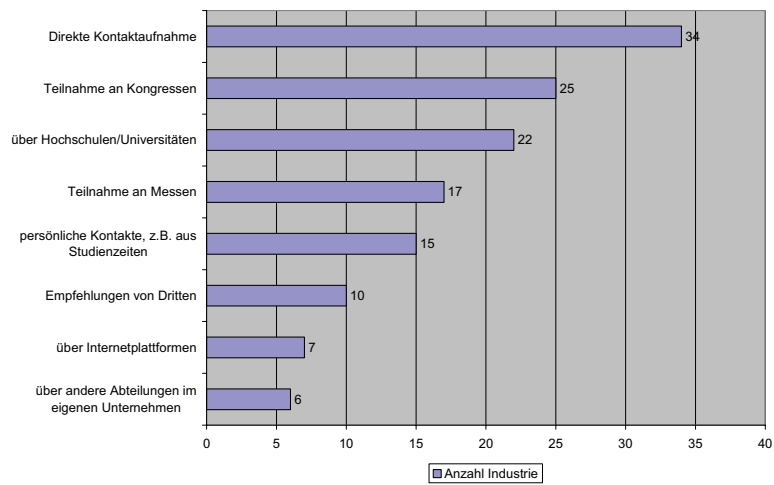
durch Dritte oder persönliche Kontakte z.B. aus Studienzeiten) für die Forscher von etwas größerer Bedeutung zu sein scheinen als für die Industrie. Hier setzt man mit Ausnahme der direkten Kontaktaufnahme eher auf institutionalisierte Kommunikationswege wie z.B. Teilnahme an Messen oder „über Hochschulen/Universitäten“. Dies ist ein für das Forscherteam unerwartetes Ergebnis – das auch in der Befragung der Wirtschaftsvertreter im Umfeld ersichtlich ist (vgl. auch Kapitel 4.3).

Neben der Kontaktaufnahme wurde auch die **Pflege von externen Kontakten** abgefragt. In der Wissenschaft basiert sie zu knapp 70% auf persönlichen Beziehungen (10 von 14 Befragte) und zu 30% personenunabhängig (institutionalisiert, 4 von 14 Befragte). In der Wirtschaft basiert sie zu knapp 60% auf persönlichen Beziehungen (22 von 36 Befragte) und zu 40% personenunabhängig (institutionalisiert, 14 von 36 Befragte, ohne Abbildung). Auch hier zeigt sich damit ein, wenn auch nur geringer, Unterschied zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.



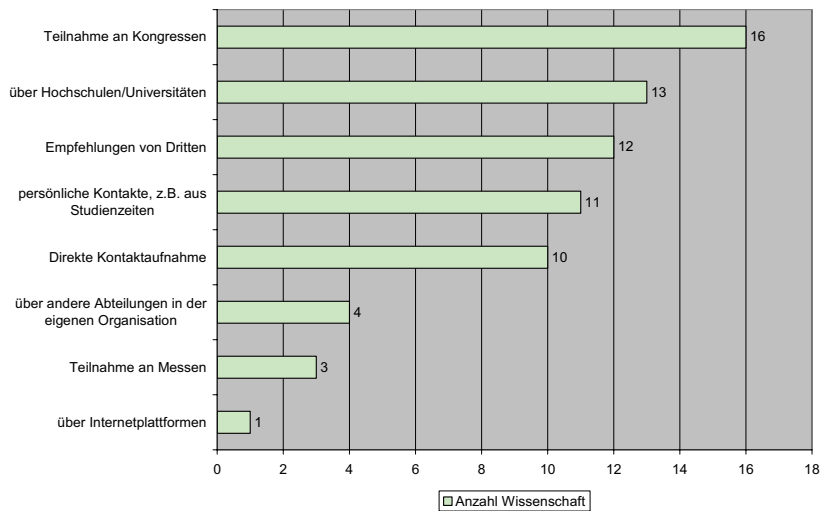
Quelle: Fragebögen der Wissenschaft aus der PATE-Befragung, n = 15. Mehrfachantworten möglich

Abbildung 22: Verbreitungswege von Forschern im Hochtemperaturbereich



Quelle: Fragebögen der Industrie aus der PATE-Befragung, n = 41. Mehrfachantworten möglich

Abbildung 23: Art und Weise der Kontaktaufnahme in der HT-Industrie

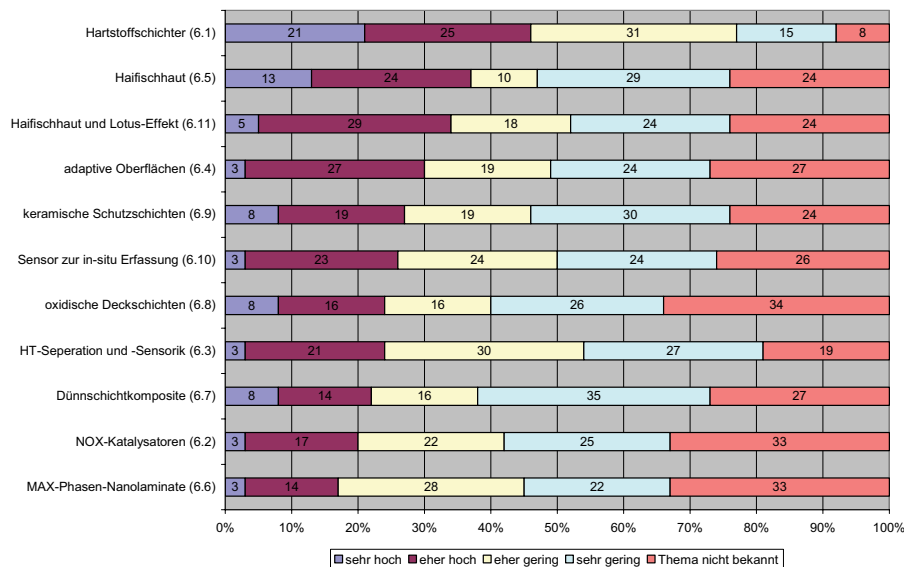


Quelle: Fragebögen der Wissenschaft aus der PATE-Befragung, n = 16. Mehrfachantworten möglich.

Abbildung 24: Art und Weise der Kontaktaufnahme in der HT-Wissenschaft

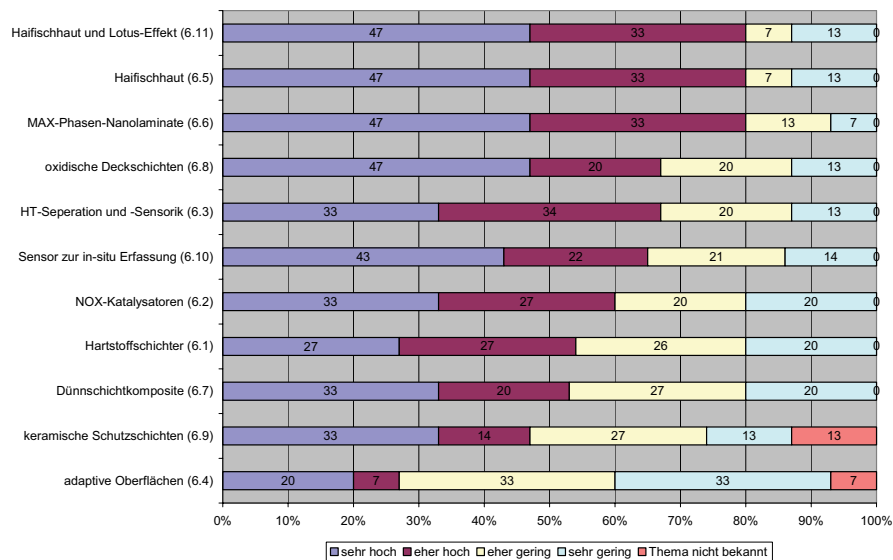
Innerhalb des SPP HAUT wird in insgesamt elf Projekten an den unterschiedlichsten Forschungsthemen gearbeitet. Inwieweit diese Themen auch eine Praxisrelevanz haben, ist noch nicht bekannt. Deshalb wurden die Industrievertreter und Wissenschaftler um eine Einschätzung der Bedeutung der einzelnen Forschungsthemen gebeten, soweit sie ihnen bekannt sind.

Wenig überraschend ist, dass die Themen generell bei den Wissenschaftlern eher bekannt sind, handelt es sich doch um Grundlagenforschung. In der Regel schätzen die Forscher die **Bedeutung der Themen** auch als wesentlich höher ein als die Industrievertreter. Generell gibt es neben Übereinstimmungen (z.B. hohe Relevanz der Haifischhaut- und Lotus-Effekte) auch einige Diskrepanzen. Hierzu zwei Beispiele: Hartstoffschichten werden von der Industrie im Vergleich zu den anderen Themen als sehr wichtig eingestuft, wohingegen sie bei der Wissenschaft auf den hinteren Plätzen landen (wenngleich immer noch einem hohen absoluten Niveau an Zustimmung). Adaptive Oberflächen belegen in der Wissenschaft den letzten Platz, wohingegen sie in der Industrie auf Rang vier landen (siehe Abbildung 25 und Abbildung 26).



Quelle: Fragebögen der Industrie aus der PATE-Befragung, n = 41

Abbildung 25: Bedeutung von Forschungsthemen des SPP-HAUT aus Sicht der Industrie



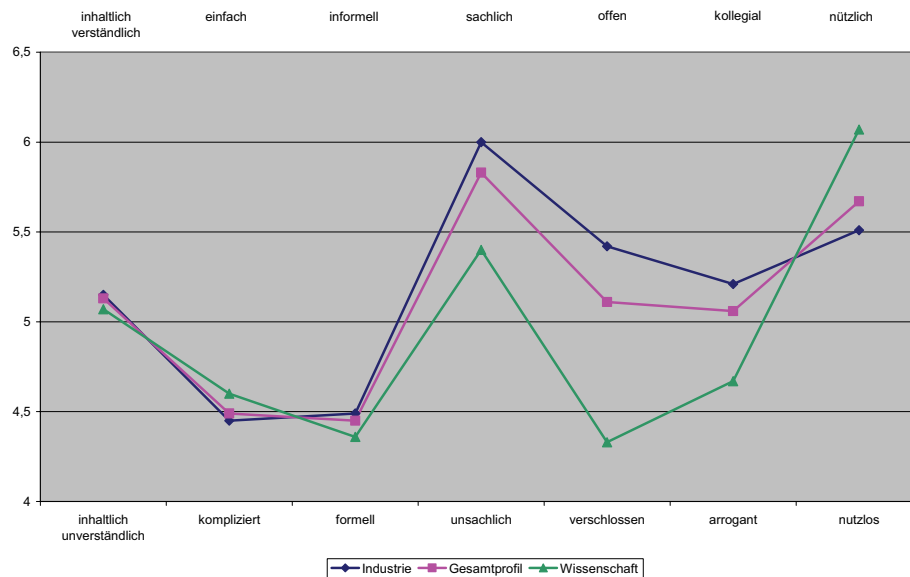
Quelle: Fragebögen der Wissenschaft aus der PATE-Befragung, n = 15

Abbildung 26: Bedeutung von Forschungsthemen des SPP-HAUT aus Sicht der Wissenschaftler

In Kapitel 2.5.4 wurde der Aspekt der **Rolle von Kommunikationskulturen** in Wirtschaft und Wissenschaft für den Wissens- und Technologietransfer thematisiert. Die Wahrnehmung des Kommunikationspartners, genauer: seines Kommunikationsstils, wurde in einer zusätzlichen Frage behandelt. Die Befragten sollten angeben, ob sie die Kommunikation mit Wissenschaftlern bzw. Industrievertretern unter anderem als inhaltlich verständlich oder unverständlich, kompliziert oder einfach, formell oder informell, usw. empfinden. Abbildung 27 gibt einen grafischen Überblick über die **Wahrnehmungsprofile von Wissenschaft und Wirtschaft** im Hochtemperaturbereich. Abbildung 27 konzentriert sich zum Zwecke der besseren Übersichtlichkeit lediglich auf den Skalenbereich, in den die empirisch erhobenen Mittelwerte fallen. Der eigentliche Wertebereich der Skala reicht von 1 bis 7, die Mittelwerte fallen jedoch in den Bereich zwischen 4 und 6.

Insgesamt betrachtet ähneln sich beide Profile sehr. Es zeigt sich nur ein einziger signifikanter Unterschied: Die Industrievertreter empfinden die Kommunikation mit Wissenschaftlern als offener, als dies umgekehrt der Fall ist. Damit bestätigt sich insgesamt gesehen die Recherche aus Kapi-

tel 2.5.4. Die Kommunikation zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen wird nicht so sehr durch unterschiedliche Kulturen bzw. Wahrnehmungsmuster bestimmt, sondern eher durch divergierende Interessen und Ziele.



Quelle: Fragebögen der Industrie und Wissenschaft aus der PATE-Befragung, n = 57.
 Lesehinweis: Das Profil „Industrie“ stellt die Wahrnehmung der Kommunikation mit Wissenschaftlern DURCH die Industrievertreter dar. Das Profil „Wissenschaft“ stellt die Wahrnehmung der Kommunikation mit Industrievertretern DURCH die Wissenschaftler dar.

Abbildung 27: Wahrnehmung des Kommunikationsstils in Industrie und Wissenschaft

4.1.4 Fazit aus den quantitativen Erhebungen zum Hochtemperaturnetzwerk

Das in diesem Bericht mit Hochtemperaturnetzwerk (HT-Netzwerk) bezeichnete empirisch erhobene Netzwerk setzt sich aus Akteuren der Wissenschaft, der Wirtschaft und aus Transferstellen zusammen. Innerhalb des Netzwerkes können mehrere kleine Cluster aufgezeigt werden, zwischen denen strukturelle Lücken existieren (s. Abbildung 18). Das Netzwerk stellt sich als überaus dezentralisiert dar. Wie in Abbildung 17 deutlich zu erkennen war, gibt es einige Akteure, die im Netzwerk aktiv und

stärker vernetzt sind. Dies lässt sich nicht auf eine Akteursgruppe beschränken. Sowohl wissenschaftliche Akteure, Akteure aus der Industrie als auch einige wenige Transferstellen stellen zentrale Positionen dar.

Auffällig in allen drei aufgeführten Abbildungen ist die Vielzahl an nicht eingebundenen Industriakteuren. Sie stellen ein unbekanntes Potential für die Verwertung von Forschungsergebnissen im Hochtemperaturbereich dar. Über die Rahmenbedingungen des HT-Netzwerkes kann zusammenfassend festgestellt werden, dass in Universitäten und anderen Forschungsinstitutionen in der Regel mehr Personen für die Kontaktpflege zur Verfügung stehen als dies in den Unternehmen der Fall ist. Von besonderem Interesse scheint der folgende Widerspruch zu sein: Einerseits geben viele Unternehmen selber aktiv Forschungsarbeiten in Auftrag und sind dann verständlicher Weise auch an einer Umsetzung der Ergebnisse interessiert. Andererseits nutzen aber Wissenschaftler vor allem die wissenschaftsinternen Wege wie Publikationen in Fachzeitschriften und Vorträge, um ihre Ergebnisse zu veröffentlichen. Auftragsforschung und gezielte Ansprache von potentiellen Interessenten in der Wirtschaft spielen hingegen nur eine untergeordnete Rolle. Damit besteht eine gewisse Diskrepanz zwischen der Suche nach Forschern auf Seiten der Industrie und dem mangelnden Angebot auf Seiten der Wissenschaft.

Bei der Kontaktaufnahme fällt auf, dass die Verbindung über Personen („Transfer über Köpfe“, z.B. Empfehlungen durch Dritte oder persönliche Kontakte z.B. aus Studienzeiten) für die Forscher von etwas größerer Bedeutung zu sein scheint als dies für die Industrie der Fall ist. Hier setzt man mit Ausnahme der direkten Kontaktaufnahme eher auf institutionalisierte Kommunikationswege wie z.B. Teilnahme an Messen oder Kontaktaufnahme mit Studenten und Absolventen über Hochschulen/Universitäten. Die verschiedenen Forschungsthemen sind erwartungsgemäß generell eher bei den Wissenschaftlern bekannt. In der Regel schätzen die Forscher die Bedeutung der Themen auch als wesentlich höher ein als die Industrievertreter. Generell gibt es neben Übereinstimmungen auch viele Diskrepanzen in den Einschätzungen. Die Kommunikation zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen scheint nicht so sehr durch unterschiedliche Kulturen bzw. Wahrnehmungsmuster bestimmt zu sein, sondern vermutlich eher durch divergierende Interessen und Ziele.

Damit gibt es also **Forscher**, die in ihrem speziellen Gebiet gut Bescheid wissen und hohes Umsetzungspotential für eine ganze Reihe von Forschungsarbeiten sehen. Sie publizieren ihre Ergebnisse in Fachzeitschriften und halten Vorträge. Kontakte mit der Industrie werden hauptsächlich

auf persönlichen Wegen und weniger regelmäßig über Institutionen, wie z.B. Transferstellen der Universitäten, geknüpft. Und dies trotz einer besseren Ausstattung mit Mitarbeitern, um den Transfer zu initiieren. Auf der anderen Seite gibt es **Unternehmer**, die Wissenschaftler suchen, um umsetzbare Ergebnisse im HT-Bereich zu liefern. Dabei benutzen sie vornehmlich institutionalisierte Wege (Messen, etc.) und nicht wie die Wissenschaftler persönliche Kontakte. Generell konzentriert man sich anscheinend auf die Forschungsthemen, die für das eigene Unternehmen und die eigene Produktpalette relevant sind. Viele der anderen Themen kennt man schlichtweg nicht. Der Blick nach links und rechts wird von den Industrievertretern nach den vorliegenden Ergebnissen nicht gerichtet. Anwendungspotentiale von Projekten aus der Grundlagenforschung werden zumeist skeptisch eingeschätzt. **Jedoch sprechen Wissenschaft und Wirtschaft nicht unterschiedliche Sprachen. Vielmehr haben sie durch ihre verschiedenen Zielsetzungen (Publikation vs. Profit) diverse Schwierigkeiten, Kooperationen einzugehen.**

4.2 Verwertungspotentiale aus Sicht der Wissenschaft

Um die Hemmnisse und fördernden Faktoren bei der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie qualitativ aufzuzeigen, wurden neben Interviews mit Vertretern aus der Industrie auch Wissenschaftler aus dem HAUT Forschungsschwerpunkt der DFG befragt. Die zentrale Intention bestand darin, ein möglichst ganzheitliches Stimmungsbild der Wissenschaftler in Bezug auf die Transferbedingungen zwischen Forschung und Industrie zu erhalten. Die dargelegten Äußerungen geben damit die subjektiv empfundene Situation der Befragten wieder. Dadurch lassen sich zwar Rückschlüsse auf die fördernden und hemmenden Faktoren des Forschungstransfers ziehen, jedoch können einzelne Aussagen durchaus von der realen Situation abweichen.

4.2.1 Methodik der qualitativen Erhebung (Wissenschaft)

Die Befragungen fanden im November und Dezember 2008 statt. Es wurden sowohl federführende Professoren der Forschungsprojekte als auch das Projekt bearbeitende wissenschaftliche Mitarbeiter und Doktoranden befragt. Dabei konnten 26 Leitfadeninterviews realisiert werden. Die Interviews wurden telefonisch durchgeführt und weitgehend protokolliert. Die hier als Zitat gekennzeichneten Aussagen der Befragten sind soweit wie möglich wortwörtlich und ansonsten sinngemäß wiedergegeben.

Inhaltlich bestand die Befragung aus elf einzelnen, offenen Fragen, die sich direkt oder indirekt auf die Verwertung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse bezogen. Der Interviewleitfaden findet sich im Anhang J.

4.2.2 Allgemeine Zusammenarbeit, fördernde und hemmende Faktoren und Erfahrungen in der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie

Zunächst wurden die Befragten gebeten, aus ihrer persönlichen Sicht zu schildern, welchen Eindruck Sie von der **Verwertung wissenschaftlicher Erkenntnisse** in ihrem Forschungsgebiet haben. Diese werden z.T. als Zitate und damit als persönliche Einschätzung der Befragten wiedergegeben.

Frage 1: „*Wie sieht es denn generell mit der Verwertung von Forschungsergebnissen (Industrie oder auch weiterführende, anwendungsorientiertere Forschung) aus. Erzählen Sie doch mal, was fördert/unterstützt diese?*“

Bei vielen der Befragten wurde deutlich, dass eine Erfolg versprechende Verwertung mit einem frühzeitigen und engen **Einbinden** von industriellen Partnern einhergeht.

„Einen echten Transfer gibt es, wo zu einem bestimmten Zeitpunkt bei den Arbeiten mit der Industrie zusammengearbeitet wird. Wenn die Industriepartner mit eingebunden sind, weil sie zum Beispiel Partner sind.“

„Ich hatte mehrere Projekte in der Vergangenheit mit der Industrie zusammen. Verwertung ist immer dann erfolgreich, wenn die Industrie in Projekten mit dabei ist oder wenn sie aus eigenem Interesse die Forschung initiiert hat.“

„Die Umsetzung funktioniert gut bei direkt beteiligten Industrie-Projektpartnern, z.B. in EU geförderten Projekten.“

Dabei wurde aber auch darauf hingewiesen, dass diese Einbindung oftmals mit **unterschiedlichen Interessensetzungen** einhergeht.

„Aus meiner persönlichen Erfahrung kann ich sagen, dass es auf die Intention ankommt, wie dringend die Industrie etwas braucht. Bei

großem Interesse geht es sehr zügig, ist es „nice to have“ dauert der Transfer wesentlich länger.“

„Projekte mit der Industrie sind sehr förderlich. Industrie als Einnahmequelle, auch für die Thematik und die Finanzierung . Firmen haben ein konkretes Interesse. Je nach Stadium der Entwicklung im Projekt.“

„Der Unterschied zwischen Industrie und Forschung liegt in der Zielsetzung. Die Forscher wollen veröffentlichen, die Industrie will Produkte.“

Die **Art und Weise**, wie Kooperation zwischen Industrie und Wissenschaft bei der Verwertung aussehen kann, wurde von einem der Befragten kategorisiert.

„Es gibt mehrere Stufen der Verwertung, abhängig von Verträgen mit Firmen: **1. direkte Verwertung:** Bei Kooperationsaufträgen durch die Industrie, wo die IPR (intellectual property rights) klar geregelt sind, da geht es straight forward, die Rechte werden mindestens anteilig abgetreten und entsprechend wird verwertet oder Mitbeteiligung je nach den Verträgen (monetäre Vergütung) **2. Selbst gehaltene Patente:** Firmen kommen auf einen zu und wollen Lizenzen nehmen. Oft werden dort gleichzeitig Kooperationsverträge zur Anpassung der patentierten Verfahren/Prozesse auf die ind. Anwendungen geschlossen. **3. Publikationen:** Ergebnisse, die an der Uni generiert wurden, werden publiziert (Vorträge, Journals). Dann kommen Firmen auf den Forscher zu und bieten Kooperationen an, entweder im Auftrag ein Projekt durchzuführen, finanziert durch die Firma oder gemeinsam eine öffentlich geförderte Forschungspartnerschaft (z.B., BMBF) durchzuführen. **4. Weg: Ich habe selbst etwas entwickelt und gehe los und suche eine Firma.** Häufig werden die Firmen eingeladen oder man lädt sich ein und stellt die Forschung vor. Dies geschieht allerdings eher sporadisch nicht formalisiert und ist eher dem Zufall überlassen als strategisch angelegt.“

Frage 2: „Können Sie ein paar Beispiele aus Ihrem eigenen Arbeitsumfeld geben? Hier meinen wir den aktuellen Ist-Zustand“

Die zweite Frage bezog sich weniger allgemein auf die eigene Arbeit und die damit gewonnenen Erkenntnisse in Bezug auf Verwertung. Dabei wurde deutlich, dass hier keine homogene oder dominierende Einstellung

vorhanden ist, sondern vielmehr die ganze Bandbreite von ausgesprochen erfolgreicher Kooperation bis zu mangelnder kommunikativer Bereitschaft mit der Industrie zu finden ist.

Einige der Projektpartner scheinen sowohl im allgemeinen als auch speziell in ihrem HAUT Forschungsprojekt ausgesprochen **gute Beziehungen und Kooperationsmöglichkeiten** zur Wirtschaft zu haben.

„Im Projekt klappt die Zusammenarbeit sehr gut. Wir tauschen Proben mit XXX, die machen die XRD-Untersuchungen. Ein XRD haben wir nicht im Haus. (...). Wir haben XXX im Projekt. Ich habe aber noch keinen Kontakt gehabt.“

„Forschungsprojekte haben bei uns generell immer das Ziel in Anwendungen umgesetzt zu werden. Die Grundlagenprojekte der DFG dienen zur Vorbereitung und grundlegenden Untersuchungen, damit in Schritt 2 anwendungsorientiertere Projekte mit Industriepartnern durchgeführt werden können. 1.) Anlagenbauer sind schon von Anfang an im Projekt, da wir die Beschichtungsanlagen zusammen gebaut haben. Diese sind auch sehr interessiert. Wir haben hier alte Kooperationen die über Jahre funktionieren. 2.) Anwender sind an der Verbesserung ihrer Werkzeuge interessiert. Wir kennen hier viele und haben in unserer Adressdatenbank über 2000 Firmen mit denen wir bereits zusammengearbeitet haben.“

Bei einzelnen Befragten lies sich aber auch deutlich erkennen, dass eine Bereitschaft und der Wille zur Kooperation und Verwertung vorhanden ist, die **Umsetzung jedoch scheitert**.

„Ich bin jetzt seit 6 Jahren in der Forschung. Ich habe das Gefühl, dass man forscht und wenn das Projekt zu Ende ist, werden die Ergebnisse mehr oder weniger vergessen. Die Forschung ist dazu da, um zu veröffentlichen. Es wird einfach nicht verwertet.“

Frage 3: „Welche Gegebenheiten hemmen Sie – gibt es Hemmnisse bei der Verwertung?“

Bei der dritten Frage wurde konkret nach Hemmnissen und Schwierigkeiten bei der Verwertung von wissenschaftlichen Erkenntnissen gefragt. Hier wurde eine ganze Reihe von Gründen genannt, die Verwertungsprozesse von Forschungsergebnissen behindern können.

Forschungseinrichtungen, insbesondere **Universitäten verfügen oftmals nicht über die notwendigen Ressourcen und Strukturen**, um generierte Forschungsergebnisse auf einen guten Weg zu bringen. Die an vielen Universitäten bestehenden Verwertungsstellen sind nach Aussage einiger Befragter nicht ausreichend ausgestattet.

„An der Uni hat man eine schwach ausgebildete Verwertungsstelle, d.h. interessante Entdeckungen werden als Erfindungsmeldung an diese Stelle weitergegeben, aber die macht nicht viel daraus.“

„Die Uni kann Overhead nicht abrechnen, das führt zu starker Personalknappheit gerade im technischen Bereich und Mittelbau. Hier ist die adäquate Bezahlung von Personal nicht gewährleistet. Bei Projektarbeit hat man die Problematik der befristeten Verträge.“

Auch wird den beteiligten Forschern vereinzelt **mangelndes Interesse oder mangelnde Kompetenz** in Hinblick auf eine Verwertung ihrer Forschungsergebnisse und der damit einhergehenden wirtschaftlichen Anforderungen und Zwänge vorgeworfen. Dies spiegelt sich z.B. in folgendem Zitat wider.

„Die Welt in den Unis und Forschungseinrichtungen unterscheidet sich oft von dem, was Globalisierung und freier Markt in der Praxis mit sich bringen. Wir haben einen Ausbildungsbedarf für den Lehrkörper. Man braucht Wissen über den Bedarf und die Notwendigkeiten der Gewerbetreibenden (Produktion, Dienstleistung, Marketing). Dieses Wissen ist bei den Hochschulen / Forschungseinrichtungen zu gering.“

Im **Verhältnis zwischen Forschung und Industrie** wird eine beiderseitige Distanz postuliert. Wissenschaftler knüpfen und pflegen zu wenige Kontakte mit Industrievertretern.

„Der Forscher hat oft eine Distanz zur Industrie und den Leuten, die den Markt und die Produkte kennen. Das wird dann immer schwierig. Man kennt niemanden, der weiß, was man tut und eine Anwendung kennt, oder wo es eine Anwendung geben könnte. Industriepartner legen nicht offen, woran sie arbeiten. (...) Die sehen sich alles an, gehen auf Kongresse etc. und dann wird es im Konzern entwickelt und patentiert.“

„Es ist mehr Interaktion zwischen Hochschulen und Industrie notwendig, aber einen Schritt weiter, nicht nur Prof./Entwickler sondern auch die Leute im Unternehmen mit einbeziehen, die den Markteintritt vorantreiben. Dazu wäre auch die Kommunikation innerhalb der Betriebe zu verbessern.“

Als weiteres Hemmnis wurde von den Forschern die **Konkurrenz zwischen einzelnen Industrieakteuren** thematisiert. Wenn mehrere wirtschaftsorientierte Partner an Forschungs- und Verwertungsprojekten beteiligt sind, muss darauf geachtet werden, die verschiedenen Interessen und Ziele in Einklang zu bringen. Direkte Konkurrenzsituationen sollten wenn möglich vermieden werden. Dies setzt jedoch eine genaue Kenntnis des Marktes und der Interessenlage der einzelnen Partnerunternehmen voraus.

„Wenn Konkurrenzunternehmen im gleichen Projekt sind, kommt es schon mal vor, dass erst Desinteresse gezeigt wird und man nach dem Vortrag dann doch noch angesprochen wird. Oft klappt die Zusammenarbeit aber auch unter Konkurrenten ganz gut.“

„Der Nachteil kann sein, dass dann aus Konkurrenzgründen oft kein zweiter Partner kommt.“

„Eine ganz schlechte Konstellation ist es, wenn die Konkurrenz mit am Tisch sitzt. Das kommt insbesondere bei EU-Projekten vor. Da wird dann „gemauert“. Die Partner hemmen sich gegenseitig.“

„Wenn wir Konsortien von Firmen zusammenstellen, wählen wir so aus, dass diese Firmen auch miteinander können. Wir können keine Firmen zusammenbringen, die in einer Konkurrenzsituation stehen, da wir auch von den Firmen eigenes Wissen brauchen. Das werden diese nicht herausgeben, wenn sie nicht das Vertrauen haben, dass der Konkurrent nichts davon erfährt...“

„Wenn Industriepartner mit im Boot sind, kann man oft nicht veröffentlichen. Da gibt es Kooperationsverträge und die Bedenken, im Wettbewerb keine Geheimnisse zu verraten.“

Die befragten Forscher unterschieden bei der Hemmnisanalyse zwischen **Großunternehmen und KMUs**. Große Konzerne sind auf die Forschungsergebnisse externer Institutionen oftmals nicht angewiesen. Sie verfügen über eigene großzügig ausgestattete F&E Abteilungen und kau-

fen bei Bedarf Forschungsergebnisse, Patente oder auch Forscher ein. Die Kooperation mit kleinen und mittleren Unternehmen wird schon dadurch erschwert, dass der Erstkontakt zu passenden Partnern mangels Unkenntnis nicht zustande kommt. Des Weiteren verfügen KMUs oftmals nicht über die notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen, die für Kooperationsprojekte benötigt werden.

„Es ist schwierig, passende Unternehmen zu finden. Großindustrie hat oft eine eigene F&E-Abteilung und nicht immer Interesse an Zusammenarbeit. Passende KMUs zu finden ist oft schwer wegen mangelnder Information.“

„Bei großen Unternehmen, wenn verschiedene Stellen involviert sind, also Forschung und insbesondere Leute aus der Produktion, dann ist der Transfer wesentlich mühseliger.“

„Kleine Firmen haben oft wenig Finanzmittel, um uns direkt finanziell zu unterstützen (z.B. in Form der Finanzierung einer Doktorandenstelle für 3 Jahre) Das wäre für diese Firmen ein Riesensbudget.“

„Größere Projekte sind für KMU nicht attraktiv, da Firmen nur 50 % Förderung bekommen. Die restlichen 50% aufzubringen, ist für diese Firmen dann immer noch zu teuer. Kleine Firmen haben auch einfach nicht das Personal, dass sie jemand für einen EU-Antrag (noch dazu bei der Ungewissheit ob er durchgeht) abstellen können, der dann auch Reisen machen muss. In diesen kleinen Firmen läuft die Forschung ganz nebenbei und der bürokratische Aufwand ist zu hoch.“

„Darüber hinaus spielt es eine Rolle, wie groß das Unternehmen ist. Bei kleineren Firmen (bis ca. 500 Leute) geht der Transfer schneller, diese sind auch aufgeschlossener.“

Von einigen befragten Forschern wurde eine gewisse **Verunsicherung** bzgl. des allgemeinen Wissenschaftsverständnisses bemerkt. Dabei sollten klare Leitlinien in Hinblick auf Grundlagenforschung oder anwendungs- und verwertungsbezogene Forschung vorgegeben werden.

„Was mir auffällt, ist, dass eine Diskrepanz besteht zwischen dem Ziel, mehr in Richtung Anwendbarkeit zu gehen und gleichzeitig der Erwartung, immer stärker wissenschaftliche Aspekte, wie Publikationen, in die Grundlagenforschung gedrängt zu werden. Wenn man viele Review Artikel schreiben soll, fehlt die Zeit, sich darum zu

kümmern, die Industrie zu interessieren. Beides macht zusätzliche Arbeit zur eigentlichen Forschung. Derzeit ist die DFG die einzige Möglichkeit, wo Ideen der Forscher eingebracht werden können. [...] Bei anderen Zuwendungsgebern muss die Idee des Forschers ins Programm passen. Die Ideen müssen also zum politischen Umfeld passen. Politik- / Industrievorstellungen blockieren so oft die Idee der Wissenschaftler. Allein die DFG lässt eigene Ideen zu und häufig liegt hier auch Potential für eine Umsetzbarkeit, wir stellen also fest, dass die Ideen zu einem späteren Zeitpunkt zu Umsetzungen führen. Zudem werden die Bewilligungsraten immer schlechter. Wenn ich 3 Millionen brauche, muss ich im Umfang von 10 Millionen beantragen.“

Frage 4: „Nehmen Sie an, Patente / Schutzrechte werden für Ihre HAUT-Forschungsergebnisse eine Rolle spielen?“

Bei der Verwertung von Forschungsergebnissen ist deutlich geworden, dass Schutzrechte eine immer größere Bedeutung haben. Deshalb wurde dieses Thema ebenfalls in den Leitfadeninterviews angesprochen. Im Ergebnis spielen für die Forschungsprojekte von HAUT **Patente wohl eher eine untergeordnete Rolle**. Während einige der Befragten noch keine Erfahrungen mit Schutzrechten gemacht haben, stehen andere Patentierungen für ihr Forschungsfeld aus unterschiedlichen Gründen eher skeptisch gegenüber.

„Im HAUT-Projekt ist nichts in Richtung Patente angedacht. Die Katalysatoren dürften patentiert sein, wir erforschen dies weiter und haben Ideen zur Verbesserung, stehen mit der Forschung aber noch ganz am Anfang.“

„Verwertungs- und Schutzrechte spielen im Falle von HAUT derzeit keine Rolle.“

„Patente spielen bei uns (noch) keine Rolle.“

„Patente sind eher eine Quälerei. Höchstens 1 von 100 bringt etwas ein. Sonst kostet es nur.“

„Mit Patenten habe ich keine Erfahrung. Ich weiß aber, dass viele MAX-Phasen patentiert sind, bzw. ob das die Phasen selbst oder die Prozesse sind, weiß ich nicht so genau.“

„Konkret für das HAUT-Projekt spielen Patente noch keine Rolle.“

„Für die HAUT-Anwendung sehe ich keine Patentsituation. Es gibt ... ein Vorpatent aber ohne Strukturierung. Hier rechne ich eher nicht mit schutzwürdigen Ergebnissen, obwohl das generell ein gutes Ziel wäre.“

Gründe für diese Skepsis liegen auf verschiedenen Ebenen. Neben den **bürokratischen Hürden**, die mit Anträgen auf Schutzrechte verbunden sind, stehen auch der damit verbundene personelle und finanzielle **Aufwand** und die damit **einhergehenden Risiken** im Vordergrund.

„Patente sind so etwas wie Orden. Verwerten kann man sie so gut wie nicht, es sei denn man gründet eine Firma. Kontrolle der Verletzung und Profit aus Patenten können wir als Hochschule nicht leisten. Als Hochschule kann ich kein Geld mit Patenten verdienen. Das macht nur Sinn, wenn in Kooperationen mit der Industrie diese den bürokratischen und finanziellen Aufwand übernehmen.“

„Patente gelten als wichtig. Ich persönlich habe damit noch keine positiven Erfahrungen gemacht. (...) Bei uns klappte das nicht. Es liegt an der Bürokratie, aber auch an der finanziellen Situation und am mangelnden Vermögen, die Verwendung zu verfolgen. Hier bekommt man zu wenig Unterstützung.“

„Wenn Sie selber oder die Uni ein Patent anmelden möchten, zumal ein internationales, so ist dies sehr teuer und aufwändig und man hat schnell mehrere 10.000 € zusammen. Das macht man nur, wenn etwas Großartiges herauskommt, was man aber nicht immer weiß.“

„Patente bedeuten hohe Kosten. Wir haben bei der DFG angeregt, dafür ein Förderinstrument zu schaffen. Das ist aber nicht gut angekommen. Bei der DFG gilt, dass unsere Ergebnisse frei verfügbar sein müssen für alle gleichermaßen und zu den gleichen Konditionen zu lizenzieren. Das ist dann für die Firmen uninteressant, wenn sie kein ausschließliches Nutzungsrecht bekommen.“

„Mit der Ausstattung und dem vorhandenen Personal kann man keine Bäume ausreißen. Für die Schutzrechtsfrage braucht man mehr Manpower.“

Diese Aussagen verdeutlichen, dass einmal gemachte Einschätzungen eine lange Zeit hinweg in Erinnerung verbleiben, in Vorurteile übergehen und das Verhalten bestimmen – selbst wenn sich innerhalb dieses Zeitraums die Situation ändert. Des Weiteren wurde darauf hingewiesen, dass einige Forschungsrichtungen der HAUT-Projekte **nicht patentierbar** sind und andere **bereits patentiert** wurden.

„Noch keine Rolle. Langfristig für die Schichten in Verbindung mit der Anwendung vielleicht an Patente denken. Schichten selbst sind sehr schwer zu patentieren.“

„Nein. Wir arbeiten im HAUT Projekt mehr analytisch. Das ist nicht patentierbar.“

„Die Technologie ist bereits patentiert, über die Werkstoffe ist viel veröffentlicht, ich glaube, Patente werden hier keine Rolle spielen.“

„Der zugrunde liegende Effekt ist patentiert. Wir adaptieren ihn auf eine andere Anwendung. Je nachdem könnte man dann vielleicht ein Verfahren patentieren oder ähnliches. Das lässt sich aber jetzt noch schwer einschätzen.“

Von den befragten Forschern, die sich bereits in anderen Projekten mit Patent- und Schutzrechten beschäftigt haben, wurden einige **Institutionen** genannt, die bei der Anmeldung von Schutzrechten behilflich sein können. Auch hier kann die Kooperation mit Akteuren aus der Industrie das Procedere vereinfachen. Dabei kann die Einbeziehung von weiteren Partnern aber auch Probleme mit sich bringen, die manche Befragten auch als erheblich einstufen.

„Unsere Hochschule hat, wie viele Hochschulen, eine Stelle, die bei Patentierungen hilft. Um die Patente kümmert sich im Land Brandenburg eine eigene Patentverwertungsagentur. Wenn die Forscher im SPP HAUT von den Möglichkeiten an Ihrer Hochschule wenig wissen, ist das ein Zeichen, dass es dort mit der Bekanntmachung der Möglichkeiten hapert.“

„Wir hatten hier eine gute Unterstützung an der Uni. Aber nun ist der Zuständige plötzlich verstorben. Seither gibt es etwas Probleme. Wir haben mit der Uni zusammengearbeitet, auch mit einem externen Patentanwalt, der war aber sehr teuer und nicht optimal. Wissen-

schaftler kriegen hier kostenlose Unterstützung bei der Patentverwertung, ich selber habe damit aber wenig Erfahrung.“

„Gut ist es, wenn die Industrie die Anmeldung mit den ganzen formalen Dingen übernimmt. Dann muss nur dafür gesorgt werden, dass ein fairer Ausgleich stattfindet. Auch die Vermarktung von Patenten geht besser über eine Firma – wenn man nicht an eine Ausgründung denkt. Wir wollen forschen, wenn dann aus dem Labor heraus ein Produkt entsteht, wäre das schön, ist aber oft ein langer Weg.“

„Das Risiko ist hoch, was die Umsetzung oft behindert. Besser ist es daher, die Forschungsergebnisse werden von einer Firma umgesetzt.“

„In unserer Organisation gibt es eine Patentabteilung. Da wird man unterstützt. Die kümmern sich um Patente. Diese sind kostenintensiv und die Prozedur ist kompliziert. Erst wird in Deutschland, dann bei der EU und dann in den USA und Japan angemeldet. Wenn in Deutschland schon Probleme absehbar sind oder der Nutzen fraglich, wird dann manchmal nachgefragt, ob man überhaupt weitergehen soll, ob das im Hinblick auf die Kosten überhaupt sinnvoll ist. Das FZ möchte zum Beispiel keine Exklusivlizenzen vergeben. Ich halte das aber in manchen Fällen schon für wichtig. Das ist schon machbar, aber eben nicht gern gesehen.“

4.2.3 Verwertung der HAUT-Ergebnisse (Patente, Anwendungspotentiale, etc.)

Frage 5: „Wenn Sie an Ihre eigene Forschung denken, sehen Sie da bereits eine Anwendung in Sicht oder ist dies noch sehr grundlagenorientiert?“

Die nächste Frage des Leitfadeninterviews beschäftigte sich mit konkreten Anwendungsperspektiven für die HAUT Forschungsergebnisse. Diese Frage wurde von der überwiegenden Mehrheit der HAUT-Wissenschaftler übereinstimmend beantwortet. Die meisten Befragten **sehen bereits konkrete Anwendungen oder bestimmte Verwertungspotentiale ihrer Forschung**. Besonders die Projekte, welche bereits Industrieunternehmen als Partner integriert haben, arbeiten auch gezielt darauf hin.

„Wir haben ja auch schon den Industriepartner im Boot. Die Anwendung ist in Sicht.“

„Wir hatten von vornherein die Anwendung im Blick.“

„Wir haben immer Ideen für Anwendungen. Und wir haben immer schon auch eine Firma im Kopf, der man das anbieten kann.“

„Wir haben schon Anwendungen in Sicht, befinden uns aber noch in einer sehr frühen Phase. Erst muss sich zeigen, ob das Prinzip funktioniert.“

Gleichfalls wurde aber auch deutlich, dass in den meisten Forschungsprojekten zum jetzigen Zeitpunkt **noch keine konkreten Anwendungen** und Verwertungen umgesetzt werden, der Arbeitsschwerpunkt noch in der Realisierung der Forschungsergebnisse liegt und eher mittel- und langfristige **Zeiträume** bis zu einer anvisierten Verwertung erwartet und genannt werden (im angeführten Zitat z.B. 10-12 Jahre).

„Wie nah wir da dran sind, kann ich nicht sagen. Aber wenn alles glatt läuft kann man von einer Idee bis zum Produkt mit einer Entwicklungszeit von 10 – 12 Jahren rechnen.“

„Wir haben Ideen, sind aber noch sehr weit in der Grundlagenforschung. Unser Projekt ist exotisch. Wir sind sehr froh über die Zusammenarbeit mit einem ganz anderen Institut in unserem Hause, da gehen ganz neue Fenster auf.“

„Zuerst muss sich aber die Idee als grundsätzlich machbar erweisen, bevor man Industriepartner anspricht. Unsere Vorstellungen sind für beide Projekte sehr konkret im Hinblick auf Anwendungen. Dieses SPP ist auf 6 Jahre angelegt, ich denke, das ist realistisch.“

„Ich gehe von 5-10 Jahreszeiträumen aus von den Ideen bis zu einem Prototyp, den Sie der Industrie anbieten können.“

„Bis wir konkret in Richtung Anwendung gehen, das wird noch etwas dauern.“

Obgleich viele der Befragten durchaus **Anwendungspotential** für ihren Forschungsbereich sehen, wurde aber ebenfalls argumentiert, dass gerade DFG Forschung **eher Grundlagenforschung** bedeutet und in diesem Sinne der Verwertungsgedanke nicht unbedingt im Vordergrund stehen sollte.

„Die HAUT-Forschung ist von vornherein auf bis zu 6 Jahre ausgerichtet und vorwettbewerbliche Forschung.“

„Momentan sind wir schon noch in den Grundlagen. Das gerade fördert ja auch die DFG.“

„Das ist alles sehr grundlagenorientiert. Wir haben Triebwerke und Turbinen im Blick. Darüber hinaus, wen das interessieren könnte, damit haben wir uns noch nicht beschäftigt.“

„Von vornherein war an Anwendungen gedacht, aber diese sind noch weit weg und nicht innerhalb weniger Jahre in Industrieanwendungen umzusetzen.“

„Hier sind wir erst im Versuchsstadium ob überhaupt Potential drinsteckt.“

„Wir arbeiten in einem Bereich, wo wirtschaftliche Verwertung nicht vorgesehen ist. Keine Versuche, die zu patentwürdigen Ergebnissen führen würden. Wir sprechen hier von richtiger Grundlagenforschung.“

„Das ist schwierig. Wir bewegen uns sehr weit in der Grundlagenforschung. (...) Wir sprechen hier von einer Zeitspanne von 10 Jahren bis zur Umsetzung, d.h. bis an Anwendungen gedacht werden kann.“

„Bei DFG-Projekten gehe ich eher von Grundlagenforschung aus, da gibt es (beispielsweise bei dem Projekt gradierte Werkstoffe, war das so) einen Industriekreis. Das ist eine Art Beraterkreis, da schaut die Industrie, ob etwas Interessantes dabei herauskommt.“

4.2.4 Kontakte und Netzwerke

Frage 6: „Auf welcher Ebene erfolgen die Kontaktabahnung und im Folgenden auch die Kontakte? Wie gehen Sie vor (würden Sie vorgehen), wenn Sie wissenschaftliche Kooperationspartner benötigen?“

Der nächste Frageblock bezog sich im Schwerpunkt auf das Herstellen und die Pflege von Kontakten zur Industrie. Dabei wurde deutlich, dass die überwiegende Mehrheit der Gesprächspartner gute bis sehr gute Verbindungen mit industriellen Akteuren in ihrem Arbeitsfeld pflegt. Der Erstkon-

takt findet meist auf Veranstaltungen wie **Messen, Kongressen, Fach-ausschüssen oder Arbeitskreisen** statt (vergleiche die Auswertung der qualitativen Analysen in Kapitel 4.2).

„Durch Konferenzen, Messen und Workshops bekommt man Kontakt zu neuen Firmen.“

„Auf Konferenzen und Vorträgen gibt es Kontakte, die Industrie meldet sich.“

„Ein guter Aspekt: man präsentiert, wenn die Ergebnisse auf einem gewissen Stand sind, auf Tagungen und Konferenzen. Wir haben im anderen SPP auch eine Sonderveröffentlichung gemacht. So erreicht man ein allgemeines breites Publikum. Damit kann Kontaktaufnahme ausgelöst werden, wenn man nicht konkret weiß, wen das Ergebnis interessieren könnte.“

„Ich bin in einer Reihe von Arbeitskreisen, der DGM, dem VDI etc. So kenne ich einen großen Kreis von Personen, mit denen ich zusammengearbeitet habe. Daraus kann ich dann die potentiell interessierten ansprechen.“

„Man kennt sich, z.B. auf Messen und in Fachausschüssen werden persönliche Kontakte geknüpft.“

„Wenn man auf Tagungen und Konferenzen geht, hört man, was die Anderen machen, dann kann man jemanden ansprechen und so entstehen Kontakte.“

„Über Publikationen und Konferenzen. Hier kann man eigene Sachen darstellen und Kontakte mit anderen anbahnen und knüpfen. Eigentlich geht man auf Konferenzen hauptsächlich wegen der Kontakte.“

Bei längeren Kontakten und Kooperationen spielen für viele der befragten Forscher **persönliche Kontakte** mit verlässlichen und vertrauensvollen Partnern eine große Rolle.

„Der Kontakt läuft meist über Personen.“

„Persönliche Kontakte, also wenn man sich kennt, dann geht das besser. Dann kann man gemeinsam Erkenntnisse erarbeiten und umsetzen.“

„Auch hier habe ich persönliche Kontakte. Man kennt sehr viele Kollegen. Über Tagungen kann man neue Kollegen kennen lernen, aber auch hier läuft es über bestimmte Kontaktpersonen.“

„Hauptsächlich über persönliche Verbindungen. Ich sehe mir meine Kontakte an, wen ich fragen kann. Falls diese Kontakte mir nicht helfen können, frage ich, ob sie jemanden kennen und vermitteln können.“

„Die Sympathie ist dabei wichtig für eine Zusammenarbeit.“

„Mein Chef hat persönliche Beziehungen, darüber läuft viel.“

Neben der Bedeutung von persönlichen Kontakten spielt auch die **Kontinuität und langfristige Bindung** zu potentiellen Verwertungspartnern eine wichtige Rolle.

„Ich habe über Jahre gewachsene Kontakte, kenne die Leute. Indem ich seriöse Fachvorträge vor Industrievertretern mache, komme ich zusätzlich in Kontakt oder werde nochmals zum Vortragen eingeladen.“

„Für wissenschaftliche Kooperationen haben wir über Jahre aufgebaute Kontakte. Wir suchen dann nach den Kompetenzen Partner heraus, die wir ansprechen.“

Eigene **Veröffentlichungen** sind nach Aussage der Befragten nur bedingt dazu geeignet, potentielle Industriepartner auf sich aufmerksam zu machen.

„Über die Veröffentlichung von Forschungsergebnissen ist es gar nicht so einfach.“

„Das geht nach Forschungsrichtung. Forscher und Industrie verstehen sich, wenn es um konkrete Arbeit geht, sind Faltblätter etc. ja ganz nett, führen aber selten zu einer Zusammenarbeit.“

„Über Publikationen komme ich weniger in Kontakte.“

„Publikationen zu lesen und dann den Autor anzurufen finde ich eher schwieriger.“

„Wissenschaftliche Beiträge (reviewed Artikel) führen selten zu Industriekontakten.“

Bei Einigen der Befragten wurde deutlich, dass sie ihre Kontakte bereits in hohem Maße institutionalisiert haben, sei dies über eigene Netzwerke oder Mitgliedschaften in Verbänden.

„Wir waren beteiligt am „Network of excellence“, das es auf europäischer Ebene gab. Daher sind wir bekannt.“

„Ich habe aus meiner langen Erfahrung heraus ein Portfolio an Partnern aus der Industrie, z.B. sind ehemalige Mitarbeiter bei Firmen, da kennt man sich, hat eine gute Vernetzung und Kontaktpersonen im Umfeld.“

„Sonst haben wir auch viele Kontakte aus unserer Mitgliedschaft in Verbänden. Zu nennen wären hier: TS (Gemeinschaft Thermisches Spritzen), DVS (Deutscher Verband für Schweißen und Fügetechnik) und EFDS (Europäischer Verband, habe die genaue Bezeichnung jetzt nicht im Kopf).“

„Wir sind in Verbänden und Netzwerken etabliert. Darüber laufen Anträge. Oft kommt das aus dem lokalen Umfeld aber auch überregional.“

„Die DFG und der DAAD haben seit wenigen Monaten auch eine Plattform, genannt Research Explorer, wo man Wissenschaftler für Kooperationen finden kann.“

Für manche der befragten Forscher stellt die Kontaktsuche kein wirkliches Problem dar, da ihre Forschungsergebnisse **von der Industrie aktiv nachgefragt** werden und die Initiative zur Kooperation direkt aus der Wirtschaft kommt.

„Wir sind bei der Kontakthanbahnung nicht offensiv. Man kennt uns und die Leute kommen auf uns zu, dass wir uns fast nicht mehr wehren können. Wenn Industrie-Interessen da sind, kommt man auf uns zu.“

„Die Industrie kommt auch auf uns zu mit einer Problemstellung. Wir können dann abschätzen, ob es ein kleines bilaterales Projekt gibt,

oder ob die Idee auch für andere interessant ist, dann kann man ein öffentlich gefördertes Projekt daraus machen.“

„Die Industrieunternehmen kommen auf uns zu. (...) für bilaterale Zusammenarbeit kommen die Firmen auf uns zu.“

4.2.5 Verbesserungsvorschläge, Brauchbarkeit und der mögliche Einsatz eines Intermediärs

Im letzten Frageblock des Leitfadeninterviews wurde mit der nachfolgend aufgeführten Frage nach konkreten Ideen gefragt, wie man die Forscher in Hinblick auf eine potentielle Verwertung ihrer Forschungsergebnisse unterstützen kann.

Frage 7: „Zurückgehend auf das eingangs Gesagte: Was könnte getan werden, um Sie zu unterstützen, Ihre Forschungsergebnisse besser zu verwerten. Bezogen auf das HAUT – Projekt – welche Unterstützung wünschen Sie sich konkret?“

In diesem Zusammenhang wurde die Idee eines Verwertungsagenten vorgestellt, der als Berater speziell die Verwertungspotentiale der im Rahmen des betrachteten Schwerpunktprogramms geförderten Vorhaben nachverfolgt und mögliche Interessen in der Industrie identifiziert. Zudem sollte ein Verwertungsagent die Forscher im Hinblick auf Schutzrechtsfragen, Verwertungspläne sowie Finanzierungsmöglichkeiten für weitergehende Vorhaben beraten. In partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit den Forschern organisiert der Agent Treffen mit interessierten Firmen (bei größerem Interesse Partneringevents) und moderiert diese Treffen im Hinblick auf einen reibungslosen Kommunikationsablauf und Informationsaustausch.

Dabei wurde deutlich, dass die Befragten einem Agenten, der ihnen bei der Verwertung ihrer Forschungsergebnisse behilflich wäre, grundsätzlich positiv gegenüber stehen. Dieser Agent sollte eine Reihe von Kompetenzen besitzen die ihm eine effektive Hilfestellung ermöglichen.

„Die Idee Ihres Verwertungsagenten finde ich sehr spannend. Ich hätte vielleicht sogar Lust auf so einen Job, wenn ich in meinem Projekt schon etwas weiter fortgeschritten wäre. Ich bin gelernter Kaufmann und habe dort mehrjährige Berufserfahrung. Ich sehe das Potential, dass man mit dieser Idee den Wissensaustausch, Transfer

und Kontaktabbahnungen zu managen, ein ganz neues Berufsfeld schaffen könnte.“

„Für die Industrie ist das noch sehr weit weg. Auch hier könnte ich mir vorstellen, dass als Unterstützung bei der Suche nach Industriekontakten ein Verwertungsagent hilfreich sein könnte.“

„Wissenschaftler sind nicht so in die Verwertung involviert. Das ist ein Verwaltungsaufwand etc. Da kann einem so ein Verwertungsagent eventuell eine Hilfe sein. Der sollte einem die Verwertungsarbeit und Bürokratie abnehmen. Er sollte auch potentielle Kontakte im Hintergrund vermitteln.“

„Im SPP HAUT sind ja mehrere Projekte, die alle Vorstellungen zu Anwendungen ihrer Forschung generieren. Im Idealfall sollte der Verwertungsagent diese Vorstellungen aufnehmen und damit Industriepartner finden. Er sollte diese Industriepartner auch konkret ansprechen.“

„Die Verwertungsagenten finde ich eine Supersache. Die können Kontakte zu Firmen herstellen. Forscher kennen sich nicht aus, was unterschiedliche Firmen bräuchten, da können die Verwertungsagenten ansetzen. Zum Beispiel könnten sie Tagungen organisieren, wo gezielt Firmen eingeladen werden und man vorträgt, an was man forscht. So können Kontakt und Kooperation entstehen.“

„Zu einem anderen, späteren Zeitpunkt kann ich mir schon vorstellen, dass der Verwertungsagent sinnvoll sein könnte, z.B. um Kontakte zur Industrie aufzubauen. Ich bräuchte auch in rechtlichen und Patentangelegenheiten Unterstützung“

„Es kommt darauf an, wie gut der Verwertungsagent in der Community vernetzt ist, er/sie sollte sehr gut vernetzt sein. Wir haben ja in Brandenburg die Netzwerkmanager, die fast schon überhand nehmen. Das geht nach dem Prinzip „einer kennt einen der einen kennt“... Zum Weiteren sollte er/sie die Materie fachlich detailliert kennen.“

„Verwertungsagent könnte ich mir mehr in Bezug auf Patente schreiben und Zielerfüllung / Methoden vorstellen.“

„Bei der Vermarktung muss er wissen, was es gibt, jemand vom Fach. Er sollte die Bedürfnisse und aktuellen Fragestellungen der Industrie kennen. Aber das Problem ist, dass aus der Industrie niemand sein konkretes Problem benennen wird. Das wird eine schwierige Sache, die fast niemand leisten kann, da mehrjährige Erfahrung und zahlreiche Kontakte nötig sind.“

„Der sollte das durchboxen bis zur Verwertung, einem die Patentschreiberei abnehmen, sich weiter kümmern. (...) Der Verwertungsagent sollte einem die Sorgen um die Finanzierung abnehmen und müsste die Industrie überzeugen. (...) Der Verwertungsagent sollte Sachverstand haben, damit kein Dolmetscher notwendig ist.“

„Das Problem ist das Vertrauen. Oft werden die Fragen nicht ganz konkret gestellt. Wenn man die richtige Frage kennt, ist die Antwort oft nicht schwer. Daher muss m.E. so ein „Agent“ Vertrauen genießen, dass die Firma nicht denkt, wenn ich ihm mein Problem schildere, geht er damit los. Agent ist in dem Zusammenhang auch ein schlechtes Wort, das will man ja gerade nicht (lacht). Man könnte sich als Verwertungshelfer einen pensionierten Industriemann oder emeritierten Professor vorstellen. Der ist nicht mehr so sehr im Tagesgeschäft, hat noch die Kontakte und vielleicht nicht mehr so egoistische Interessen.“

Lediglich einzelne Befragte sahen die Rolle eines Verwertungsagenten eher skeptisch.

„Ich glaube nicht, dass ein Verwertungsagent die Lage stark verbessern kann, weil das mit dem Vertrauensverhältnis zusammenhängt. Vielleicht sollte es an der Uni eine Stelle geben, die konkret und gezielt Kontakte zur Industrie herstellt und Anfragen weitervermittelt.“

„Es kann nicht eine Person sein, das ist ein zu weites Feld. In der Regel werden Daten gesammelt und weitergegeben. Das führt dazu dass eine weitere bürokratische Ebene eingezogen wird.“

Die hier genannten positiven und negativen Aspekte und Kompetenzen, die ein Verwertungsagent mitbringen muss, wurden von uns im Rahmen eines **Anforderungsprofils** berücksichtigt. Zusammengefasst sind das **Kompetenz**, sowohl auf dem technisch zu verwertenden Gebiet als auch **Erfahrung** in Verwertungs- und Schutzrechtverfahren; **Vertraulichkeit & Verlässlichkeit**, was den Umgang mit sensiblen Informationen und Akteu-

ren angeht, und schließlich **Konzentration** auf ein eingegrenztes technisches Gebiet, um eine Überforderung zu vermeiden.

Neben dem Verwertungsagenten wurde auch die Rolle von **Industriekreisen**, die Forschungsprojekte beratend begleiten, positiv bewertet.

„Für die AIF-Projekte muss man ja einen Projekt begleitenden Industriekreis zusammenstellen. Das gibt dann eine direkte Rückkopplung. Zunächst wählt man Firmen nach Bekanntheit aus, man recherchiert im Internet, wer auf dem Gebiet arbeitet. Wenn das Projekt dann fortgeschritten ist, man Vorträge hält, wird man angesprochen. Der Industriekreis ist ja bis zum Schluss hin offen, dann kommen vielleicht neue Firmen hinzu. Das führt zu einer engeren Vernetzung. Man geht in die Firmen, macht ev. dort auch Versuche.“

„Bei SFB oder SPP gibt es Industrieberaterkreise, da ist dann immer die gute Verwertung im Blick.“

„Bei DFG-Projekten gehe ich eher von Grundlagenforschung aus, da gibt es einen Industriekreis. Das ist eine Art Beraterkreis, da schaut die Industrie, ob etwas Interessantes dabei herauskommt.“

4.2.6 Fazit der Leitfadeninterviews zur Perspektive der Wissenschaft

Durch diese Leitfadeninterviews konnten neue Einblicke im Hinblick auf die Hemmnisse und förderlichen Maßnahmen zur Verwertung von wissenschaftlichen Erkenntnissen gewonnen werden. Zusammen mit den qualitativen Befragungen von Industrievertretern und dem zusammengetragenen quantitativen Material lässt sich ein umfassendes Bild über die Probleme und Möglichkeiten zur Förderung von Innovations- und Verwertungsprozessen erstellen.

Verwertung von Forschungsergebnissen

Es wurde deutlich, dass für eine Erfolg versprechende Verwertung von Forschungsergebnissen das frühzeitige und enge Einbinden von industriellen Partnern als sinnvolle Möglichkeit gesehen wird, die Interessen für eine Zusammenarbeit/Kooperation jedoch unterschiedlich motiviert sind.

Einige der HAUT-Projektpartner scheinen sowohl im allgemeinen als auch speziell in ihrem HAUT Forschungsprojekt ausgesprochen gute Beziehun-

gen und Kooperationsmöglichkeiten zur Wirtschaft zu haben. Es wurde jedoch auch deutlich, dass trotz der Bereitschaft und dem Willen zur Kooperation und Verwertung, die Umsetzung z.T. wegen mangelnder und nicht geeigneter Kooperationspartner scheitert. Die fehlende Weiterverwendung der Forschungsergebnisse ruft dann Frustration hervor.

Hemmnisse für die Verwertung

Forschungseinrichtungen, insbesondere **Universitäten, verfügen oftmals nicht über die notwendigen Kompetenzen, Ressourcen und Strukturen**, um generierte Forschungsergebnisse auf einen guten Weg zu bringen. Die an vielen Universitäten vorhandenen Verwertungsstellen sind nach Aussage einiger Befragten nicht ausreichend ausgestattet. Hier werden insbesondere die Personalknappheit im Mittelbau und die Problematik der befristeten Verträge genannt. Mangelnde **Kompetenz** in Bezug auf Marktnotwendigkeiten und wirtschaftliche Anforderungen und Zwänge auf der Wissenschaftsseite scheint ebenfalls eine Rolle zu spielen.

Im **Verhältnis zwischen Forschung und Industrie** wird eine beiderseitige Distanz postuliert. Wissenschaftler knüpfen und pflegen zu wenige Kontakte mit Industrievertretern und auf der anderen Seite saugen Industrievertreter Wissen auf und verwenden dies dann weiter, ohne dass die Forscher darin involviert sind.

Die **Konkurrenz zwischen einzelnen Industrieakteuren** birgt für die Wissenschaftler ebenfalls Probleme. Um Interessenkonflikte zu vermeiden, bedarf es besonderen Wissens um die Interessenlage der (potentiellen) Industriepartner.

Bei der Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen wird von den befragten Forschern zwischen **Großunternehmen und KMUs** unterschieden und folgende Einschätzungen wiedergegeben:

- Große Konzerne verfügen über eigene großzügig ausgestattete F&E Abteilungen und kaufen bei Bedarf Forschungsergebnisse, Patente oder auch Forscher ein. Sie sind auf die Forschungsergebnisse externer Institutionen oftmals nicht angewiesen.
- Die Kooperation mit kleinen und mittleren Unternehmen wird durch fehlende Erstkontakte zu passenden Partnern mangels Unkenntnis erschwert bzw. unmöglich. Des Weiteren verfügen KMUs oftmals nicht über die notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen, die für

Kooperationsprojekte benötigt werden. Andererseits weisen sie durch einen geringeren Bürokratielevel auch Vorteile für eine Zusammenarbeit auf.

- Wissenschaft und Wirtschaft sprechen grundsätzlich keine unterschiedlichen Sprachen. Jedoch stehen sie durch ihre verschiedene Zielsetzungen (insb. Publikation vs. Profit) unter verschiedenen Anreizsystemen und es bestehen häufig Hemmnisse Kooperationen einzugehen.

Schutzrechte

In Bezug zu Patenten und Schutzrechten hat sich ergeben, dass diese in den Forschungsprojekten von HAUT eine untergeordnete Rolle spielen. Die Gründe hierfür reichen von bürokratischen Hürden und notwendigem personellen und finanziellen Aufwand, über mangelndes Wissen über unterstützende Institutionen, bis zu der Tatsache, dass einige Ergebnisse der HAUT-Projekte nicht patentierbar sind und andere bereits patentiert wurden.

Anwendungspotentiale der Forschungsergebnisse

Auffällig ist, dass ein Großteil der Forscher **konkrete Anwendungen oder bestimmte Verwertungspotentiale ihrer Forschung für möglich halten**. Dies trifft im besonderen Maße für die Projekte mit Industrieunternehmen als Partner zu. Die hohe Anzahl der Industriepartner (sowohl direkte als auch indirekte) scheint beim SPP 1299 – HAUT besonders auffällig zu sein.

Gleichfalls wurde aber auch deutlich, dass in den meisten Forschungsprojekten zum jetzigen Zeitpunkt **noch keine konkreten Anwendungen** und Verwertungen umgesetzt werden, der Arbeitsschwerpunkt noch in der Realisierung der Forschungsergebnisse liegt und eher mittel- und langfristige **Zeiträume** bis zu einer anvisierten Verwertung erwartet und genannt werden (im angeführten Zitat z.B. 10-12 Jahre).

Druck nach Anwendung

Obgleich viele der Befragten durchaus **Anwendungspotential** für Ihren Forschungsbereich sehen, wurde aber ebenfalls, wenn auch punktuell, argumentiert, dass gerade DFG-Forschung **eher Grundlagenforschung** bedeutet und in diesem Sinne der Verwertungsgedanke nicht unbedingt

im Vordergrund stehen sollte. Dies geht einher mit einer gewissen **Verunsicherung über die Zielsetzung** der DFG und anderer „staatlicher“ Institutionen. Hier werden klarere Leitlinien in Hinblick auf Grundlagenforschung oder anwendungs- und verwertungsbezogene Forschung gewünscht.

Herstellen und Pflege von Kontakten zur Industrie

Generell pflegt die überwiegende Mehrheit der Gesprächspartner gute bis sehr gute Verbindungen mit industriellen Akteuren in ihrem Arbeitsfeld. Der Erstkontakt findet meist auf Veranstaltungen wie **Messen, Kongressen, Fachausschüssen oder Arbeitskreisen** statt. (Dies deckt sich mit den Angaben aus der qualitative Analyse in Kapitel 4.1). **Persönliche Kontakte** mit verlässlichen und vertrauensvollen Partnern für langfristige und kontinuierliche Zusammenarbeit spielen eine große Rolle. Ebenso werden Kontakte über eigene Netzwerke oder Mitgliedschaften in Verbänden institutionalisiert.

Eigene **Veröffentlichungen** in Fachzeitschriften stellen i.d.R. kein Potential für die Anbahnung von Kontakten mit potentiellen Industriepartnern dar. Für manche der befragten Forscher stellt die Kontaktsuche kein Problem dar, da ihre Forschungsergebnisse **von der Industrie aktiv nachgefragt** werden und die Initiative zur Kooperation direkt aus der Wirtschaft kommt.

Möglichkeit der Unterstützung zur Verwertung von Forschungsergebnissen

In diesem Zusammenhang wurde die Idee eines Verwertungsagenten vorgestellt, der als Berater speziell die Verwertungspotentiale der im Rahmen des betrachteten Schwerpunktprogramms geförderten Vorhaben verfolgt und mögliche Interessen in der Industrie identifiziert sowie bei „allen“ Fragen in Bezug auf die weitere Verwendung der Ergebnisse unterstützt. Die meisten Befragten standen einem Agenten, der ihnen bei der Verwertung ihrer Forschungsergebnisse behilflich wäre, grundsätzlich positiv gegenüber. Für die Akzeptanz des Agenten müssen jedoch eine Reihe von Qualifikationen und Voraussetzungen gegeben sein. Klar wurde, die Leistung des Agenten muss eine Hilfestellung sein und darf keine Verpflichtung darstellen, die den Druck nach Verwertung erhöht.

Die hier genannten Aspekte und Kompetenzen, die ein Verwertungsagent mitbringen muss, wurden von uns im Rahmen eines **Anforderungsprofils**

berücksichtigt. Zusammengefasst sind dies **Kompetenz**, sowohl auf dem technisch zu verwertenden Gebiet, als auch **Erfahrung** in Verwertungs- und Schutzrechtverfahren; **Vertraulichkeit & Verlässlichkeit** was den Umgang mit sensiblen Informationen und Akteuren angeht und schließlich **Konzentration** auf ein eingegrenztes Forschungsgebiet, um eine Überforderung zu vermeiden. Neben dem Verwertungsagenten wurde auch die Rolle von **Industriekreisen**, die Forschungsprojekte beratend begleiten, positiv bewertet.

4.3 Verwertungspotentiale aus Sicht der Industrie

Ein Ziel des PATE-Projekts besteht darin, Hemmnisse und fördernde Faktoren in der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft im Hochtemperaturbereich zu identifizieren. Um dies zu realisieren, wurden neben einer schriftlichen, quantitativen Befragung, Leitfadeninterviews durchgeführt, um auch die qualitative Perspektive beleuchten zu können. In diesem Abschnitt wird die Perspektive der Industrie dargestellt. Die durchgeführten Interviews ermöglichen einen tieferen Einblick in die Motiv- und Interessenlage der wirtschaftlichen Akteure im Hochtemperaturbereich. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt von der Reihenfolge der Themen bzw. anhand der gestellten Fragen analog zu den in Kapitel 4.2 aufgezeigten Ergebnissen aus den Interviews mit den HAUT-Wissenschaftlern.

4.3.1 Methodik der qualitativen Erhebung (Industrie)

Analog zu den durchgeführten Interviews auf der Wissenschaftlerseite (s. Kapitel 4.2.1) wurden ebenfalls Leitfadeninterviews geführt. Die Leitfadeninterviews wurden auf der MSE Messe (Materials Science and Engineering) in Nürnberg 2008 durchgeführt. Hierbei wurden nur Industrievertreter befragt, die mit Oberflächen im Hochtemperaturbereich zu tun haben. Dabei konnten 14 Interviews realisiert werden. Der Interviewleitfaden findet sich im Anhang I.

4.3.2 Allgemeine fördernde und hemmende Faktoren und Erfahrungen in der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie

Wenn man Industrievertreter nach der **generellen Zusammenarbeit** mit wissenschaftlichen Institutionen befragt, fällt die Resonanz sehr unterschiedlich aus. Besonders **Industrievertreter von großen Unternehmen zeichnen ein eher positives Bild**. So wurden von einigen Befragten um-

fangreiche Kooperations- und Kommunikationspartner aus der Wissenschaft genannt, wobei die Kontakte eher an bestimmten Personen (in erster Linie Hochschulprofessoren) als an Forschungs-Institutionen festgemacht wurden. Transferstellen wurden ebenfalls genannt, spielten aber eine eher untergeordnete Rolle. Ein weiterer genannter Weg des Wissenstransfers stellt hier (für Großunternehmen) auch der Zukauf von kleinen innovativen Firmen dar, die in bestimmten Marktsegmenten Alleinstellungsmerkmale besitzen.

Bei der Zusammenarbeit ist für viele der Befragten **Vertrauen und Verlässlichkeit** von besonderer Bedeutung. Hat sich die Zusammenarbeit bewährt, ist man eher bereit, auch Risiken einzugehen, während man bei potentiell neuen Partnern zunächst eher vorsichtig agiert. Dabei sind sowohl grundsätzliche Ressentiments gegenüber Wissenschaftlern („Elfenbeinturm“) als auch Ängste um Verwertungseinschränkungen und Schutzrechte (Know-how Verlust) von Bedeutung.

Es wurde noch einmal deutlich, dass es sich bei dem Untersuchungsgegenstand „Oberflächen für Hochtemperatur-Anwendungen“ zwar um ein **hoch spezialisiertes, aber dennoch sehr vielschichtiges und komplexes Themengebiet** handelt, das schwer zu kategorisieren und inhaltlich zu strukturieren ist (wie bereits bei den stattgefundenen HAUT-Treffen von allen beteiligten Partnern festgestellt). Der hohe Spezialisierungsgrad von potentiellen wissenschaftlichen und wirtschaftlich nutzbaren Anwendungsgebieten birgt für die Kommunikation und Zusammenarbeit sowohl Vor- als auch Nachteile.

Für Firmen, die nur an speziellen Anwendungen interessiert sind, ist der Pool an potentiellen wissenschaftlichen Kooperationspartnern überschaubar.

„Man kennt seine Pappenheimer“

Trotzdem kann es schwer sein, diese zu identifizieren und thematische Anknüpfungspunkte zu finden.

„In dem Bereich in dem wir tätig sind, wird meines Wissens nach gar nicht groß geforscht“

Einen weiteren Aspekt stellt die häufig thematisierte **gegensätzliche Zielvorstellung** zwischen Wissenschaft und Industrie dar. So ist nach Aussage mehrerer Befragter der Zielfokus einer möglichst schnellen und effizi-

enten Produktentwicklung nur schwer mit der Vorstellung einer wissenschaftlich und methodisch einwandfreien (Grundlagen-) Forschung zu vereinbaren. Dabei wird zum einen die Zeitperspektive („so schnell wie möglich“ vs. „so lange wie es dauert“) als auch der zur Verfügung stehende Ressourcenaufwand („finanzierte Forschungsprojekte vs. Risikokapital“) genannt.

Die Vorstellung, dass grundlegende Verständigungsprobleme zwischen Industrie und Wissenschaft aufgrund **kultureller und sprachlicher Missverständnisse** zu finden sind, konnte nicht bestätigt werden. Vielmehr basieren die Probleme nach Aussage der Befragten auf bewusst gewählten unterschiedlichen Zielvorstellungen und Vorgehensweisen.

„Man redet über dieselben Dinge, nur: Wissenschaft mit Blick nach links und rechts, Wirtschaft will maßgeschneidertes Produkt schnell entwickelt haben. Industrie mit Kosten-Nutzen-Analyse, Wissenschaft mit breitem Ansatz, Diskrepanz vorhanden.“

Werden die Befragten speziell auf die **Rolle der kleinen und mittleren Unternehmen** angesprochen, zeigt sich ein grundlegendes Problem bei der Ausgestaltung von Innovationsnetzwerken. Nahezu alle Befragten thematisierten die **Ressourcenknappheit**. Um ein funktionierendes und effektives Netzwerk zur Entwicklung von neuen Produkten zu etablieren und zu pflegen ist ein beträchtliches Maß an zeitlichem und mitunter auch materiellem Aufwand nötig. Diesen Aufwand zu leisten überfordert die Kapazitäten der meisten KMUs. F&E Prozesse werden als hochriskante Unternehmungen beschrieben, die ein normaler Mittelständler aufgrund der damit verbundenen ökonomischen Zwänge und des zu investierenden Risikokapitals oftmals scheut.

Die meisten KMUs sind mit der Produktion und Vermarktung ihrer Produkte voll ausgelastet. Personal oder ganze Abteilungen werden in der Regel nicht speziell für F&E eingesetzt, sondern im Bedarfsfall aus der Produktion und dem Marketing rekrutiert. Eine Ausnahme bilden hier Unternehmen, die sich auf F&E spezialisiert haben und deren Unternehmenslogik auch darauf abgestimmt ist. In aller Regel aber werden F&E Prozesse für KMUs durch Marktdruck und neue Anforderungsprofile der Kunden in Gang gesetzt. Die mangelnde Bereitschaft zur Kooperation mit Fremdakteuren wird noch durch Ängste verstärkt, die gerade kleine Unternehmen haben, ihre bestehenden Alleinstellungsmerkmale auf dem Markt durch Preisgabe von internem technologischen Wissen zu verlieren, da dieses nicht abgesichert werden kann. KMUs haben meist nicht die erforderlichen

Ressourcen, um eingetragene Schutzrechte zu beantragen bzw. diese geltend zu machen.

Dabei sehen einige der Befragten durchaus auch **Chancen für KMUs** in Innovationsnetzwerken. So kann die Flexibilität kleiner Unternehmen Kommunikations- und Abstimmungsprozesse immens erleichtern. Damit lässt sich gewährleisten, dass man flexibler auf neue Entwicklungen reagieren und komplizierte bürokratische Hürden leichter umgehen kann. Auch die Anzahl der beteiligten Entscheidungsträger und Ansprechpartner bleibt überschaubar, was für die Ausbildung von vertrauensbasierter Zusammenarbeit von Vorteil sein kann.

4.3.3 Kontakte und Netzwerke

Fragt man die Industrievertreter allgemeiner nach ihren **Kooperations- und Kommunikationsnetzwerken**, wird deutlich, dass diese jeweils auf die Situation des eigenen Unternehmens angepasst durchaus existieren und im Großen und Ganzen auch funktionieren. Initiiert und gepflegt werden diese Innovationsnetzwerke zumeist durch eigene Anstrengungen. Ihre Funktionalität basiert in vielen Fällen auf **persönlichen Kontakten**, die gegenseitiges **Vertrauen und Verlässlichkeit** garantieren. Demnach wurde argumentiert, dass sich Initiativen von TTS zur Netzwerkbildung nur schwierig gestalten lassen, da die Entwicklung von gegenseitigem Vertrauen und antizipierter Verlässlichkeit langfristige Prozesse darstellen. Von einzelnen Befragten wurde auch auf **räumlich zu verortende Netzwerkstrukturen** hingewiesen, die trotz der technischen Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten noch eine Rolle spielen.

Die **Rekrutierung von wissenschaftlich qualifizierten Mitarbeitern** läuft neben üblichen **Ausschreibungsverfahren** über bereits **bekanntes Kooperationspartner**, da hier eine gewisse Vertrauensbasis vorhanden zu sein scheint. Dabei wurde von vielen Befragten angegeben, dass gerade für den speziellen Bereich Hochtemperaturanwendungen eine **große Nachfrage** an qualifiziertem Personal besteht, die nicht ausreichend gedeckt werden kann. Das generelle Ausbildungsniveau wird als „sehr gut“ eingestuft, wobei einzelne Industrievertreter bemängeln, dass es für ihren speziellen Tätigkeitsbereich keine entsprechend spezialisierte Hochschulbildung gibt. Dabei ist anzumerken, dass gerade in sehr spezialisierten Bereichen eine gezielte Weiterbildung von Hochschulen nur punktuell geleistet werden kann. Als adäquater Anknüpfungspunkt wurde die **Betreuung von Abschlussarbeiten** genannt. Hierbei kann sowohl die entsprechende Qualifikation erworben und überprüft, als auch ein gegenseitiges

Vertrauensverhältnis entwickelt werden. Allerdings sind solche Verfahren oftmals mit einem erheblichen Ressourcenaufwand verbunden, was es für kleine und mittlere Unternehmen erschwert.

4.3.4 Verbesserungsvorschläge, Brauchbarkeit und Konzeption des Verwertungsagenten

Auf die Frage nach **Verbesserungsmöglichkeiten in der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft** sehen die Befragten einiges Potential. Zunächst wird ein **allgemeines Mehr an Ressourcen für den Bereich Technologietransfer gefordert**. Neben dieser eher unspezifischen Forderung sieht man aber auch in den bestehenden Strukturen Verbesserungspotential. Demnach sollten die Transferinstitutionen **besser koordiniert** werden, um sowohl eine inhaltliche **Spezifizierung** nach thematischen Gebieten („*einheitliche Stelle für Patentregelungen*“) als auch eine **Zielgruppenorientierung** in Großindustrie und KMUs zu ermöglichen („Bessere Abstimmung: Zielgerichtetheit der Förderung: Großunternehmen müssen anders behandelt werden als KMUs“).

Die verschiedenen **Kooperationsstellen** sollten durch mehr Eigeninitiative auf sich aufmerksam machen und ihre Netzwerke aktiver und zielgerichteter mit Informationen und Anregungen versorgen. Auch an diesem Punkt wird das zentrale Thema **Vertrauen** als Voraussetzung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit genannt. Die Zielkonflikte zwischen Industrie und Wissenschaft sollten frühzeitig ausgeräumt und eine einheitliche Vorgehensweise durch **enge Kooperation und Abstimmung** vereinbart werden.

„Wissenschaftler und Industrie müssen von Anfang an parallel zusammen arbeiten, damit Wünsche und Interessen abgestimmt werden können, sonst Lücke da, kein sequentielles Vorgehen ratsam.“

Zum Umgang mit und der Kenntnis von **Technologietransferstellen** (TTS) ergibt sich aus der Perspektive der Industrie kein einheitliches Bild. Zwar werden Transferstellen als notwendig und sinnvoll erachtet, jedoch bestehen in der konkreten Zusammenarbeit strukturelle Lücken. So wird deutlich, dass speziell Vertreter von **kleinen und mittleren Unternehmen** hier deutliche Defizite benennen. Zum einen sehen sie sich nicht ausreichend über die Existenz und Arbeitsweise der TTS informiert, sowie zu wenig direkt angesprochen. Die öffentliche Förderung und die Aktivitäten der TTS seien zu stark auf die Großindustrie ausgerichtet.

„... man kommt nicht an die Mittel wenn man Risikokapital braucht. Das Geld geht dahin, wo schon genug ist.“

Insgesamt fehlen den KMUs schlicht Erfahrungswerte mit TTS. (Ausnahme Bayern: Hier wurde explizit ein Technologietransfernetzwerk benannt, dass sich auf KMUs spezialisiert hat.) Auch hier wird darauf hingewiesen, dass die Initiative in erster Linie von den Betrieben ausgeht, die über persönliche Kontakte ihre Netzwerke ausbilden.

Mit **größeren Unternehmen** scheinen TTS weitaus besser vernetzt zu sein. Sowohl Bekanntheit als auch Kooperationsaktivitäten sind nach Aussage der Befragten hier stärker ausgeprägt. Vereinzelt wird der Bedarf sogar als „gesättigt“ eingestuft. Dennoch wurde kritisch angemerkt, dass solche Zusammenarbeit ein großes Maß an gegenseitigem Vertrauen und Verschwiegenheit notwendig macht, dass bei den TTS nicht immer gewährleistet werden konnte. **Gefordert** wird von den TTS zum einen ihre Stellung als Vermittler zwischen Industrie und Wissenschaft aktiver zu nutzen, selbst Kooperations- & Innovationspotentiale zu erkennen und diese zu fördern.

„Vorausschau in die Zukunft wichtig: Was wird in 5 Jahren gebraucht?“

4.3.5 Fazit der Leitfadeninterviews zur Perspektive der Wirtschaft

Von den Industrievertretern wurde ein unterschiedliches Bild für eine generelle Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gezeichnet. Ein positives Bild wurde insbesondere von Angehörigen großer Unternehmen gegeben. Diese gaben an, in größerer Anzahl Kooperations- und Kommunikationspartner in der Wissenschaft zu haben. Im Gegensatz zu den eher institutionalisierten Beziehungen, die in der quantitativen Umfrage von Industrievertretern genannt wurden, machen die Industrievertreter in den mündlich geführten Leitfadeninterviews die Kommunikation eher an einzelnen Personen fest denn an Institutionen. Kontakte zu Transferstellen wurden ebenfalls, wenn auch eher untergeordnet, genannt.

Vertrauen und Verlässlichkeit wurden als wichtige Merkmale für erfolgreiche Kommunikation auch von den Industrievertretern genannt. Bei potentiellen bzw. neuen Partnern wird zunächst eher vorsichtig agiert. Grundsätzliche Ressentiments gegenüber Wissenschaftlern („Elfenbeinturm“) als auch Ängste um Verwertungseinschränkungen und Schutzrechte (Know-How Verlust) sind von Bedeutung.

Für Firmen, die nur an speziellen Anwendungen interessiert sind, wird der Pool an potentiellen wissenschaftlichen Kooperationspartnern im Hochtemperatur-Bereich als übersichtlich dargestellt, was darauf schließen lässt, dass eine Partnersuche relativ einfach möglich sein sollte. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass es eine Schwierigkeit darstellt, für bestimmte Fragestellungen geeignete Partner zu identifizieren und thematische Anknüpfungspunkte zu finden. Hier stellt sich die Frage, ob die postulierte Übersichtlichkeit der Forschungslandschaft tatsächlich gegeben ist, oder ob bestimmte Fragestellungen in der Wissenschaft tatsächlich (noch) nicht bearbeitet werden.

Wie auch schon bei den Befragungen der Wissenschaftler wurde bestätigt, dass Kommunikationsschwierigkeiten zwischen Kooperationspartnern selten auf kulturellen Unterschieden zwischen Wissenschaft und Wirtschaft beruhen, sondern eher in unterschiedlichen Zielvorstellungen und Rahmenbedingungen zu finden sind.

Die Rolle der kleinen und mittleren Unternehmen

Nahezu alle Befragten thematisierten die Ressourcenknappheit bei KMU. Der Aufwand für den Aufbau und die Pflege eines „unternehmensspezifischen“ Netzwerks zur Entwicklung von neuen Produkten überfordert die Kapazitäten der meisten KMUs. F&E-Prozesse werden als hochriskante Unternehmungen beschrieben, die ein normaler Mittelständler aufgrund der damit verbundenen ökonomischen Zwänge und des zu investierenden Risikokapitals oftmals nur aufgrund von Marktdruck i.d.R. durch spezifische Anforderungsprofile von Kunden einget. Außerdem scheinen die Befürchtungen eines Wissensabflusses bei den KMUs besonders ausgeprägt zu sein¹⁵.

Kooperations- und Kommunikationsnetzwerke

Die Industrievertreter geben für sich bzw. ihre Unternehmen an, in funktionierende Kooperations- und Kommunikationsnetzwerke eingebunden zu sein. Sie basieren wiederum auf persönlichen Kontakten, die gegenseitiges Vertrauen und Verlässlichkeit garantieren. Initiativen von Technologietransferstellen werden mangels (oder noch fehlendem) gegenseitigem Vertrauen und antizipierter Verlässlichkeit skeptisch gesehen.

¹⁵ Sowohl KMU-Vertreter als auch andere Akteure bezogen auf KMUs äußerten dies.

Diese Kontakte werden auch für die Rekrutierung von wissenschaftlich qualifizierten Mitarbeitern genutzt. Für den Bereich der Hochtemperaturanwendungen wurde eine große Nachfrage an qualifiziertem Personal angegeben, die quantitativ nicht ausreichend gedeckt werden kann. Für die Betreuung von Abschlussarbeiten wurde ein hoher Aufwand konstatiert, welcher für kleine und mittlere Unternehmen schwer zu handhaben ist.

Möglichkeit der Unterstützung beim Technologietransfer

Bei den Verbesserungsmöglichkeiten in der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft sehen die Befragten einiges Potential. Zunächst wird ein unspezifisches „Mehr“ an Ressourcen (Anlaufstellen, Personen und anderen Fördermöglichkeiten) für den Bereich Technologietransfer gefordert. Dann wird jedoch auch bei den bestehenden Strukturen Verbesserungspotential genannt. Hier wird eine bessere Koordinierung der Transferinstitutionen genannt und zwar hinsichtlich einer inhaltlichen Spezifizierung nach thematischen Gebieten („*einheitliche Stelle für Patentregelungen*“) als auch hinsichtlich einer Zielgruppenorientierung in Großindustrie und KMUs. Außerdem wird mehr Eigeninitiative und zielgerichtete Informationen und Anregungen (auch bezüglich Kooperations- und Innovationspotentialen) gewünscht. Allerdings spielt auch hier das zentrale Thema Vertrauen und Stabilität eine Rolle. D.h. auch die Transferstellen müssen sich eine Reputation aufbauen.

4.4 Analyse zusätzlicher Transferpotentiale aus Industriesicht

4.4.1 Datenerhebung

Alle Überlegungen zur Auswahl eines geeigneten Erhebungsinstruments, die in Kapitel 3.1.1 angestellt wurden, gelten unverändert für die Erhebung der Transferaktivitäten der Technologienehmer (Technologieerwerb). Auch hier wurden halbstrukturierte Interviews per Telefon geführt. Die Fragen des **Interview-Leitfadens** für die Befragung von Technologienehmern orientieren sich an den gleichen Transfermechanismen und gliedern sich wie im Fall der Befragung der Technologiegeber (Wissenschaftler). Der Gesprächsleitfaden für die Interviews mit Technologienehmern findet sich in Anhang F.

Die Fragen Nr. 1-5 befassen sich mit der Akquisition von Technologien im Rahmen von Forschungsk Kooperationen und weisen eine hohe Ähnlichkeit zu den Fragen im Leitfaden für die Wissenschaftler-Interviews auf. Die Fragen Nr. 2-5 beziehen sich auf alle Verbundprojekte, nicht nur auf die

DFG-Forschung. Die Teilnahme an DFG-geförderten Projekten wird aber gesondert abgefragt (Nr. 1). Zum Transfermechanismus über Publikationen wird abgefragt, ob es ein systematisches Screening gibt (Nr. 6). Ein Transfer der in Forschungsprojekten generierten Technologien über Veröffentlichungen kann sonst kaum stattfinden, da Publikationen zunächst ungerichtet sind, d.h. sich nicht an einen bestimmten Empfänger richten. Die Fragen zum Transfermechanismus „Patente und Lizenzierungen“ (Nr. 7,8) zielen vor allem darauf ab festzustellen, ob das betreffende Unternehmen als Lizenznehmer der aus Verbundprojekten hervorgegangenen Patente in Erscheinung tritt oder die Anmeldung solcher Patente gleich selbst übernimmt (in beiden Fällen muss ein Transfer technologischen Wissens vorausgegangen sein). Zum Transfer über Köpfe wird lediglich nach Abwerbungen von Wissenschaftlern aus Universitäten bzw. Forschungseinrichtungen gefragt (Nr. 9), da ein bereits bestehendes Unternehmen an einer Unternehmensgründung aus einem Forschungsprojekt nicht beteiligt sein kann.

Im letzten Fragepunkt (Nr. 10) wird auch nach der Bedeutung der Verwertung von Forschungsergebnissen, insbesondere aus Forschungskooperationen, für den Erfolg des Unternehmens gefragt. Dies dient der Abschätzung des Bedarfs an zu erwerbenden Technologien und kann eine geringe Neigung zur Nutzung der verschiedenen Transfermechanismen erklären helfen (und somit Fehlinterpretationen derart, dass geringer Technologiewerb einen großen Spielraum zur Ausweitung des Technologietransfers in das betreffende Unternehmen bedeute, vermeiden helfen).

Da diese Erhebung nicht durchweg projektbezogen erfolgt, sind im Gesprächsleitfaden auch keine Fragen zur Planung von Anschlussprojekten enthalten. Zur **Identifikation geeigneter Ansprechpartner** in der Industrie konnte nicht an kürzlich abgeschlossenen oder noch laufenden Forschungsprojekten angesetzt werden. Deshalb wurde ein anderer Ansatz zur Auswahl von Interviewpartnern gewählt. Aufgrund langjähriger Tätigkeit im Projektträgersgeschäft (auf dem Gebiet der Materialforschung schwerpunktmäßig für Projekte des Bundesministeriums für Bildung und Forschung) verfügt der **Projektträger Jülich** (PtJ) über ausgeprägte Kontakte sowohl zu Universitäten und Forschungsinstituten als auch zu Industrieunternehmen, die sich in jüngerer Vergangenheit an werkstoffwissenschaftlichen Projekten beteiligt haben. Als geeigneter Ansprechpartner wurde identifiziert, wer:

- in einem Unternehmen arbeitete, welches nach Einschätzung der an der Projektbetreuung beteiligten PtJ-Mitarbeiter als Technologieneh-

mer für Forschungsergebnisse aus werkstoffwissenschaftlichen DFG-Projekten in Frage kommt und zugleich

- in einer Management-Funktion im Bereich Forschung und Entwicklung tätig war, die auch Koordinierungsaufgaben für Verbundprojekte umfasste (da von Angestellten mit dieser Funktion am ehesten ein Überblick über die Technologieerwerbs-Strategien des Unternehmens erwartet werden kann).

Es wurde zudem darauf Wert gelegt, dass Unternehmen verschiedener Größe vertreten sind. Wichtig war außerdem, dass das Interesse der verschiedenen Unternehmen an Forschungsergebnissen von DFG-Projekten sich auf unterschiedliche Materialklassen erstreckt. Diese Vorgehensweise führte zunächst auf ein **empirisches Feld**, welches aus zehn Ansprechpartnern in folgenden Unternehmen besteht: BASF SE (Ludwigshafen), Bosch-Rexroth AG (Lohr am Main), Daimler AG (Sindelfingen), Festo AG & Co. KG (Esslingen), FutureCarbon GmbH (Bayreuth), Robert Bosch GmbH (Stuttgart), Schunk Kohlenstofftechnik GmbH (Heuchelheim), SGL CARBON SE (Wiesbaden), Umicore AG & Co. KG (Hanau) und W.C. Heraeus GmbH (Hanau)

Da diese Menge an Ansprechpartnern noch nicht hinreichend groß war, wurde zur Identifikation weiterer Ansprechpartner in der Industrie eine Art „Schneeballsystem“ genutzt, d.h. jede interviewte Person wurde nach kurzer Unterrichtung in die oben genannten Auswahlkriterien um Hinweise auf weitere mögliche Ansprechpartner gebeten. Auf diese Weise erweiterte sich das empirische Feld um weitere zehn Teilnehmer der folgenden Firmen: Continental Teves AG & Co. oHG (Frankfurt am Main), Evonik Degussa GmbH (Marl), KERAFOLE Keramische Folien GmbH (Eschenbach), Powersystems Technologies GmbH (Ostbevern), Salzgitter Magnesium-Technologie GmbH (Salzgitter), Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH (Salzgitter), Siegert Elektronik GmbH (Cadolzburg), Siegert TFT GmbH (Hermsdorf), Siemens AG (München) und Via-Electronic GmbH (Hermsdorf)

Zur Vorbereitung wurden den Gesprächspartnern wiederum der Interview-Leitfaden sowie eine gut halbseitige Zusammenfassung der Zielsetzung des PATE-Projekts zur Verfügung gestellt. Auch diese Gespräche wurden weder als Tonaufzeichnung noch als Wortprotokoll, sondern in Form von Gesprächsnotizen dokumentiert, die nachträglich überarbeitet wurden und eine sinngemäße Rekonstruktion des Gesprächs erlaubten. Zur Verifikation und damit zur Erhöhung der Datenqualität wurde eine Textdatei mit

dem sinngemäß wiedergegebenen Gesprächsverlauf an den Interviewten versendet. Dieser hatte dann die Möglichkeit, die Korrektheit der Darstellung zu bestätigen oder Korrekturen vorzunehmen.

4.4.2 Ergebnisse der Befragung

Obwohl fast alle befragten Unternehmen an öffentlich geförderten Forschungsprojekten teilnehmen, hat nur eine Minderheit von vier Unternehmen sich jemals als Transferpartner an **DFG-geförderter Forschung beteiligt**. Davon war nur in zwei Fällen das Unternehmen als Industriepartner direkt beteiligt. In den anderen beiden Fällen beschränkte sich die Zusammenarbeit auf die Zugehörigkeit zum Industriebegleitkreis, also eine eher beratende bzw. prüfende Funktion, die eine Ausrichtung der Forschung in den betreffenden koordinierten Programmen am Bedarf der Industrie ermöglichen sollte (und damit die Sicherstellung eines hinreichenden Transferpotenzials). Dabei werden aber in der Regel lediglich Bedürfnisinformationen aus der Industrie an die Forscher übermittelt. Ein Transfer von Technologien aus dem Projekt in die Industrie ist dabei aber nicht die Regel. Die Nutzung der Forschungsk Kooperation als Transfermechanismus für die Übertragung von Technologien aus der Forschung in die Industrie hat es also nur in zwei Fällen gegeben. Auf die Frage nach den Gründen für diese Zurückhaltung gaben die 14 Befragten der Unternehmen ohne Beteiligung an DFG-Projekten entweder an, dass die DFG-Forschung ihres Wissens nach zu grundlagenorientiert sei, um für eine Forschungsk Kooperation interessant zu sein, oder dass sie gar nicht hinreichend über die DFG-Forschung informiert gewesen seien. Unter der Voraussetzung, dass diese 14 Unternehmen dennoch potenzielle Anwender von in DFG-Projekten der Materialwissenschaften erzielten Forschungsergebnissen sind, was aufgrund der Produkte sowie der wissensintensiven Entwicklungs- und Fertigungstätigkeiten zumindest naheliegt, wäre daraus Folgendes abzuleiten.

- Um die Unternehmen, deren Personal in nur geringem Maße über die DFG-Forschung unterrichtet ist einzubinden, müsste (eine thematische Passung als gegeben voraussetzend) mehr Aufklärung im Sinne von **Marktkommunikation** stattfinden. Wenn also auf Seiten der Industrie nur ein Informationsproblem bzgl. der DFG-Forschung vorliegt, könnten schon verstärkte Informationsbemühungen von Seiten der Forscher bzw. von Seiten der DFG erfolgversprechend sein.

Frage	Teilnahme an DFG-Projekten		Absprache über gemeinsame Projektziele bei Anbahnung des Projekts		Systematische Planung der technologischen Verwertung		Ebene der Zusammenarbeit in Verbundprojekten	
Antwort	ja	4	ja	12	ja	16	Leitungsebene	1
	nein	14	manchmal/projektabhängig	4	bedingt	1	Arbeitsebene	2
			nein	1	nein	1	beides	15
			k.A.	1				

Frage	Anbahnung von Verbundprojekten		Screening von Veröffentlichungen		Patentanmeldungen in Verb.Projekten		Schutzumfang der Patente	
Antwort	industrieseitig	4	ja	7	regelmäßig	14	weltweit	5
	forscherseitig	0	nicht systematisch	2	manchmal	4	EU-weit	1
	mal so, mal so	13	nein	9	nie	2	in Schlüsselmärkten	9

Frage	Personalabwerbungen von Projektpartnern		Bedeutung der Forschung für das Unternehmen	
Antwort	ja/regelmäßig	4	eher hoch	12
	manchmal	6	eher gering	4
	nein/nie	8	nicht abschätzbar	2

Abbildung 28: Antworthäufigkeiten auf die Fragen der Industrie-Interviews

Interessant sind in diesem Zusammenhang auch die Aussagen zur **Anbahnung von Forschungskoperationen**. Keiner der Befragten beteiligte sich mit seinem Unternehmen ausschließlich auf Initiative der Forschungsseite an Verbundprojekten. Vier Befragte sahen die Initiative zur Anbahnung von Verbundprojekten hauptsächlich im eigenen Unternehmen. Eine große Mehrheit von 13 Befragten teilte mit, die Initiative sei zwischen Forschung und Industrie ausgewogen. Zu dieser Antwortkategorie zählen auch die Fälle, in denen die Anbahnung „von beiden Seiten“ ausgeht. Oftmals bestehen in solchen Fällen die Kontakte schon über einen Zeitraum von mehreren Jahren, etwa weil es früher schon ein gemeinsames Projekt gegeben hat oder ein Mitarbeiter in der Industrie aufgrund einer früheren Anstellung gute persönliche Verbindungen zum Forschungsinstitut hat. Ein Befragter beantwortete diese Frage differenzierter: DFG-Projekte seien meist von den Wissenschaftlern initiiert, andere Förderprojekte, etwa des BMBF, meist von Seiten der Industrie.

Da langjährige Kontakte, die auch projektunabhängig weitergeführt werden, das Zustandekommen von Forschungskoperationen offenbar begünstigen, könnte ein Ansatz zur Intensivierung der Forschungskoperationen darin liegen, derartige Kontakte frühzeitig aufzubauen. Dies ist aber ein Vorschlag, der auf der Unternehmens- bzw. Institutsebene ansetzt und nicht projektbezogen umgesetzt werden kann.

Eine weitere Möglichkeit wäre, die Forscher anzuhalten, verstärkt die Kooperation zu suchen und auch ohne bereits vorliegende Kontakte initiativ zu werden. Dass hier von Seiten der Industrie noch Verbesserungspoten-

ziale gesehen werden, veranschaulicht das Zitat eines Befragten zum Thema der Anbahnung von Forschungsk Kooperationen:

„Unserer Erfahrung nach wäre dort bei den Hochschulen noch mehr Potenzial, auf die Industrie zuzugehen und Vorschläge für gemeinsame Projekte zu machen.“

Sehr verbreitet bei der Teilnahme an Verbundprojekten waren bei den Befragten sowohl die **systematische Planung der Verwertung** (16 von 18) als auch der Wille, **Einfluss auf die Projekthalte** nehmen zu können (zwölf bejahen dies generell, weitere vier wollen dies zumindest themen-/projektabhängig). Letzteres bedeutet einerseits, dass eine Einbeziehung von Industriepartnern bereits bei der Planung nötig ist. Zudem können sich dabei divergierende Interessen gegenüber stehen, da die in der DFG-Forschung traditionell gewichtigen Erkenntnisziele der Forscher möglicherweise andere Inhalte bzw. Forschungsmethoden erfordern als die Verwertungsinteressen der Industrie.

Einhellig wird außerdem über die Verbundprojekte von einer **Zusammenarbeit** sowohl auf der **Leitungsebene** als auch auf der **Arbeitsebene** berichtet (15 von 18), wobei aber von vielen betont wird, dass die Zusammenarbeit auf der Arbeitsebene als wichtiger angesehen wird. Diese Wertung aus Sicht der Industrie kann nicht überraschen, da auf der Arbeitsebene direkt Forschungs- und Entwicklungsergebnisse erzielt werden, welche entweder unmittelbar verwertbar sind oder die Technologie zumindest an die Verwertung heranführen, während auf der Leitungsebene oftmals Bedürfnisinformationen der Industrie an die Forscher gegeben werden und die Rückflüsse hier unsicher sind. Da Bedürfnisinformationen für Forscher aber für die Ausrichtung ihrer Anstrengungen essentiell sind (den Bereich der reinen Grundlagenforschung ausgenommen), müssen hierfür passende Anreize gefunden werden, die sicherstellen, dass die Industrie weiterhin bereit ist, diese Informationen preiszugeben.

Die Hälfte der befragten Unternehmen nimmt kein **Screening von Veröffentlichungen** vor. Diese können also über diesen Transfermechanismus nicht erreicht werden, selbst wenn nicht nur in Fachzeitschriften und auf wissenschaftlichen Konferenzen publiziert wird, sondern auch in Praktikerzeitschriften oder auf Industriemessen. Ebenfalls fast die Hälfte nutzt die Möglichkeit zur **Abwerbung von wissenschaftlichem Personal** von Projektpartnern nicht. Hier muss aber darauf hingewiesen werden, dass in sechs von acht Unternehmen, in denen das bisher nicht vorkam, schon ein allgemeines Interesse an der Übernahme von wissenschaftli-

chem Personal vorhanden ist und sich dies bisher „einfach noch nicht“ ergeben hat. Zudem zeigten sich einige Befragte reserviert gegenüber dem Begriff der Abwerbung (der so interpretiert werden könnte, dass der Personalwechsel im Dissens mit dem Projektpartner und zum Schaden des Projekts erfolgt) und sprachen lieber von „übernahme“.

Ein weiterer Punkt, an dem die Interessen der verschiedenen Akteure divergieren könnten, ist die Frage der Verwertungsrechte. Die meisten Befragten (15 von 18) melden regelmäßig oder manchmal **Patente im Rahmen von Verbundprojekten** an. Hier sind in Vereinbarungen für Forschungsk Kooperationen Möglichkeiten für einen Interessenausgleich offen zu halten, in welche die Beiträge an Arbeitsaufwand, die eingegangenen Risiken und Beiträge der öffentlichen Hand zu berücksichtigen sind.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Befragung auf Seiten der (potenziellen) Technologienehmer anhand von Vertretern von 18 Unternehmen verschiedener Größe ergab, dass sowohl der Transfer über Köpfe als auch das systematische Screening von Publikationen für einen gezielten Technologieerwerb nur in Ausnahmefällen genutzt werden und letzteres eher dazu dient, technologische Trends zu entdecken. Die Forschungsk Kooperationen stellten sich als ein wichtiger Transfermechanismus heraus, die im Vorhinein systematisch auf Verwertungsmöglichkeiten geprüft werden und vor allem dann eingegangen werden, wenn die Unternehmen die Inhalte mitgestalten können. Forschungsk Kooperationen im Rahmen der DFG-Förderung waren jedoch kaum vertreten. Die Eigenschaften der Akteure (etwa Managementkompetenzen, Organisationskultur und strukturelle Größen) sind in der Literatur hinreichend erforscht und als bedeutend für den Technologietransfer auf einer institutionellen Ebene identifiziert worden. Da diese Untersuchung einen projektspezifischen Ansatz verfolgte, wurde hier der Schwerpunkt der Betrachtung auf die Aktivitäten im Interaktionsprozess zwischen Technologiegeber und -nehmer gelegt, da diese einer Beeinflussung durch eine projektorientierte Förderstrategie eher zugänglich sind. Dennoch kam die Bedeutung bestimmter Eigenschaften der Akteure, sowohl auf institutioneller als auch auf personeller Ebene, immer wieder zum Vorschein. Dies gilt insbesondere für die Anbahnung von Forschungsk Kooperationen, die vielmals aus informellen und personengebundenen Kontakten, etwa zwischen Mitarbeitern von Industrieunternehmen und ihren früheren Arbeitgebern in der Forschungslandschaft entstanden. Es wurde in vielen Interviews von Seiten der Forscher auf projektunabhängige Transferaktivitäten hingewiesen, was (wenn auch nicht Hauptziel der Untersuchung) durch die offene Fragestellung und die semi-strukturierten Interviews möglich war.

4.5 Handlungsempfehlungen als möglicher Ausblick

Bei der Bewertung der Hemmnisse und fördernden Maßnahmen in der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft wurde in den Interviews deutlich, dass es keinen Königsweg gibt. Für die Optimierung der Strukturen von Innovationsnetzwerken konnte eine Reihe von Anregungen identifiziert werden. Bei der Ausbildung von effektiven Innovationsnetzwerken müssen vor allem die grundlegenden **strukturellen Unterschiede** zwischen Großindustrie und KMUs berücksichtigt werden. Große Unternehmen sind in der Regel gut aufgestellt, verfügen über die Kapazitäten eigene Innovationsnetzwerke auszubilden und zu pflegen oder über eigene F&E Abteilungen Innovationsprozesse selbstständig zu gestalten. Bei KMUs hingegen stellt sich die Situation anders dar. Aufgrund ihrer begrenzten Ressourcen sind diese oftmals nicht in der Lage, sich adäquat in Innovationsnetzwerken zu positionieren. Ein Ansatz, um diese strukturellen Defizite auszugleichen, könnte die Schaffung sogenannter „**Verwertungsagenten**“ sein, die die in den Leitfadeninterviews aufgestellten Anforderungskriterien erfüllen.

In diesem Zusammenhang wurde die Idee eines Verwertungsagenten vorgestellt, der als Berater speziell die Verwertungspotentiale der im Rahmen des betrachteten Schwerpunktprogramms geförderten Vorhaben nachverfolgt und mögliche Interessen in der Industrie identifiziert. Zudem sollte ein Verwertungsagent die Forscher im Hinblick auf Schutzrechtsfragen, Verwertungspläne sowie Finanzierungsmöglichkeiten für weitergehende Vorhaben beraten. In partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit den Forschern organisiert der Agent Treffen mit interessierten Firmen (bei größerem Interesse Partneringevents) und moderiert diese Treffen im Hinblick auf einen reibungslosen Kommunikationsablauf und Informationsaustausch.

Das Thema Hochtemperaturanwendungen & Oberflächenbeschichtung ist von seiner Ausrichtung her sehr breit angelegt. Daher ist es notwendig, dass sich Verwertungsagenten **thematisch spezialisieren** und die notwendigen **Kompetenzen** in den jeweiligen Fachgebieten besitzen, um Innovationspotentiale erkennen und entsprechend fördern zu können.

Verwertungsagent – Anforderungsprofil

Qualifikationen	
<p>(technisches) Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stand der Forschung Werkstoff- u. Materialwissenschaften mit Fokus auf „SPP-„1299“ HAUT • Produkte / Anwendungen • Patente / Schutzrechte • Fördermöglichkeiten (für Grundlagenforschung bis Prototypenforschung) • Fähigkeit zur Erkennung von potentiellen Anwendungen (auch interdisziplinäre) • Möglichst praktische Erfahrungen sowohl in Industrie und Wissenschaft • Promotion in Ingenieurwissenschaften/Reputation im Forschungs- und/oder Industrieumfeld 	<p>Kommunikative Fähigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muss die Sprachen der Industrie und der Wissenschaft beherrschen. • Kontaktaufnahme und Kontaktpflege mit allen relevanten Akteuren. <ul style="list-style-type: none"> ○ Forscher ○ Industrielle Akteure ○ Verbände / Transferstellen • Moderation zwischen Industrie und Wissenschaft im Rahmen von Veranstaltungen. • Vertrauen / Diskretion ausstrahlen
Aufgabenfelder	
<p>Wissenschaft</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Forschungsprojekte im Bereich HTA werden gerade bearbeitet? • Wo bestehen Anwendungspotentiale und Anknüpfungspunkte an die Industrie? • Welche Erwartungen, Bedürfnisse und Interesse haben die Forscher in Bezug auf eine Verwertung Ihrer Forschungsergebnisse? 	<p>Industrie</p> <ul style="list-style-type: none"> • In welchen industriellen Bereichen besteht Forschungsbedarf / Bedarf für neue Produkte/Applikationen? • Wohin will die Industrie aus anwendungstechnischer Sicht? Visionen/Pipeline? • Wo liegen Verbesserungspotentiale oder Probleme bei bestehenden Produktionsverfahren? • Wo könnten Synergien ausgenutzt werden?

5 Zusammenfassung und Ausblick

5.1 Ziel und Ergebnis der Untersuchung

In der Grundlagenforschung wird neues, für die Gesellschaft unbekanntes (oder zumindest bis dato noch nicht dokumentiertes) Wissen generiert. Im Allgemeinen wird in Wissenschaftskreisen davon ausgegangen, dass Grundlagenforschung nur den einen Zweck verfolgen muss, neues Wissen hervorzubringen. Dies mag für ein einzelnes Projekt gelten. Aus aggregierter und insbesondere volkswirtschaftlicher Sicht greift diese Sichtweise aber zu kurz und es besteht die Erwartung, dass zumindest sehr langfristig gesehen die nationale Innovationsfähigkeit durch Nutzung dieser Forschungsergebnisse gestärkt und damit Standortvorteile im globalen Wettbewerb der wissensintensiven Marktwirtschaften gesichert werden können. Dies gilt sowohl für Ergebnisse der angewandten als auch der hier betrachteten Grundlagenforschung. Im vorliegenden Bericht werden Hemmnisse und fördernde Faktoren für einen verbesserten Technologietransfer untersucht.

Ziel des Projektes PATE war, anhand einer Auswahl an DFG-geförderten Projekten den Stand des Technologietransfers aus der Wissenschaft in die Wirtschaft zu untersuchen, Potentiale abzuleiten und Verbesserungsvorschläge aufzuzeigen. In der Literaturanalyse wurde gezeigt, dass eine Vielzahl an möglichen Kanälen für einen erfolgreichen Transfer von Erkenntnissen aus der Forschung in die Wirtschaft existiert. Diese Kanäle unterliegen jedoch zahlreichen Einflussfaktoren, die die Intensität und Wirkung des Transfers beeinflussen. Erfolgreiche Innovation entsteht durch die Kombination von Wissen verschiedener Art und Quellen, die zuvor nicht miteinander kombiniert waren. Kommunikation und Austausch zwischen den involvierten Akteuren einer Innovation wird zum zentralen Erfolgsfaktor. Für die Übernahme von Wissen in hochkomplexen Technologiebereichen müssen Akteure Schnittstellenwissen besitzen. Neben diesem sehr anspruchsvollen Wissen sind jedoch weitere Voraussetzung für die Übernahme von Wissen notwendig: Eine davon ist Motivation. Akteure müssen die Motivation besitzen, das zu transferierende Wissen aktiv in das Eigene (individuell oder auf eine Organisation bezogen) aufzunehmen.

Um den Austausch von Erkenntnissen zwischen dem Wissenschaftssystem und der Wirtschaft in Form von Technologien und Forschungsergebnissen zu koordinieren und zu motivieren, existiert eine Vielzahl an Trans-

fermechanismen.¹⁶ Diese bilden in ihrer Gesamtheit das Transfersystem in Form eines Netzwerks der Akteure und der sie verbindenden Strukturen. Für einen optimierten Technologietransfer wird basierend auf in der Literatur dargestellte Netzwerktheorien ein ideal-theoretisches Netzwerk entwickelt, in dem effiziente und effektive Kommunikation ablaufen kann.

Am Ausgangspunkt der allgemeinen Transferinstrumente steht die klassische Publikation durch einen Wissenschaftler in Fachpublikationen und auf Tagungen. Die öffentliche Darstellung der Erkenntnisse bedeutet jedoch noch nicht, dass diese von anderen Akteuren, speziell im Interesse des Technologietransfers und der wirtschaftlichen Verwertung, auch aufgenommen und verwertet oder zumindest weiterverwendet werden. Um die Ergebnisse der Grundlagenforschung in den Material- und Werkstoffwissenschaften annehmen zu können, bedarf es eines speziellen Fachwissens. Um das Potential der Ergebnisse für einzelne Unternehmen zu erkennen, bedarf es zusätzlich eines spezifischen Produkt- und Marktwissens (vgl. Aschhoff & Sofka 2008). Hierfür werden in der Theorie Intermediäre vorgeschlagen. Typische allgemeinbekannte Intermediäre stellen z.B. Technologietransferstellen an den Hochschulen dar.

Intermediäre können verschiedene Aufgaben übernehmen. Eine wichtige Aufgabe ist die Vermittlung von Kontakten zwischen Wissensanbietern und Wissensnachfragern. In der Forschung, speziell in der Grundlagenforschung, besteht allerdings das Problem, dass häufig nicht bekannt ist, wer welches Wissen anbietet bzw. in Zukunft aufgrund von gerade laufenden Forschungsvorhaben anbieten könnte. Auf der anderen Seite ist ebenfalls häufig nicht bekannt, wer das aktuelle geschaffene Wissen benötigen könnte. Ferner ist nicht jedes Wissen geeignet, um daraus in der Marktwirtschaft verwertbare Produkte und Services anzubieten. Das geschaffene Wissen muss also hinsichtlich seines Transferpotentials bewertet werden. In der in Kapitel 3 vorgeschlagenen Vierfelder-Matrix wird das Transferpotential von Forschungsergebnissen zu Transferaktivitäten in Beziehung gesetzt. Die eingeführte Matrix soll helfen, geeignete Transferinstrumente für „transferbereite“ Forschungsergebnisse zu identifizieren und damit einen effektiven Transfer unterstützen.

Neben den einführenden Literaturrecherchen und Analysen zur Darstellung des Standes der Forschung im interdisziplinären Forschungsbereich des Technologietransfers sind im Rahmen des Forschungsprojektes ver-

¹⁶ Für die DFG s. Anlage A.

schiedene empirische Untersuchungen durchgeführt worden. Alle dienten dem Zweck, den Technologietransfer aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten. Bereits abgeschlossene DFG-geförderte Forschungsprojekte aus dem Bereich der Material- und Werkstoffwissenschaften wurden anhand des zuvor beschriebenen Rasters aus Transferpotenzial und -fähigkeit ihres erfolgten Technologietransfers bewertet. Somit konnten drei Best-Practice Fälle abgeleitet werden. Insgesamt stellte sich die Analyse als außerordentlich herausfordernd dar, da eine Identifizierung bzw. die Zuordnung von erfolgtem Transfer fast nicht durchführbar war.

Begleitend zu dem DFG-Schwerpunktprogramm 1299 – „HAUT“ (Adaptive Oberflächen für Hochtemperatur-Anwendungen) wurden Untersuchungen zu der spezifischen Situation dieses Netzwerkes im Zusammenhang mit dem Technologietransfer gestartet. Hierzu wurde das sogenannte Hochtemperaturnetzwerk (HT-Netzwerk) erhoben, in das die Wissenschaftler des SPP-HAUT aufgrund ihres Forschungsthemas eingebunden sind. Akteure aus der Industrie, der Wissenschaft und von Transferstellen wurden identifiziert und dargestellt. Das HT-Netzwerk stellte sich als überaus dezentral, mit mehreren kleinen Clustern dar, zwischen denen sogenannte strukturelle Lücken existieren. Viele der Industrieunternehmen stehen isoliert da. Wenige Akteure sowohl aus Industrie, Wissenschaft und Transfer nehmen (auf die Kommunikation mit anderen Akteuren bezogen) zentrale Positionen ein. Insgesamt ergibt sich damit ein hohes Potential für transferorientierte Kommunikation.

Für die Kontaktpflege stehen nach Aussagen der befragten Akteure in Universitäten und anderen Forschungsinstitutionen anzahlmäßig mehr Personen zur Verfügung als bei den Unternehmen (u. a. begründet in einer hohen KMU-Beteiligung bei den Umfragen). Sowohl die Akteure aus den Unternehmen als auch aus der Wissenschaft geben an, an einem Technologietransfer interessiert zu sein. Die Unternehmen, die Forschungsarbeiten in Auftrag geben sind verständlicher Weise auch an einer Umsetzung der Ergebnisse interessiert. Wissenschaftler in vorwiegend grundlagenorientierten Forschungsprojekten nutzen vor allem wissenschaftsinterne Wege wie Publikationen in Fachzeitschriften und Vorträge, um ihre Ergebnisse zu veröffentlichen. Auftragsforschung und gezielte Ansprache von potentiellen Interessenten in der Wirtschaft spielen hingegen nur eine untergeordnete, wenn auch gern gesehene Rolle. Insgesamt kann eine Diskrepanz ausgemacht werden zwischen Bedarf der Industrie nach Forschern/Forschung und einer mangelnden Deckung des Bedarfs von Seiten der Wissenschaft.

Für die Kontaktaufnahme zwischen Industrie und Wissenschaft spielt generell die Verbindung über Personen („Transfer über Köpfe“, z.B. Empfehlungen durch Dritte oder persönliche Kontakte z.B. aus Studienzeiten) eine Rolle. Sie ist für die Wissenschaftsseite jedoch relevanter als für die Industrieseite. Die persönliche Vertrautheit wird jedoch auch für die Industrieseite im Falle von Kooperationen wichtiger. Insofern überrascht es auch nicht, dass Kommunikationsschwierigkeiten zwischen den Parteien nicht so sehr durch unterschiedliche Kulturen bzw. Wahrnehmungsmuster bestimmt zu sein scheinen, sondern durch divergierende Interessen und Ziele. Grundsätzliche Ressentiments gegenüber Wissenschaftlern („Elfenbeinturm“) als auch Ängste um Verwertungseinschränkungen und Schutzrechte (Know-How Verlust) existieren.

Auch bei der Einschätzung der Relevanz von aktuellen Forschungsthemen für die (zukünftige) Praxis gibt es Unterschiede. In der Regel schätzen die Wissenschaftler die Bedeutung der (im SPP 1299 – „HAUT“ behandelten) Themen höher ein. Ob dies allerdings daran liegt, dass diesen unklar ist, welche Themen für die industrielle Praxis relevant sind, bleibt offen. Anwendungspotentiale von Projekten aus der Grundlagenforschung werden zumeist skeptisch eingeschätzt. Auffällig bei den Ergebnissen der Leitfadeninterviews ist, dass ein Großteil der Forscher konkrete Anwendungen oder bestimmte Verwertungspotentiale ihrer Forschung (SPP-1299 – „HAUT“) für möglich halten. Die hohe Anzahl der Industriepartner (sowohl direkte als auch indirekte) scheint diesen Eindruck zu bestätigen und bildet für dieses Schwerpunktprogramm eine Besonderheit.

Obgleich viele der Befragten Anwendungspotentiale für ihren Forschungsbereich sehen, wurde punktuell herausgestrichen, dass gerade DFG Forschung eher Grundlagenforschung bedeutet und in diesem Sinne der Verwertungsgedanke nicht unbedingt im Vordergrund stehen sollte. Für Unternehmen, die nur an speziellen Anwendungen interessiert sind, wird der Pool an potentiellen wissenschaftlichen Kooperationspartnern im Hochtemperatur-Bereich als übersichtlich dargestellt, was darauf schließen lässt, dass eine Partnersuche relativ einfach möglich sein sollte. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass es eine Schwierigkeit darstellt, für bestimmte Fragestellungen geeignete Partner zu identifizieren und thematische Anknüpfungspunkte zu finden. Hier stellt sich die Frage, ob die postulierte Übersichtlichkeit der Forschungslandschaft tatsächlich gegeben ist, oder ob bestimmte Fragestellungen in der Wissenschaft tatsächlich (noch) nicht bearbeitet werden.

Darüber hinaus wurde deutlich, dass ein Weg für eine erfolgversprechende Verwertung von Forschungsergebnissen das frühzeitige und enge Einbinden von industriellen Partnern als sinnvolle Möglichkeit gesehen wird, die Interessen für eine Zusammenarbeit/Kooperation jedoch unterschiedlich motiviert sind. Einige der HAUT-Projektpartner scheinen ausgesprochen gute Beziehungen und Kooperationsmöglichkeiten zur Wirtschaft zu haben. Es wurde jedoch auch deutlich, dass trotz Bereitschaft und dem Willen zur Kooperation und Verwertung, die Umsetzung von Forschungsergebnissen z.T. wegen mangelnder und nicht geeigneter Kooperationspartner scheitert. Die fehlende Weiterverwendung der Forschungsergebnisse ruft dann Demotivation hervor. Eigene Veröffentlichungen in Fachzeitschriften stellen i.d.R. kein Potential für die Anbahnung von Kontakten mit potentiellen Industriepartnern dar. Für manche der befragten Forscher stellt die Kontaktsuche kein Problem dar, da ihre Forschungsergebnisse von der Industrie aktiv nachgefragt werden und die Initiative zur Kooperation direkt aus der Wirtschaft kommt.

Als eines der Hemmnisse für die Verwertung hat sich herausgestellt, dass Forschungseinrichtungen, insbesondere Universitäten oftmals nicht über die notwendigen Ressourcen und Strukturen verfügen, um generierte Forschungsergebnisse in einer für die industrielle Nutzung geeigneten Weise auf den Weg zu bringen. Die an vielen Hochschulen bestehenden Verwertungsstellen sind nach Aussage einiger Befragter nicht ausreichend ausgestattet. Hier werden insbesondere die Personalknappheit im Mittelbau und die Problematik der befristeten Verträge genannt.

Im Verhältnis zwischen Forschung und Industrie wird eine beiderseitige Distanz postuliert. Wissenschaftler knüpfen und pflegen zu wenige Kontakte mit Industrievertretern und auf der anderen Seite saugen Industrievertreter Wissen auf und verwenden dies dann weiter ohne dass die Forscher darin involviert sind. Mangelnde Sensibilität auf der Wissenschaftsseite in Bezug auf Marktnotwendigkeiten und wirtschaftliche Anforderungen und Zwänge scheint ebenfalls eine Rolle zu spielen.

Von den Industrievertretern wurde ein differenziertes Bild für eine generelle Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gezeichnet. Ein positives Bild wurde insbesondere von Angehörigen großer Unternehmen gegeben. Im Gegensatz zu den eher institutionalisierten Beziehungen, die in der quantitativen Umfrage von Industrievertretern genannt wurden, machten die Industrievertreter in den mündlich geführten Leitfadeninterviews die Kommunikation eher an einzelnen Personen fest denn an Insti-

tutionen. Kontakte zu Transferstellen wurden ebenfalls, wenn auch eher untergeordnet genannt.

Bei der Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen wird von den befragten Forschern zwischen Großunternehmen und KMUs unterschieden. Nahezu alle Befragten thematisierten die Ressourcenknappheit bei KMU. Der Aufwand für den Aufbau und die Pflege eines „unternehmensspezifischen“ Netzwerks zur Entwicklung von neuen Produkten überfordert die Kapazitäten der meisten KMUs. F&E Prozesse werden als hochriskante Unternehmungen beschrieben, die ein normaler Mittelständler aufgrund der damit verbundenen ökonomischen Zwänge und des zu investierenden Risikokapitals oftmals nur aufgrund von Marktdruck i.d.R. durch spezifische Anforderungsprofile von Kunden einget. Außerdem scheinen die Befürchtungen eines Wissensabflusses bei den KMUs besonders ausgeprägt zu sein. Vorteilhaft wird bei der Zusammenarbeit mit KMUs der geringe Level an bürokratischen Hindernissen gesehen. Dazu muss jedoch erst die Hürde der fehlenden Erstkontakte überwunden werden.

5.2 Ansätze für eine Verbesserung des Technologietransfers

Von der Industrieseite wurde zunächst ein unspezifisches „Mehr“ an Ressourcen (Anlaufstellen, Personen und anderen Fördermöglichkeiten) für den Bereich Technologietransfer gefordert. Nach dieser „üblichen“ Forderung wurden die Vorschläge jedoch konkreter; bei den bestehenden Strukturen wurden Verbesserungspotentiale aufgezeigt und eine bessere Koordinierung der Transferinstitutionen hinsichtlich einer inhaltlichen Spezifizierung gewünscht (z.B. nach thematischen Gebieten *„einheitliche Stelle für Patentregelungen“* oder nach einer Zielgruppenorientierung in Großindustrie und KMUs). Außerdem werden mehr Eigeninitiative und zielgerichtete Informationen und Anregungen (auch bezüglich Kooperations- und Innovationspotentialen) gewünscht. Das zentrale Thema Vertrauen und Stabilität darf dabei nicht außer Acht gelassen werden, auch die Transferstellen müssen sich eine Reputation aufbauen.

Die Einführung eines Intermediärs, der den Technologietransfer aus einem spezifischen Forschungsgebiet oder Schwerpunktprogramm unterstützt, wurde überwiegend positiv bewertet. Aufgabe des Intermediärs oder „Verwertungsagenten“ sollte die Nachverfolgung der Forschungsergebnisse, das Scannen möglicher Verwendungs-/Verwertungsmöglichkeiten und die Unterstützung bei der Anbahnung von für die Verwertung nützlicher Kontakte sein. Für die Akzeptanz des Agenten müssen eine Reihe von Qualifikationen und Voraussetzungen gegeben sein. Deutlich

wurde auch, dass der Verwertungsagent in einer unterstützenden Funktion tätig sein muss und keine zusätzliche Verpflichtung darstellen darf, deren Druck nach Verwertung erhöht.

Qualifikationen und Voraussetzung, die für eine erfolgreiche Arbeit gegeben sein müssen sind im Rahmen eines Anforderungsprofils aufgestellt worden. Zusammengefasst sind dies: Kompetenz, sowohl auf dem technisch zu verwertenden Gebiet und bezüglich der in Frage kommenden Märkte, als auch Erfahrung in Verwertungs- und Schutzrechtverfahren; Vertraulichkeit & Verlässlichkeit was den Umgang mit sensiblen Informationen und Akteuren angeht. Die Konzentration auf ein eingegrenztes Forschungsgebiet in den Material- und Werkstoffwissenschaften erscheint besonders notwendig, um eine Überforderung in dieser Querschnittstechnologie zu vermeiden. Neben dem Verwertungsagenten wurde auch die Rolle von Industriekreisen, die Forschungsprojekte beratend begleiten, positiv bewertet.

Für die erfolgreiche Tätigkeit eines Intermediärs ist neben den fachlichen Qualifikationen und den kommunikativen Fähigkeiten auch die Fähigkeit, schnell Vertrauen aufzubauen und verlässlich zu sein. Letzteres bezieht sich sowohl auf die Persönlichkeit des Agenten als auch auf die institutionelle Anbindung des Agenten an eine fachlich anerkannte und anerkannt neutrale Organisation.

5.3 Identifizierte Erfolgsrezepte für den Transfer

Abschließend lassen sich nach den vorliegenden Untersuchungen im Rahmen des DFG geförderten Projekts PATE die Ergebnisse zu folgenden Kernaussagen zusammenfassen:

- Das Gelingen des Technologietransfers hängt auch in erheblichem Maße davon ab, dass es eine Kontinuität bei den handelnden Akteuren gibt und diese über ausreichende Ressourcen verfügen.
- Der Technologietransfer ist zielgruppenorientiert zu gestalten. Großunternehmen und KMU haben unterschiedliche Prozesse und Strukturen bei der Suche nach und bei der Übernahme von Wissen und neuen Erkenntnissen in das eigene Unternehmen. Speziell der KMU-Bereich weist einen hohen Bedarf an Unterstützung bei der Suche nach und Übernahme von Wissen auf, da diesem häufig die personellen Ressourcen fehlen. Individuelle Vermittlungsaktivitäten von Forschungsergebnissen und neuen Erkenntnissen sowie das Aufzeigen von Finan-

zierungsmöglichkeiten bei der Weiterentwicklung zur Produktionsreife sind Unterstützungsfelder.

- Von Seiten der Wissenschaft ist ein aktives Vorantreiben des Transfers durch direkte Ansprache potentiell interessierter Industrieunternehmen der reinen Veröffentlichung in Fachzeitschriften vorzuziehen. Frühzeitiges Einbinden von Industriepartnern in Forschungsprojekte fördert gelingenden Technologietransfer. Allerdings gilt hier, für die Wissenschaft entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen. Als Möglichkeit bietet sich hierfür der Einsatz eines Verwertungsagenten an. Außerdem sind das Anreizsystem bzw. die Messkriterien für erfolgreiche Forschung bzw. für die mit Forschung beauftragten Personen (Projektleiter, Institutionsleiter, Professoren) zu überprüfen. Der erfolgreiche Technologietransfer muss in das Anreizsystem aufgenommen werden.
- Die aktive Nutzung vorhandener, nicht allgemein bekannter Netzwerke muss gestärkt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sowohl für die Akteure aus der Wissenschaft als auch für Industrievertreter die persönlichen Netzwerke und Verbindungen als wertvolles Kapital (Wettbewerbsvorteil) angesehen und nur partiell offengelegt werden. Individuell zugeschnittene Kontaktabbauungs- und Vermittlungsaktivitäten erscheinen hier sinnvoll, die Neutralität und Vertrauenswürdigkeit bei diesen Aktivitäten muss allerdings gegeben sein.
- Der Einsatz eines fokussierten Verwertungsagenten ist eine Möglichkeit, um Forschungsergebnisse in den Material- und Werkstoffwissenschaften, als eine der Querschnittstechnologien, zielgerichteter und schneller zu verwerten. Persönliche Kontakte und damit verbundenes Vertrauen spielen neben der fachlichen Kompetenz (sowohl im Forschungsgebiet als auf möglichen Einsatzmärkten) eine ausschlaggebende Rolle beim Technologietransfer. An einen solchen Vermittler werden daher hohe Anforderungen gestellt.

Literaturverzeichnis

Abramson, N. H. et al. (1997): Technology Transfer Systems in the United States and Germany, Lessons and Perspectives, Washington D.C. 1997.

ADT (1998): ATHENE-Projekt. Ausgründungen technologieorientierter Unternehmen aus Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Berlin 1998.

Al-Laham, A. (2003): Organisationales Wissensmanagement, München 2003.

Amin, A.; Cohendet, P. (2004): Architectures of Knowledge, Firms, Capabilities and Communities, Oxford 2004.

Argyris, C.; Schön, D. A. (1996): Organizational learning II, Theory, Method, And Practice, Reading, Mass. 1996

Argyris, C.; Schön, D. A. (2002): Die lernende Organisation. Grundlagen, Methode, Praxis. 2. Aufl. Stuttgart.

Arvanitis, S.; Kubli, U.; Woerter, M. (2008): University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: What university scientists think about co-operation with private enterprises, in: Research Policy 37 (2008), S. 1865-1883.

Aschhoff, B.; Sofka, W. (2008): Successful patterns of scientific knowledge sourcing. Mix and match. ZEW Discussion paper, Mannheim. Online verfügbar unter <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp08033.pdf>.

Becker, R.; Horváth, P. (2003): Zielplanung und -kontrolle von Public Private Partnership in der Forschung. Konzeption und praxisorientierte Gestaltungsempfehlungen für Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Univ. Diss., Stuttgart 2003.

Beckers, R.; Freitas, I. M. B. (2008): Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter?, in: Research Policy 37 (2008), S. 1837-1853.

Bernstein, T.; Hsu, D. H. (1997): Managing the University Technology Licensing Process: Findings from Case Studies, in: Journal of the Association of University Technology Managers, 9 (1997), S. 1-33.

Beyrer K.; Andritzky, M. (Hrsg.) (2002): Das Netz. Sinn und Sinnlichkeit vernetzter Systeme, Heidelberg 2002.

BMBF (2004): Bundesbericht Forschung 2004, hrsg. v. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn/Berlin 2004.

BMBF (2008): Bundesministerium für Bildung und Forschung: Bundesbericht Forschung VI (Abgerufen: 10. April 2008) (<http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/BAD08-3024.pdf>).

BMBF (2009): Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bilanz und Perspektive. Berlin 2009. (Abger.: 3. Okt. 2009) (http://www.bmbf.de/pub/forschung_und_innovation_fuer_deutschland.pdf).

Bochert, A. (1997): Erfolgsfaktoren für die Lizenzierung von Technologien der Großforschungseinrichtungen an Unternehmen, Hamburg 1997 (Schriftenreihe Betriebswirtschaftliche Forschungsergebnisse, 63).

Bourdieu, P. (1983): Ökonomisches Kapital, kulturelles Kapital, soziales Kapital. In: Soziale Ungleichheiten, H. Sonderheft 2 Soziale Welt (1983), S. 183-198.

Bozeman, B.; Coker, K. (1992): Assessing the Effectiveness of Technology Transfer from US Government R&D Laboratories: The Impact of Market Orientation, in: Technovation, 12 (4) (1992), S. 239-255.

Brandt, M.; Volkert, B. (2003): Regionales Monitoring zur Wissensökonomie, Ansatzpunkte, Anforderungen, Grenzen, Stuttgart 2003.

Burt, R. S. (1992): Structural holes: the social structure of competition., Cambridge, Mass. 1992

Bullinger, H.-J. (Hrsg.) (2009): Technology Guide. Principles – Applications – Trends, Berlin/Heidelberg 2009.

Cellini, R.; Lambertini, L. (2008): The economics of innovation. Incentives, cooperation, and R&D policy, Bingley 2008 (Contributions to economic analysis, 286).

Chakrabarti, A. K.; Rubenstein, A. H. (1976): Interorganizational Transfer of Technology: a Study of NASA innovations, in: IEEE Transactions on Engineering Management, 23 (1) (1976), S. 20-34.

Cernavin, O. (2005): Regionale Cluster als soziale Innovationssysteme. Wandel der Arbeit und die wachsende Bedeutung der Cluster-Perspektive. In: Cernavin, O. et. al. (Hrsg.): Cluster und Wettbewerbsfähigkeit von Regionen, Berlin 2005, S. 35-76.

Cohen, W. M.; Levinthal, D. A. (1990): Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation, in: Administrative Science Quarterly, 35 (1) (1990), S. 128-152.

Colwell, K. A. (2002): Testing the effectiveness of organizational practices in university technology transfer programs, in: Academy of Management Proceedings (2002), S. A1-A6.

Cornet, M.; Vroomen, B.; van der Steeg, M. (2006): Do innovation vouchers help SMEs to cross the bridge towards science? The Hague: CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (CPB Discussion Paper Nr. 58).

Corsten, H. (1982): Der nationale Technologietransfer – Formen – Elemente – Gestaltungsmöglichkeiten – Probleme, Berlin 1982.

Corsten, H. (1989): Überlegungen zu einem Innovationsmanagement – Organisationale und personale Aspekte, in Die Gestaltung von Innovationsprozessen. Hindernisse und Erfolgsfaktoren im Organisations-, Finanz- und Informationsbereich, hrsg. v. H. Corsten, Berlin, 1989, S. 1 – 56.

Coursey, D.; Bozeman, B. (1992): Technology Transfer in U.S. Government and University Laboratories: Advantages and Disadvantages for Participating Laboratories, in: IEEE Transactions on Engineering Management, 39 (4) (1992), S. 347-351.

Czarnitzki, D.; Rammer, C.; Spielkamp, A. (2000): Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland, Ergebnisse einer Umfrage bei Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen, ZEW Dokumentation Nr. 00-14, Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW), Mannheim 2000.

Czarnitzki, D.; Hussinger, K.; Schneider, C. (2009): The nexus between science and industry. Evidence from faculty inventions, Discussion paper / ZEW, (<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp09028.pdf>).

Dalmau-Porta, J. I.; Pérez-Castaño, B. J.; Baixauli i Baixauli, J. J. (2007): Technology Transfer between Research Units and Enterprises. An approach to centred model in the impact on territorial strategic targets. In: International Conference of Territorial Intelligence, Huelva 2007. Papers on territorial intelligence and governance, participative action-research and territorial development, S. 68-76.

Debackere, K.; Veugelers, R. (2005): The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links, in: Research policy, 34 (3) (2005), S. 321-342, (doi:10.1016/j.respol.2004.12.003).

Degroof, J.-J.; Roberts, E. B. (2004): Overcoming weak entrepreneurial infrastructures for academic spin-off ventures, in: Journal of Technology Transfer 29 (2004), S. 327-352.

Deutsche Forschungsgemeinschaft (2008): Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung. 2007-2011, Weinheim 2008 http://www.dfg.de/aktuelles_presse/publikationen/verzeichnis/download/perspektiven_forschung_0711.pdf zuletzt geprüft am 12.11.2009

Deutsche Forschungsgemeinschaft (2009): Satzung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, (http://www.dfg.de/dfg_im_profil/struktur/satzung/index.html), zuletzt aktualisiert am 15.05.2009, zuletzt geprüft am 28.08.2009.

DFG Ideenwerkstatt (2006): Transferprojekte – Fördern bis zum Prototyp. Kooperationsmöglichkeiten zwischen Wissenschaft und Industrie. Herausgegeben von Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). (http://www.dfg.de/forschungsfoerderung/erkenntnistransfer/download/fb_transferprojekte_p.pdf), zuletzt aktualisiert am 19.04.2007, zuletzt geprüft am 28.08.2009.

Di Gregorio, D.; Shane, S. (2003): Why do some universities generate more start-ups than others?, in: Research Policy 32 (2003), S. 209-227.

DIW (2008): Deutschen Telekom Stiftung und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) (Hg.) (2008): Innovationsindikator Deutschland 2008. Forschungsbericht. Online verfügbar unter http://www.bdi.eu/download/Innovationsindikator_08.pdf, zuletzt geprüft am 04.05.2009.

Duff, A. S. (2000): Information Society Studies, London.

Ettlie, J. E. (1982): The Commercialization of Federally Sponsored Technological Innovations, in: Research Policy 11 (3) (1982), S. 173-192.

Eulgem, S. (1998): Die Nutzung des unternehmensinternen Wissens, Ein Beitrag aus der Perspektive der Wirtschaftsinformatik, Frankfurt 1998.

Felbert, D. v. (1998): Wissensmanagement in der unternehmerischen Praxis, in: Pawlosky, P. (Hrsg.): Wissensmanagement, Erfahrungen und Perspektiven, Wiesbaden 1998, S. 119-141.

Frank, A.; Meyer-Guckel, V.; Schneider, C. (2007): Innovationsfaktor Kooperation. Bericht des Stifterverbandes zur Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Hochschulen. Stifterverband. Online verfügbar unter http://www.stifterverband.info/publikationen_und_podcasts/positionen_dokumentationen/innovationsfaktor_kooperation/innovationsfaktor_kooperation.pdf, zuletzt aktualisiert am 20.04.2007, zuletzt geprüft am 01.09.2009.

Franklin S. J. et al. (2001): Academic and surrogate entrepreneurs in university spin-out companies, in: Journal of Technology Transfer 26 (2001), S. 127-141.

Friedman, J.; Silberman, J. (2003): University Technology Transfer: Do incentives, management and location matter?, in: Journal of Technology Transfer 28 (2003), S. 17-30.

Friedrich-Nishio, M. S. (2005): Einfluss verhaltensbasierter Faktoren auf die Innovationsleistung. Eine evolutionsökonomische Betrachtung am Beispiel von IT-Unternehmen in Japan und Deutschland. Betreut von Prof. H. Grupp. Universität Karlsruhe, Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW), (<http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000002967>), zuletzt geprüft am 18.08.2009.

Gallup (2006): „2006 Innobarometer on cluster’s role in facilitating innovation in Europe – Analytical Report“, Conducted by The Gallup Organization Hungary & Gallup Europe upon the request of DG Enterprise and Industry.

Ganguli, P. (2009): Technology transfer in biotechnology. A global perspective, Weinheim 2009.

Gassmann, O. (2009): Globale Innovationsprozesse: Eine Tatsache, trotz Widerständen. Die Forschung und Entwicklung ist zu einem globalen Dorf geworden. Unternehmen, die dies negieren, werden kaum überleben, in: io new management, H. 6 (2009), S. 8-14.

Gemünden, H. G.; Walter, A. (1996): Förderung des Technologietransfers durch Beziehungspromotoren, in: Zeitschrift Führung + Organisation 65. Jg., H. 4 (1996), S. 237-245.

Glaser H. (2002): Netze des Wissens. Von Dr. Faustus zum Glasperlenspieler. In: Beyrer K.(Hrsg.), Andritzky, M. (Hrsg.): Das Netz. Sinn und Sinnlichkeit vernetzter Systeme, Heidelberg 2002, S. 115-124.

Gorsler, D. (2006): Multiakteurspartnerschaften: Aufbau regionaler Innovations-Netzwerke unter Nutzung von Fördermitteln der EU. Erfahrungen aus dem Logistik-Netz Berlin-Brandenburg. Technische Fachhochschule Wildau; Logistiknetz Berlin-Brandenburg. Online verfügbar unter http://www.login-bb.de/fileadmin/login/bilder/eigene_veroeffentlichungen/Vortrag_ESF-Konferenz_HD_161106.pdf, zuletzt aktualisiert am 21.11.2006, zuletzt geprüft am 01.09.2009.

Granovetter, M. (1973): The Strength of Weak Ties. In: The American Journal of Sociology, Jg. 78, H. 6, S. 1360-1380.

Heher, A. D. (2006): Return on Investment in Innovation: Implications for Institutions and National Agencies, in: The Journal of Technology Trans-

fer, 31 (4); S. 403-414, (<http://www.springerlink.com/content/p45500580505252w/fulltext.pdf>), zuerst veröffentlicht: 6.05.2006, zuletzt geprüft am 14.08.2009.

Heinze, T. (2006): Die Kopplung von Wissenschaft und Wirtschaft, Das Beispiel der Nanotechnologie, Frankfurt am Main 2006.

Hippner, H. (2001): Wissensmanagement in der Langfristprognostik, Lohmar 2001.

Hippner, H. (2005): Die (R)Evolution des Customer Relationship Management, in: Marketing Zeitschrift für Forschung und Praxis, Vol.2, S.115-134.

Ibert, O. (2006): Zur Lokalisierung von Wissen durch Praxis. Die Konstitution von Orten des Lernens über Routinen, Objekte und Zirkulation. In: Geographische Zeitschrift, Jg. 94, H. 2, S. 98–115.

Isfan, K.; Moog, P. (2003): Institut für Mittelstandsforschung (Hrsg.): Deutsche Hochschulen als Gründungsinkubatoren, Wiesbaden 2003 (Schriften zur Mittelstandsforschung, 100).

Jansen, D. (1999): Einführung in die Netzwerkanalyse. Grundlagen, Methoden, Anwendungen, Opladen 1999.

Jansen, J. J. P.; Van Den Bosch, F. A. J.; Volberda, H. W. (2006): Exploratory Innovation, Exploitative Innovation, and Performance: Effects of Organizational Antecedents and Environmental Moderators, in: Management Science, 52 (November) (2006), S. 1661-1674.

Jensen, M. C. et al. (2003): Disclosure and licensing of university inventions: "the best we can do with the s**t we get to work with", in: Journal of Industrial Organization 21 (2003), S. 1271-1300.

Kleiner, M. (2006): Transfer über Köpfe. Der Kommentar, in: Forschung, H. 2 (2006), (http://www.dfg.de/forschung_online/archiv/2006/2006_2/kommentar.html), zuletzt geprüft am 28.01.2009.

Kirsch, W. (2001): Die Führung von Unternehmen, München 2001. (Münchener Schriften zur angewandten Führungslehre, 100).

Kodama, T. (2008): The role of intermediation and absorptive capacity in facilitating university-industry linkages – An empirical study of TAMA in Japan, in: Research Policy, 37 (2008), S. 1224-1240.

Kohler, J. (2008): Wissenstransfer bei hoher Produkt- und Prozesskomplexität. Pilotierung, Rollout und Migration neuer Methoden am Beispiel der Automobilindustrie. Univ. Diss., Hohenheim, 2007 und Betriebswirt-

schaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden (Gabler Edition Wissenschaft), Wiesbaden 2008.

Kohlrausch, M. (2008): Technological innovation and transnational networks. Europe between the Wars, Beck (Journal of modern European history, 6.2008,2), München 2008.

Koschatzky, K. (2001): Räumliche Aspekte im Innovationsprozess. Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftsgeographie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung. Univ. Habil., Hannover, 2001 und LIT-Verlag, Münster 2001 (Schriftenreihe Wirtschaftsgeographie, 19).

Kowol, U. (1995): Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese, in: Halfmann, J. (Hrsg.): Theoriebausteine der Techniksoziologie, Frankfurt am Main 1995 (Schriftenreihe Technik und Gesellschaft, 8), S. 74-105.

Krogh, G. v.; Köhne, M. (1998): Der Wissenstransfer in Unternehmen, Phasen des Wissenstransfers und wichtige Einflussfaktoren, in: Die Unternehmung, Vol. 52, S. 235-252.

Kuttruff, S. (1994): Wissenstransfer zwischen Universität und Wirtschaft. Modellgestützte Analyse der Kooperation und regionale Strukturierung — dargestellt am Beispiel der Stadt Erlangen, Oberndorf am Neckar 1994.

Laube, T. (2009): Methodik des interorganisationalen Technologietransfers. Ein Technologie-Roadmap-basiertes Verfahren für kleine und mittlere technologieorientierte Unternehmen, IPA-IAO-Forschung und Praxis, Univ. Diss., Stuttgart, 2009, (<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:93-opus-39771>).

Ledebur, S. von (2008): Technology Transfer from Science to Industry, Norderstedt: Books on Demand, Univ. Diss., Jena, 2009.

Lee, S. H.; Wong, P. K. (2004): An exploratory study of technopreneurial intentions: a career anchor perspective, in: Journal of Business Venturing, 19 (2004), S. 7-28.

Legler, H. (2008): Forschungslandschaft Deutschland. Dynamik, Struktur, Globalisierung und Regionalverteilung von FuE im internationalen Umfeld, Wiss.-Statistik gGmbH, Essen 2008 (Schriftenreihe Materialien zur Wissenschaftsstatistik, H. 16).

Lorenzen, M. (2005): Knowledge and geography. In: Industry and innovation, Jg. 12, S. 399–407.

Malmberg, A.; Maskell, P. (2001): The Elusive Concept of Localization Economies, Towards a Knowledge-based Theory of Spatial Clustering. In: Environment and Planning, Jg. 34, H. 3, S. 429-449.

Mansfield, E. (1990): Academic research and industrial innovation, in: Research Policy, 20 (1991), S. 1-12.

Manger, D. (2009): Innovation und Kooperation. Zur Organisierung eines regionalen Netzwerks. Techn. Univ. Diss., Berlin 2008 und Transcript-Verlag, Bielefeld 2009 (Schriftenreihe Technik, Körper, Gesellschaft, 4).

Markman, G. D. et al. (2004): Entrepreneurship from the ivory tower: do incentive systems matter?, in: Journal of Technology Transfer 29 (2004), S. 353-364.

Mayntz, R. (2008): Wissensproduktion und Wissenstransfer. Wissen im Spannungsfeld von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit, Bielefeld 2008.

Meißner, D. (2001): Wissens- und Technologietransfer in nationalen Innovationssystemen, Univ. Diss., Dresden 2001.

Mertins, K.; Seidel, H. (2009): Wissensmanagement im Mittelstand. Grundlagen - Lösungen - Praxisbeispiele, Berlin 2009.

Niehardt, Frank et. al. (2005): Kooperation von Wirtschaft und Wissenschaft in Berlin – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung durch die IHK Berlin. Herausgegeben von IHK Berlin. Online verfügbar unter http://www.berlin.ihk24.de/produktmarken/innovation/anlagen/_download/Ergebnisse_Umfrage.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2008.

Nonaka, I.; Takeuchi, H. (1995): The knowledge-creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation, New York 1995.

Nooy, W. de; Mrvar, A.; Batagelj, V. (2005): Exploratory social network analysis with Pajek, New York 2005.

Picot, A.; Dietl, H.; Franck, E. (2008): Organisation. Eine ökonomische Perspektive. 5., aktualisierte und überarb. Aufl., Stuttgart 2008.

Polz, W. (2004): Benchmarking Co-Ordination Office for COMM/ENTR/A1; Fed. Min. Ec. and Lab., Austria: Benchmarking Industry-Science Relations in Europe - the Role of Framework Conditions. Research Project. Herausgegeben von Enterprise DG and Federal Ministry of Economy and Labour Austria European Commission, (http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/competitiveness/doc/final_isr_report.pdf), zuletzt aktualisiert am 06.10.2004, zuletzt geprüft am 14.08.2009.

Porter, M. E. (2002): Mehr Kunst als Wissenschaft, in: McK Wissen, Vol.1, S. 20-25.

Prahalad, C. K.; Krishnan, M. S. (2009): Die Revolution der Innovation. Wertschöpfung durch neue Formen in der globalen Zusammenarbeit, München 2009.

Rehäuser, J.; Krcmar, H. (1996): Wissensmanagement im Unternehmen, in: Schreyögg, G. (Hrsg.); Conrad, P. (Hrsg.): Managementforschung 6 – Wissensmanagement, Wiesbaden 1996, S. 1-40.

Reichwald, R.; Piller, F. (2009): Interaktive Wertschöpfung: Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung, 2., vollst. überarb. u. erw. Auflage, Wiesbaden 2009.

Reinhard, M.; Schmalholz, H. (1996): Technologietransfer in Deutschland – Stand und Reformbedarf, Berlin 1996.

Rimkus, M. (2008): Wissenstransfer in Clustern. Eine Analyse am Beispiel des Biotech-Standorts Martinsried. Univ. Diplomarbeit, München 2008 und Gabler Verlag (Gabler Edition Wissenschaft), Wiesbaden 2008.

Rogers, E. M. et al. (2000): Assessing the effectiveness of technology transfer offices at U.S. research universities, in: The Journal of the Association of University Technology Managers, 12 (2000), S. 42-80.

Ronzheimer, M. (2000a): Ist die deutsche Forschung ihr Geld wert? Erfahrungen, Defizite, Chancen und Handlungsbedarf im Technologietransfer. (BerliNews). Online verfügbar unter <http://www.berlinews.de/archiv/1362.shtml>, zuletzt geprüft am 04.02.2008.

Ronzheimer, M. (2000b): Wissenschaft und Wirtschaft müssen besser kooperieren. ADL-Studie: Erfahrungen, Defizite, Chancen und Handlungsbedarf im Technologietransfer. (BerliNews). Online verfügbar unter <http://www.berlinews.de>, zuletzt geprüft am 04.02.2008.

Schmidt, T.; Schwiebacher, F.; Sofka, W. (2008): The effects of experience on selecting innovation projects. Better the devil you know. (Discussion paper / ZEW), (<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp08084.pdf>).

Schmidt, T.; Sofka, W. (2009): Knowledge sourcing. Legitimacy deficits for MNC subsidiaries?, Deutsche Bundesbank (Discussion paper / Deutsche Bundesbank Series 1, Economic studies), Frankfurt am Main 2009.

Schmoch, U. (2000a): Konzepte des Technologietransfers, in: Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M., Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart 2000, S. 3-13.

Schmoch, U. (2000b): Wissens- und Technologietransfer aus öffentlichen Einrichtungen im Spiegel von Patent- und Publikationsindikatoren, in: Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M., Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart 2000, S. 17-37.

Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M. (2000): Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart 2000.

Schneider, M. (2007): Wissenstransfer Universität – Mittelstand: 10 gängige Vorurteile und die Antwort der Universität Freiburg. Vortrag auf dem 3. Freiburger Mittelstandkongress 2007, Internetpublikation: http://www.zft.uni-freiburg.de/zft_01_presentation/20071008_Rede_Endfassung_Zimmermann.pdf, zugegriffen am 11.02.2008

Schröder, H.-H. (1997): Innovationsstrategien und Technologiepolitik in Deutschland, in: Lichtblau, K.; Waldenberger, F. (Hrsg.): Planung, Wettbewerb und wirtschaftlicher Wandel. Ein japanisch-deutscher Vergleich, Köln 1997, S. 107-152.

Siegel, D. S. et al. (2004): Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies, in: Journal of Engineering and Technology Management 21 (2004), S. 115-142.

Siegel, D.; Waldman, D.; Link, A. (2003): Assessing the impact of Organizational Practices on the relative Productivity of University Technology Transfer Offices: An Exploratory Study, in: Research Policy, 32 (1) (2003), S. 27-48.

Simmie, J. (2005): Innovation and space: a critical review of literature. In: Regional studies, Jg. 39, S. 789–804.

Simon, H. A. (1957): Models of man social and rational. Mathematical essays on rational human behavior in a social setting, New York 1957.

Smilor, R.; Matthews, J. (2004): University venturing: technology transfer and commercialisation in higher education, in: International Journal of Technology Transfer and Commercialisation 3 (1) (2004), S. 111-128.

Souder, W.E.; Padmanabhan, V. (1990): Transferring New Technologies from R&D to Manufacturing, in: Research Technology Management, 32 (September/October) (1990), S. 38-43.

Spann, M. S.; Adams, M.; Souder, W. E.(1993): Improving Federal Technology Recommendations from a Field Study, in: Journal of Technology Transfer, 18 (Summer/Fall) (1993), S. 63-74.

Spann, M. S.; Adams, M.; Souder, W. E. (1995): Measures of Technology Transfer Effectiveness: Key Dimensions and Differences in their Use by Sponsors, Developers and Adopters, in: IEEE Transactions on Engineering Management, 42 (1) (1995), S. 19-29.

SPP-Haut (2007): Schwerpunktprogramm 1299: Adaptive Oberflächen für Hochtemperatur-Anwendungen – Das „Haut“-Konzept (2007), (<http://www.spp-haut.de/>), zuletzt aktualisiert am 26.11.2007, zuletzt geprüft am 31.08.2009.

Stauss, B. (2002): Kundenwissensmanagement (Customer Knowledge Management), in: Böhler, H. (Hrsg.): Marketing-Management und Unternehmensführung, Stuttgart 2002, S. 273-295

Thiel, M. (2002): Organisation und Implementierung des Wissenstransfers, Univ. Diss., München 2002.

Ulmer-Eilfort, C.; Schmoll, A. (2006): Technologietransfer: Lizenzverträge für Patente und Know-how, München 2006.

Van Geenhuizen, M.; Watanabe, C.; Jauhari, V.; Masurel, E. (2009): Technological innovation across nations. Applied studies of coevolutionary development, Berlin 2009.

Verspagen, B. (2006): University research, intellectual property rights and European innovation systems, in: Journal of economic surveys, 20 (4) (2006), S. 607-632.

Walter, A. (2003): Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, Voraussetzungen für den Erfolg, Wiesbaden 2003.

Walter, A. (2005): Technologietransfer, in: Albers, S. (Hrsg.); Gassmann, O. (Hrsg.): Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement, Wiesbaden 2005, S. 101-118.

Wiebels, C. V. (2009): A novel bubble size measuring technique for high bubble density flows. Techn. Univ. Diss., Braunschweig 2008, und FIT-Verlag für Innovation und Technologietransfer, Paderborn 2009 (Ibvt-Schriftenreihe, 39).

Wissenschaftsrat (2001): Systemevaluation der Blauen Liste – Stellungnahme des Wissenschaftsrates zum Abschluss der Bewertung der Einrichtungen der Blauen Liste, Band XII, Köln 2001.

Witt, P. (2009): Technologietransfer aus Hochschulen. Eine empirische Studie zur Sicht der Wissenschaftler, in: Finanz-Betrieb, 11 (1) (2009), S. 55-56.

Zahra, S. A.; George, G. (2002): Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension, in: *Academy of Management Review*, 27 (2) (2002), S. 185-203.

Anhang

Anhang A:	Transferinstrumente der DFG	177
Anhang B:	Beispiele von Materialforschungs-relevanten SFB und SPP	180
Anhang C:	Überblick über empirische Studien im Bereich Technologietransfer (C1-C3)	186
Anhang C1:	Übersicht zu Untersuchungen zum Technologietransfer auf Ebene der Forschungseinrichtungen	186
Anhang C2:	Übersicht zu Untersuchungen zum Technologietransfer auf Ebene der Forschungsprojekte	192
Anhang C3:	Überblick über empirische Studien zu Kommunikation und Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft	194
Anhang D:	Akteure des Technologietransfers	200
Anhang E:	Gesprächsleitfaden Wissenschaftler zu Modul A	210
Anhang F:	Gesprächsleitfaden Firmen zu Modul A	212
Anhang G:	Fragebogen „Industrie“ Netzwerk PATE 2008	213
Anhang H:	Fragebogen „Wissenschaft“ Netzwerk PATE 2008	219
Anhang I:	Leitfaden zur Befragung von Industrievertern auf der MSE	225
Anhang J:	Leitfaden zur Befragung der HAUT-Wissenschaftler	227

Anhang A: Transferinstrumente der DFG

In der Förderstrategie der DFG gibt es verschiedene Instrumente, die den Erkenntnistransfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft zum Ziel haben und ihn begünstigen.

In **Transferprojekten** sollen Forschungsarbeiten mit einem hohen Transferpotenzial gefördert und in Zusammenarbeit mit einem Kooperationspartner zur Verwertungsreife geführt werden. Dieses Angebot richtet sich an promovierte Projektleiter oder Mitarbeiter von DFG-geförderten Forschungsprojekten, die die unter ihrer Mitwirkung im Projekt erzielten Ergebnisse weiter entwickeln wollen. Als Partner kommen dabei Wirtschaftsunternehmen, Verbände oder öffentliche Einrichtungen in Frage. Die Förderung ist laut DFG-Richtlinien an folgende Voraussetzungen geknüpft:

- eine positive Begutachtung der bisherigen wissenschaftlichen Ergebnisse des DFG geförderten Projekts und der weiteren Vorhaben
- die Erfüllung der DFG-Anforderungen im Hinblick auf Publikationsmöglichkeiten und Schutzrechtsfragen
- das durch Eigenleistung nachgewiesene Interesse eines kooperierenden Unternehmens
- der Nachweis, dass die Voraussetzungen gegeben sind, die wissenschaftlichen Arbeiten bei dem Kooperationspartner durchzuführen

Gefördert werden können Forschungsvorhaben über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren. Beantragte Mittel können zur Deckung von Personal-, Sach- und Publikationskosten genutzt werden. Der Arbeitsplatz besonders qualifizierter Nachwuchswissenschaftler (in den Förderprogrammen Eigene Stelle und ab dem 4. Jahr im Emmy-Noether-Programm) kann in der Industrie angesiedelt sein.

Die für die Förderung von Transferprojekten genannten Bedingungen gelten auch für **Gründungsprojekte**, in denen der Kooperationspartner ein zu gründendes Wirtschaftsunternehmen ist, dessen Geschäft auf der Anwendung von Ergebnissen der DFG-geförderten Forschung basiert.

Um Gründungsprojekte durch Risikokapital zu finanzieren, arbeitet die DFG mit dem High-Tech Gründerfonds zusammen. Allerdings sind auch weitere Investoren als Ergänzung oder Alternative ebenfalls willkommen. Für eine Beteiligung des High-Tech Gründerfonds müssen zusätzlich folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- dass die Produkte, Verfahren und wissenschaftlich-technischen Dienstleistungen deutliche Wettbewerbsvorteile und nachhaltige Marktchancen auf dem relevanten Markt erwarten lassen.
- dass die Unternehmen wachstumsorientiert sind und über ein Management verfügen, das über das notwendige technologische und grundsätzlich auch über ein entsprechendes kaufmännisches Knowhow verfügt.
- dass die Antrag stellenden Unternehmen nicht älter als ein Jahr sind und die Definition der Europäischen Union für kleine Unternehmen erfüllen, d. h. nicht mehr als 50 Mitarbeiter beschäftigen und ihre Bilanzsumme oder Jahresumsatz nicht mehr als 10 Millionen Euro beträgt.
- dass Eigenmittel in Höhe von 20 Prozent (neue Bundesländer: zehn Prozent) vorhanden sind, wovon die Hälfte durch einen Side-Investor beigesteuert werden kann.

Weitere transferunterstützende Instrumente, welche nicht mit der Förderung von Forschungsvorhaben verbunden sind, sind der **Research Explorer** und **GEPRIS**. Der Research Explorer ist das Forschungsverzeichnis der DFG und des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD). Er erschließt über 17.000 Institute an deutschen Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen nach geografischen, fachlichen und strukturellen Kriterien. Es handelt sich beim Research Explorer um eine Datenbank von Akteuren der deutschen Forschungslandschaft, die verschiedene Abfragen erlaubt. Die Suche erfolgt dabei vollkommen unabhängig von der DFG-Förderung. Die Datenbank erlaubt eine Suche nach Fächern oder Fächergruppen, nach Orten, sowie nach Einrichtungstyp; die Suchkriterien sind kombinierbar. Ausgegeben werden Institute mit Postanschrift und Webadresse.

Ebenfalls um eine Datenbank handelt es sich bei GEPRIS. Hierbei handelt es sich um ein Verzeichnis der DFG-geförderten Forschungsprojekte. Als Suchkriterien kommen Projekt-Titel, Personen und Institutionen in Betracht. Ausgegeben werden Projekte (sowohl koordinierte Programme als

auch Teilprojekte) mit Themenbeschreibung, ggf. Webseite, Antragssteller oder Koordinator, fachliche Zuordnung, Projekttyp, Unterprojekte oder übergeordnetes Programm, Beginn der Förderung sowie dem DFG-Ansprechpartner. Während der Research Explorer Auskunft gibt über Kompetenzen von Forschungsinstitutionen und deren geografische Verteilung, gibt GEPRIS Auskunft über konkrete Forschungstätigkeiten.

Anhang B:

Beispiele von Materialforschungs-relevanten SFB und SPP

Zuordnung der materialforschungsrelevanten **Sonderforschungsbereiche und Schwerpunktprogramme** der DFG-Förderung zu den Handlungsfeldern des anwendungsbezogenen BMBF-Programms „Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft – WING“

WING Handlungsfeld „Nanotechnologische Werkstoffkonzepte“		
Nummer	Titel	Laufzeit
SPP 1165	Nanodrähte und Nanoröhren: von kontrollierter Synthese zur Funktion	2004-2010
SPP 1181	Nanoskalige anorganische Materialien durch molekulares Design: Neue Werkstoffe für zukunftsweisende Technologien	seit 2005
SPP 1327	Optisch erzeugte Sub-100-nm-Strukturen für biomedizinische und technische Applikationen	seit 2008
SFB 348	Nanometer-Halbleiterbauelemente - Grundlagen - Konzepte – Realisierungen	1991-2003
SFB 445	Nano-Partikel aus der Gasphase: Entstehung, Struktur, Eigenschaften	seit 1999
SFB 486	Manipulation von Materie auf der Nanometerskala	2000-2009
SFB 602	Komplexe Strukturen in kondensierter Materie von atomarer bis mesoskopischer Skala	seit 2002
SFB 625	Von einzelnen Molekülen zu nanoskopisch strukturierten Materialien	seit 2002

WING Handlungsfeld „Computational Materials Science“		
Nummer	Titel	Laufzeit
SPP 1180	Prognose und Beeinflussung der Wechselwirkungen von Strukturen und Prozessen	2005-2010
SPP 1204	Algorithmen zur schnellen, werkstoffgerechten Prozesskettengestaltung und -analyse in der Umformtechnik	seit 2006
SPP 1253	Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen	seit 2006

SFB 438	Mathematische Modellierung, Simulation und Verifikation in materialorientierten Prozessen und intelligenten Systemen	1997-2004
---------	--	-----------

WING Handlungsfeld „Bionische Werkstoffe“

Nummer	Titel	Laufzeit
SFB 436	Metallvermittelte Reaktionen nach dem Vorbild der Natur	1997-2006

WING Handlungsfeld „Werkstoffe, Chemie und Lebenswissenschaften“

Nummer	Titel	Laufzeit
SPP 1313	Bio-Nano-Responses	seit 2007
SPP 1362	Poröse metallorganische Gerüstverbindungen	seit 2008

WING Handlungsfeld „Stoffe und Reaktionen“

Nummer	Titel	Laufzeit
SPP 1133	Ultrafast magnetization processes	2002-2008
SPP 1120	Phasenumwandlungen in mehrkomponentigen Schmelzen	2001-2007
SPP 1136	Substitutionseffekte in ionischen Festkörpern	2002-2008
SPP 1137	Molekularer Magnetismus	2002-2008
SPP 1145	Moderne und universelle first-principles-Methoden für Mehr-elektronensysteme in Chemie und Physik	2003-2009
SPP 1164	Nano- und Mikrofluidik: Von der molekularen Bewegung zur kontinuierlichen Strömung	2004-2010
SPP 1170	Directed Evolution to Optimize and Understand Molecular Biocatalysts	2004-2010
SPP 1178	Experimentelle Elektronendichte als Schlüssel zum Verständnis chemischer Wechselwirkungen	2005-2011
SPP 1179	Organokatalyse	2005-2010
SPP 1191	Ionische Flüssigkeiten	seit 2006
SPP 1239	Änderung von Mikrostruktur und Form fester Werkstoffe durch äußere Magnetfelder	seit 2006

SPP 1243	Quantum transport at the molecular scale	seit 2006
SPP 1273	Kolloidverfahrenstechnik	seit 2007
SPP 1296	Heterogene Keim- und Mikrostrukturbildung: Schritte zu einem system- und skalenübergreifenden Verständnis	seit 2007
SPP 1423	Prozess-Spray Herstellen funktionaler Feststoffpartikeln in Sprühverfahren - Von den Anforderungen an das Pulver und an seine Eigenschaften zum geeigneten Prozess	seit 2009
SFB 260	Metallorganische Verbindungen als selektive Reagentien in der organischen Chemie	1987-2001
SFB 287	Reaktive Polymere in nichthomogenen Systemen, in Schmelzen und an Grenzflächen	1996-2007
SFB 416	Chemische und biologische Synthese und Transformation von Naturstoffen und Naturstoff-Analoga	1996-2006
SFB 551	Kohlenstoff aus der Gasphase: Elementarreaktionen, Strukturen, Werkstoffe	1996-2007

WING Handlungsfeld „Schichten und Grenzflächen“

Nummer	Titel	Laufzeit
SPP 1153	Cluster in Kontakt mit Oberflächen: Elektronenstruktur und Magnetismus	2003-2009
SPP 1269	Polymer-Festkörper-Kontakte: Grenzflächen und Interphasen	seit 2008
SPP 1299	Adaptive Oberflächen für Hochtemperatur-Anwendungen	seit 2007
SFB 292	Mehrkomponentige Schichtsysteme	1987-2001
SFB 338	Adsorption an Festkörperoberflächen: Mikroskopische Analyse von Zuständen und Prozessen	1989-2001
SFB 442	Strukturbildung und Eigenschaften in Grenzschichten	1993-2002
SFB 196	Physik und Chemie optischer Schichten	1993-2002
SFB 277	Grenzflächenbestimmte Materialien: Synthese, Charakterisierung, physikalische Eigenschaften, Modelle	1994-2006
SFB 290	Metallische dünne Filme: Struktur, Magnetismus und elektronische Eigenschaften	1993-2004
SFB 483	Hochbeanspruchte Gleit- und Friktionssysteme auf Basis ingenieurkeramischer Werkstoffe	seit 2000

SFB 513	Nanostrukturen an Grenzflächen und Oberflächen	1996-2007
SFB 561	Thermisch hochbelastete, offenporige und gekühlte Mehrschichtsysteme für Kombikraftwerke	1998-2010

WING Handlungsfeld „Leichtbau“

Nummer	Titel	Laufzeit
SPP 1168	Erweiterung der Einsatzgrenzen von Magnesiumlegierungen	2004-2010
SFB 390	Magnesiumtechnologie	1995-2002
SFB 396	Robuste, verkürzte Prozessketten für flächige Leichtbauteile	1996-2007
SFB 639	Textilverstärkte Verbundkomponenten für funktionsintegrierende Mischbauweisen bei komplexen Leichtbauanwendungen	seit 2004
SFB 692	Hochfeste aluminiumbasierte Leichtbauwerkstoffe für Sicherheitsbauteile (Werkstoffe, Technologien, Prozessgestaltung) – HALS	seit 2006

WING Handlungsfeld „Ressourceneffiziente Werkstoffe“

Nummer	Titel	Laufzeit
SFB 525	Ressourcenorientierte Gesamtbetrachtung von Stoffströmen metallischer Rohstoffe	1997-2003
SFB 283	Prozessketten der Massivumformung unter Aspekten der Produktivität und Umweltverträglichkeit	1995-2004
SFB 362	Fertigen in Feinblech	1993-2005
SFB 370	Integrative Werkstoffmodellierung	1994-2005
SFB 281	Demontagefabriken zur Rückgewinnung von Ressourcen in Produkt- und Materialkreisläufen	1995-2006
SFB 524	Werkstoffe und Konstruktionen für die Revitalisierung von Bauwerken	1999-2006
SFB 442	Umweltverträgliche Tribosysteme durch geeignete Werkstoffverbunde und Zwischenstoffe am Beispiel der Werkzeugmaschine	1997-2009

SFB 528	Textile Bewehrungen zur bautechnischen Verstärkung und Instandsetzung	seit 1999
SFB 532	Textilbewehrter Beton - Grundlagen für die Entwicklung einer neuartigen Technologie	seit 1999
SFB 675	Erzeugung hochfester metallischer Strukturen und Verbindungen durch gezieltes Einstellen lokaler Eigenschaften	seit 2006
SFB 761	Stahl - ab initio. Quantenmechanisch geführtes Design neuer Eisenbasis-Werkstoffe	seit 2007
SFB 799	TRIP-Matrix-Composite - Design von zähen, umwandlungsverstärkten Verbundwerkstoffen und Strukturen auf Fe-ZrO ₂ -Basis	seit 2008

WING Handlungsfeld „Intelligente Werkstoffe“

Nummer	Titel	Laufzeit
SPP 1259	Intelligente Hydrogele	seit 2006
SPP 1299	Adaptive Oberflächen für Hochtemperatur-Anwendungen	seit 2007
SPP 1337	Aktive Mikrooptik	seit 2008
SFB 459	Formgedächtnistechnik - Grundlagen, Konstruktion, Fertigung	seit 2000

WING Handlungsfeld „Elektromagnetische Funktionswerkstoffe“

Nummer	Titel	Laufzeit
SPP 1157	Integrierte elektrokeramische Funktionsstrukturen	2003-2008
SPP 1285	Halbleiterspintronic	seit 2007
SPP 1355	Elementarprozesse der Organischen Photovoltaik	seit 2008
SFB 410	II-VI-Halbleiter: Wachstumsmechanismen, niederdimensionale Strukturen und Grenzflächen	1995-2006
SFB 491	Magnetische Heteroschichten: Spinstruktur und Spintransport	seit 2000
SFB 595	Elektrische Ermüdung in Funktionswerkstoffen	seit 2003

Nicht zugeordnet

Nummer	Titel	Laufzeit
SFB 262	Glaszustand und Glasübergang nichtmetallischer amorpher Materialien	1987-2001
SFB 543	Ultraschallbeeinflusstes Umformen metallischer Werkstoffe	1998-2002
SFB 289	Formgebung metallischer Werkstoffe im teilerstarrten Zustand und deren Eigenschaften	1996-2007
SFB 499	Entwicklung, Produktion und Qualitätssicherung urgeformter Mikrobauerteile aus metallischen und keramischen Werkstoffen	seit 2000
SPP 1139	Erweiterung der Prozessgrenzen bei der Werkstoffbearbeitung mit Laserstrahlung	2002-2008
SFB 371	Mikromechanik mehrphasiger Werkstoffe	1994-2003
SFB 381	Charakterisierung des Schädigungsverlaufes in Faserverbundwerkstoffen mittels zerstörungsfreier Prüfung	1994-2006

**Anhang C:
Überblick über empirische Studien im Bereich Technologietransfer
(C1-C3)**

**Anhang C1:
Übersicht zu Untersuchungen zum Technologietransfer auf Ebene
der Forschungseinrichtungen**

Die folgende Tabelle stellt eine Übersicht zu Untersuchungen zum Technologietransfer auf Ebene der Forschungseinrichtungen dar. Bezüglich Auswahlkriterien wurde die Herleitung, Wirkungsüberprüfung und Bewertung von Einflussgrößen auf den Technologietransfer zwischen Forschungseinrichtungen und der Industrie in den Fokus gestellt. Es wurden empirische Studien ausgewählt, deren Erscheinungsjahr nach 1990 lag und die mehr als 40 Forschungseinrichtungen betrachtet haben.

Autor	Datengrundlage	Methodik	Wesentliche Befunde/ Forschungsziele
Souder, Nashar, Padmanabhan, 1990	40 Technologietransfer- Programme von Univer- sitäten, staatlichen und privaten Forschungs-lab- oren	Persönliche Interviews	Maß für einen erfolgreichen TT: vollständige Adoption Attribute erfolgreich transfe- rierter Technologien Identifikation von vier Schlüs- selrollen mit Wichtigkeit für den TT Erfolgreiche Transferorgani- sationen verfügen über Be- ziehungen zu anderen For- schungseinrichtungen Erfolgreicher TT mit etablier- ten Industriepartnern
Bozeman, Coker, 1992	150 Forschungseinrich- tungen	Fragebögen	Orientierung der Effektiv- itätsmaße des TT an Adoption & ökonomischer Effekte Einflussgrößen auf den TT: Bürokratismus, Industriever- bindungen & Marktorientie- rung

Coursey, Bozeman, 1992	533 Forschungseinrichtungen	Fragebögen	TT-Vorteile: verbesserte Öffentlichkeitswirkung, realistische Sichtweisen des Forschungspersonals, Anerkennung seitens des Staates TT-Nachteil: Zeitaufwand/-probleme
Spann, Adams, Souder, 1993	98 Bewertungsmaßstäbe für den TT zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen	Fragebögen	Identifikation fünf bedeutender TT-Effektivitätskriterien
Spann, Adams, Souder, 1995	85 Bewertungsmaßstäbe für den TT zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen	Fragebögen	herangezogene TT Bewertungskriterien orientieren sich an verfolgter Strategie (Technology Push oder Demand Pull) TT-Erfolgskriterien bei nicht bestehendem und bei bestehendem Nachfragepotential
Reinhard, Schmalholz, 1996	60 Personen aus Forschungseinrichtungen und Hochschulen	Telefonische Interviews	Misserfolgskriterien TT: „Not invented here“-Syndrom, fehlende fachliche Kompetenzen/finanzielle Ressourcen, fehlende Organisationsstrukturen, fehlende Marktorientierung, fehlende Anreize zur Zusammenarbeit.
Bernstein, Hsu 1997	14 Fallstudien von Transferprojekten an amerikanischen Forschungseinrichtungen	Fallstudie	Unternehmergeist, Anreize für Personal der Transferstelle und Networking haben positiven Einfluss auf Technologietransfer

ADT 1998	Telefonische Befragung von 95.755 wissenschaftlichen Mitarbeitern, Dozenten und Lehrstuhlinhabern an Universitäten, Hochschulen und technischen Fachhochschulen	Telefonische Befragung	Gründungsbereitschaft steigt mit Tätigkeit für industriellen Partner und Übernahmen einer Führungsfunktion.
Czarnitzki, Rammer, Spielkamp 2000	1625 Forschungseinheiten von Forschungseinrichtungen	Fragebögen	Ermittlung transferrelevanter Strukturen der Forschungseinrichtungen, Interaktionsmuster der Forschungseinrichtungen mit der Wirtschaft, Hemmnisse für die Interaktion mit der Wirtschaft.
Rogers et. al. 2000	131 amerikanische Universitäten	(AUTM Licensing Survey)	Technologietransferaktivität steigt mit Bezahlung des Lehrpersonals, Anzahl der Mitarbeiter im TTO, privaten Zuwendungen und erworbenen Drittmitteln.
Franklin et. al 2001	57 Mitarbeiter von Transferstellen an englischen Universitäten	Fragebögen	Spinoffs von Universitäten, die eine positive Einstellung gegenüber Surrogatunternehmertum aufweisen, sind erfolgreicher bei der Akquise privater Finanzmittel.
Colwell 2002	139 amerikanische Universitäten (AUTM Licensing Survey)	(AUTM Licensing Survey)	Universitäten, die eng mit Inkubatoren zusammenarbeiten, sind im Technologietransfer erfolgreicher. Technologietransferprozesse, bei denen das Lehrpersonal aktiv eingebunden ist, sind Erfolg versprechender als jene, die getrennt ablaufen.

Friedman, Silbermann 2003	83 amerikanische Universitäten (AUTM Licensing Survey)	(AUTM Licensing Survey)	Universitäten, die Erfinder stärker an den Lizenzeinnahmen beteiligen und erfahrenere Transferstellen haben, sind im Technologietransfer erfolgreicher.
Di Gregorio, Shane, 2003	101 Leiter von Transferstellen amerikanischer Universitäten, zus. Daten der AUTM Licensing Survey	AUTM Licensing Survey)	Je größer das akademische Ansehen der Universitäten, desto größer die Anzahl der Spinoffs. Je größer die Beteiligung von Erfindern an Lizenzeinnahmen, desto geringer die Anzahl der Spinoffs.
Isfang, Moog 2003	5.526 Hochschulangehörige	Fragebögen	Zur Förderung von Existenzgründungen sind Gründungspromotoren in den Leistungspositionen der Hochschule notwendig
Jensen 2003	62 Mitarbeiter und Leiter von Transferstellen an amerikanischen Universitäten	Fragebögen	Die Transferstelle ist eine „dual agency“, die die Interessen von Lehrpersonal und Verwaltung ausbalanciert. Universitäten mit besserem Lehrpersonal gelingt es häufiger, Erfindungen in einer frühen Entwicklungsphase zu lizenzieren.

Markman, 2004	128 Leiter von Transferstellen amerikanischer Universitäten, zus. Daten der AUTM Licensing Survey	Fragebögen	<p>Je älter die Transferstelle, desto geringer das Niveau unternehmerischer Aktivität (gemessen als Anzahl Spinoffs, Anzahl Lizenzverträge mit Beteiligung an Spinoffs).</p> <p>Je mehr Forschungsstipendien die Einrichtung erhält und je besser die Mitarbeiter der Transferstelle bezahlt werden, desto größer das Niveau unternehmerischer Aktivität.</p>
Degroof, Roberts 2004	41 Spinoffs in Belgien, 20 Angehörige von belgischen Forschungseinrichtungen	Fragebögen	<p>Forschungseinrichtungen, deren Spin-of-Regelungen sich durch „high selectivity/ high support“ auszeichnen, eignen sich gut zur Hervorbringung von Spinoffs mit großem Potenzial. „Low selectivity/ low support“-Regelungen führen meist zu kleineren Unternehmen.</p>
Siegel et. al. 2004	Insgesamt 98 Leiter von Transferstellen, Leiter wissenschaftlicher Einrichtungen und Erfinder an fünf amerikanischen Forschungseinrichtungen	Fragebögen	<p>Es gibt kulturelle und informationsbezogene Hindernisse zwischen den Transferbeteiligten. Besetzung und Bezahlung der Transferstelle sowie Einbindung des Lehrpersonals in den Technologietransferprozess ist wichtig.</p>
Smilor, Matthews 2004	Fünf amerikanische Universitäten als Benchmarking-Fallstudien	Fragebögen	<p>Die Universitätsleitung muss sich zum Technologietransfer bekennen. Die Transferstelle sollte sich sowohl mit der Gründung von Spinoffs als auch mit der Lizenzierung von Technologien an etablierte Unternehmen befassen.</p>

Lee, Wong 2004	959 Wissenschaftler in Singapur, unter anderem aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen	Fragebögen	Je größer der Management-Bezug eines Wissenschaftlers, desto größer seine Gründungsneigung. Wissenschaftler mit hoher Gründungsneigung sind stärker monetär incentiviert. Das Vorhandensein einer Gelegenheit moderiert die Gründungsabsicht nicht.
Arvanitis, Kubli, Woerter 2008	630 Schweizer Universitätsinstitute	Fragebögen	Institute mit starker Ausprägung der angewandten Forschung, hoher Drittmittelquote und geringer Lehrbelastung sind stärker im Wissens- und Technologietransfer (KTT) vertreten. Eine Abhängigkeit von der Institutsgröße konnte nicht festgestellt werden.
Beckers, Freitas 2008	575 Wissenschaftler aus 5 niederländischen Universitäten	Fragebögen	Analyse der Technologie- und Wissenstransfer Kanäle. Identifikation von 23 verschiedenen Kanälen. Differenzierung in fachliche Disziplin sowie individuelle und institutionelle Merkmale

Abbildung 29: Überblick über ausgewählte empirische Transferuntersuchungen auf der Ebene von Forschungseinrichtungen.

Alle Studien aus Tabelle 1 liefern empirische Ergebnisse zu Einflussgrößen auf den Technologietransfer aus Forschungseinrichtungen. Die Studie von Reinhard und Schmalholz, bei der nach einer kurzen institutionellen Analyse der befragten Forschungseinrichtungen insbesondere Misserfolgskriterien des Technologietransfers aus Sicht der befragten Forschungseinrichtungen untersucht wurden, stellt die deutsche Forschungslandschaft in den Mittelpunkt der Betrachtung. Czarnitzki, Rammer und Spielkamp (2000) beschäftigen sich mit einer empirischen Ermittlung von Strukturmerkmalen und Transfermechanismen bestimmter Forschungseinrichtungen in Deutschland und der Ermittlung verschiedener Hemmnisse der Forschungseinrichtungen gegenüber Interaktionen mit der Wirtschaft.

**Anhang C2:
Übersicht zu Untersuchungen zum Technologietransfer auf Ebene
der Forschungsprojekte**

Die Studien zum Technologietransfer auf der Ebene der Forschungsprojekte werden nachfolgend ebenfalls aufgezeigt. Es wurden erneut Studien ausgewählt, deren Ziele die Ermittlung und Bewertung von Einflussfaktoren auf den Technologietransfer aus Forschungseinrichtungen in die Industrie waren. Diese Studien mussten hierbei einen Bezug zur Ebene der Forschungsprojekte aufweisen. Die letzten drei Studien in Tabelle 2 wurden aufgrund ihres direkten Bezugs zur deutschen Forschungslandschaft ausgewählt. Als Untergrenze bezüglich der Anzahl der untersuchten Forschungsprojekte wird eine Mindestgröße von +/- 30 vorgeschrieben.

Autor	Datengrundlage	Methodik	Wesentliche Befunde/ Forschungsziele
Chakrabarti, Rubenstein, 1976	73 TT-Projekte von NASA Forschungszentren mit der Industrie	Fragebögen, Interviews	Identifikation der Adoption als Erfolgsmaß des TT Identifikation des Reifegrads, der Dringlichkeit einer Problemlösung, der Qualität der Informationen vom TG, einer offenen Konfliktaustragung und des Know-hows des TN-Personals als Einflussgrößen auf den TT
Ettlie, 1982	94 TT-Projekte von einem Großforschungszentrum mit der Industrie	Interviews, Dokumentenanalyse, Fragebögen	Identifikation von Bewertungsmaßstäben von TT-Projekten und sozialen Erfolgsmaßen Identifikation von Schlüsselpersonen zur Unterstützung des TT

Gemünden, Walter, 1996	29 TT-Projekte von Großforschungszentren mit der Industrie	Fragebögen	Identifikation der Mitarbeitermotivation, gesetzlicher Regelungen und des Nachfragepotenzials als Einflussgröße auf den TT Identifikation der Vorteilhaftigkeit, Kompatibilität und Erprobbarkeit als TT Einflussgrößen
Bochert , 1997	29 TT-Projekte von Großforschungszentren mit der Industrie	Dokumenten- Analyse	Identifikation der Mitarbeitermotivation, gesetzlicher Regelungen und des Nachfragepotenzials als Einflussgröße auf den TT Identifikation der Vorteilhaftigkeit, Kompatibilität und Erprobbarkeit
Walter, 2003	155 TT-Projekte von Steinbeistransferzentren mit der Industrie	Fragebögen	Identifikation der Transferqualität, die sich aus den Transfer- und Vertrauensaktivitäten im TT-Prozess ergibt, als Einflussgröße auf den TT

Abbildung 30: Überblick über ausgewählte empirische Transferuntersuchungen auf der Ebene von Forschungsprojekten. (In Anlehnung an Walter 2003)

**Anhang C3:
Überblick über empirische Studien zu Kommunikation und Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft**

In diesem Überblick sind die einzelnen Studien mit ihren Zielen und Kernaussagen aufgeführt. Es werden in den Studien aufgeführte Verbesserungsvorschläge für die Kommunikation zwischen den Akteuren ebenfalls aufgeführt.

Studie und Untersuchungsdesign	Quelle	Ziele / Motive / Probleme	Kommunikation/ Kooperation	Verbesserungsvorschläge
Innovationsfaktor Kooperation des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft, Befragung von Unternehmen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen, wissenschaftspolitisch aktiven Verbänden, Sommer und Herbst 2006	Frank/Meyer-Guckel/Schneider 2006	Interessensgegensätze zwischen Unternehmen und Universitäten vorhanden, Ziele der Wissenschaftler: Publikationen und Reputation „[...] vielfach erwähnten Unterschiedlichkeit der ‚Kulturen‘, der Ziele und der Zeitskalen in Unternehmen und in akademischen Einrichtungen“ (Frank/Meyer-Guckel/Schneider 2006: 93, Hervorhebung im Original), siehe auch Zitate aus den Befragungen auf Seite 93 Unterschiedliche Methodik, Arbeitsweise, Aufgaben und Struktur (z.B. ist das Verfahren der Produktentwicklung an Uni-	„[...] Den Beteiligten mangelt es häufig an Verständnis für die Arbeitsweise und Kultur des jeweils anderen, wenn Unternehmen und Hochschulen nur vorübergehend und nur auf der Ebene weniger Personen oder Abteilungen zusammen arbeiten. Das unterstreichen zahlreiche der im Rahmen der Studie Befragten.“ (Frank/Meyer-Guckel/Schneider 2006: 6).	Längere Zusammenarbeit schafft Vertrauen und Verständnis. „In Verträgen oder in transparenten Kooperationsitzungen ist zu formulieren, nach welchen Regeln Interessenskonflikte vermieden und, wo sie auftreten, gehandhabt und gelöst werden“ (Frank/Meyer-Guckel/Schneider 2006: 8). Direkte Kontakte und räumliche Nähe sind für Kooperationen und Kommunikation sehr wichtig (Frank/Meyer-Guckel/Schneider 2006: 14, 18, 92). Personen mit Erfahrungen in Wissenschaft und Wirtschaft sind dafür besonders geeignet (z.B. Absolventen, „Transferüber Köpfe“, vgl. Frank/Meyer-Guckel/Schneider 2006: 18, zur theoretischen Strukturierung vgl. Kuttruff 1994:

Studie und Untersuchungsdesign	Quelle	Ziele / Motive / Probleme	Kommunikation/ Kooperation	Verbesserungsvorschläge
		<p>versitäten unbekannt, vgl. Frank/Meyer-Guckel/Schneider 2006: 93 ff.)</p>		<p>40 ff., 65 ff). Transferstellen sollen sich als Dienstleister verstehen und Vertrauen aufbauen. Mitarbeiter dürfen nicht häufig wechseln. Technologietransfer darf nicht erzwungen werden (Zeitfaktor, Frank/Meyer-Guckel/Schneider 2006: 20).</p>
<p>ADL-Studie (Arthur D. Little), Umfrage unter deutschen Unternehmen</p>	<p>Ronzheimer 2000a Ronzheimer 2000b</p>	<p>„Deutsche Unternehmen können mit den Forschungsergebnissen der Hochschulen und öffentlichen Institute vergleichsweise wenig anfangen“ (Ronzheimer 2000a). 21% der Unternehmen sind sehr zufrieden mit der Zusammenarbeit, 32% bewerten die Ergebnisse gut verwertbar. Differenz bei den Zielen/Instrumenten des Technologietransfers (Unternehmen: Vergrößerung der Informationsbasis, öffentliche Forschungseinrichtung: Imagezuwachs,</p>	<p>„Das rasante Wachstum wissensbasierter Forschungsfelder lässt die Grenzen zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung immer mehr verschwimmen. Deshalb ist es sinnvoll, den Transfergedanken im Wertesystem von Forschungseinrichtungen breit zu verankern“ (vgl. Ronzheimer 2000b).</p>	<p>Nutzen des Transferprozesses für alle Beteiligten aufzeigen („win-win-Situation“). Gemeinsamer Zielraum als Basis für Kooperationschaffenden. Handlungsansätze für Politik, Forschungseinrichtungen und Unternehmen (vgl. Ronzheimer 2000b). „Das rasante Wachstum wissensbasierter Forschungsfelder lässt die Grenzen zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung immer mehr verschwimmen. Deshalb ist es sinnvoll, den Transfergedanken im Wertesystem von Forschungseinrichtungen breit zu verankern“ (vgl. Ronzheimer 2000b).</p>

Studie und Untersuchungsdesign	Quelle	Ziele / Motive / Probleme	Kommunikation/ Kooperation	Verbesserungsvorschläge
IHK 2004, Umfrage zum Technologie- und Wissenstransfer bei produktionsnahen Dienstleistern und Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in Berlin, n = 100, Rücklaufquote: 10%	Niehardt et al. 2005	Ronzheimer 2000a). Ziele und Vorgehensweisen werden nicht vor Projektbeginn abgestimmt, Existenz von unterschiedlichen Prioritäten: „Der industrielle Projektleiter darf nicht stillschweigend erwarten, dass sein Gegenüber auf Forschungs-Seite dieselben Maßstäbe anlegt wie er!“ (Ronzheimer 2000b)		
		1/3 der Unternehmen kooperiert mit externen Partnern bei FuE, Kontakte wurden jedoch kaum vermittelt. Studenten spielen „Schlüsselrolle im Wissens- und Technologietransfer“, Bedarf von Unternehmen an wissenschaftlichen Leistungen da (Niehardt et al. 2005: 3, Hinweise auf empirische Befunde hierzu auch in: Heidenreich 1997: 3).	Kommunikationsdefizite vorhanden. Anstöße für Innovationen kommen häufiger von Kunden als von Transfereinrichtungen oder Universitäten, FHs (vgl. Niehardt et al. 2005: 5, Hinweise auf empirische Befunde hierzu auch in: Heidenreich 1997: 3). Unternehmen sehen in Verständigungsproblemen keinen Grund für Ineffizienz beim	Forschungskapazitäten müssen für die Berliner Unternehmen noch besser zugänglich gemacht werden, Beseitigung von Kommunikationsdefiziten. Forschungseinrichtungen sollten ihr Kooperationsangebot transparenter gestalten. Bürokratie abbauen. Forschungseinrichtungen sollten stärker auf Unternehmen zugehen (Wunsch von 90% der Unternehmen).

Studie und Untersuchungsdesign	Quelle	Ziele / Motive / Probleme	Kommunikation/ Kooperation	Verbesserungsvorschläge
		<p>FHs nicht so wichtig für Berliner Unternehmen wie angenommen (vgl. Niehardt et al. 2005: 7). Unternehmen sehen unterschiedliche Erkenntnisinteressen (Ziele) und Bürokratie in Forschungseinrichtungen als Gründe für den mangelhaften Transfer (vgl. Niehardt et al. 2005: 9).</p>	<p>Transfer, ABER: „Wie schon an anderer Stelle angesprochen, wird das größte Problem in der fehlenden Kommunikation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gesehen“ (Niehardt et al. 2005: 10). 70% der Unternehmen meinen, dass Transparenz im Leistungsangebot der Forschungseinrichtungen fehlt.</p>	
<p>Bericht über die Arbeit des LogistikNetz Berlin-Brandenburg, Präsentation vom 16.11.2006</p>	<p>Gorsler 2006</p>		<p>„Integration der Kommunikationskulturen, Erwartungshaltungen, Arbeitsstile und Entscheidungsprozesse der Partner“ Nutzen der Kooperation: „Verstärkte Kommunikation und Austausch von Information“ (Gorsler 2006)</p>	<p>Umgang mit Herausforderungen: „Pflege einer konstruktiven Kommunikationskultur“ In der Startphase des Netzwerkes „Promotor“ und „Fürsprecher“ notwendig (Gorsler 2006).</p>
<p>Kuttruff 1994, schriftliche Befragung von 133 Erlanger Unternehmen und 392</p>	<p>Kuttruff 1994</p>	<p>Unternehmen: Wunsch nach Geheimhaltung, Nutzen der Kooperation als ungewiß emp-</p>	<p>Nicht die Art der Hochschule (Uni, FH), sondern die Nähe zur Forschungseinrichtung ist</p>	<p>Unternehmen: Kommunikationsschwierigkeiten mit Wissenschaftlern. FAU: Mangelndes Interesse am Wis-</p>

Studie und Untersuchungsdesign	Quelle	Ziele / Motive / Probleme	Kommunikation/ Kooperation	Verbesserungsvorschläge
<p>Professoren der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)</p>		<p>funden FAU: Wunsch nach Veröffentlichung, stockender Informationsfluss (vgl. Kuttruff 1994: 143)</p>	<p>für eine Kooperation mit Unternehmen ausschlaggebend. Unternehmen nutzen v.a. Informationsveranstaltungen und Vorträge zum Zwecke des Informationstransfers (kostenlos und kurz, vgl. Kuttruff 1994: 94, 100). Professoren nutzen v.a. Publikationen als Transfermedien, nicht persönliche oder fremde Kontakte (vgl. Kuttruff 1994: 113). Kontaktstelle für Forschungs- und Technologietransfer (FTT) wenig bekannt und genutzt (66% der Unternehmen kennen sie nicht, 10 der 133 befragten Unternehmen haben mit der FTT zusammen gearbeitet, vgl. Kuttruff 1994: 118 f). Geringer personeller Aufwand in Anhang B: Unternehmen für</p>	<p>senstransfer (vgl. Kuttruff 1994: 143).</p>

Studie und Untersuchungsdesign	Quelle	Ziele / Motive / Probleme	Kommunikation/ Kooperation	Verbesserungsvorschläge
Becker 2003, Untersuchung von 19 Public Private Partnerships (PPP), 3 x Netzwerke, 12 x einzelvertragliche Kooperation, 4 x gesellschaftsrechtliche Kooperation	Becker 2003	Ziele der PPP aus Sicht der Partner: Wissenschaft: Praxisnähe (1), Technologietransfer (2), Fachkompetenzverbesserung (3) Wirtschaft: Fachkompetenzverbesserung (1), Informations- und Erfahrungsaustausch (2), Technologietransfer (3), vgl. Becker 2003: 174	Kooperation, vgl. Kuttruff 1994: 132). Informelle Netzwerke: Hohe Unabhängigkeit und Interessenskonvergenz als Kennzeichen der Beziehungen, Folge: Geringes Konfliktpotential	Einrichtung einer zentralen Koordinierungsstelle, die das Informationsmanagement innerhalb des Netzwerkes übernimmt (vgl. Becker 2003: 221). Koordinationskultur als Grundvoraussetzung für stabile Kooperation (vgl. Becker 2003: 237).

Abbildung 31: Überblick über empirische Studien zu Kommunikation und Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft

Anhang D: Akteure des Technologietransfers

Im Rahmen des PATE-Projekts wurde zur Ermittlung des umfangreichen Spektrums an bereits bestehenden Akteuren und Methoden des Transfers im Bereich der Material- und Werkstoffwissenschaft eine internetbasierte Analyse durchgeführt. Dabei befasst sich die folgende Darstellung schwerpunktmäßig mit Intermediären des Technologietransfers, die zwischen Erkenntnisquelle (Wissenschaftler) und -empfänger (Unternehmen) stehen. Die ermittelten Einrichtungen können grob in die folgenden Kategorien unterteilt werden, die im Folgenden näher betrachtet werden:

- (I) **Forschungsnahе Stellen** an Hochschulen, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen.
- (II) **Intermediäre Technologietransfer-Stellen** wie Transferagenturen, Transfernetzwerke und Informationsvermittlungsstellen. Diese intermediären Stellen sind überwiegend regional ausgerichtet.
- (III) **Wirtschaftsnahе Technologietransfer-Stellen** umfassen neben den Industrie- und Handelskammern auch Technologieagenturen, Technologiezentren und Forschungsvereinigungen von Industrieverbänden.

Forschungsnahе Stellen

Universitäten eignen sich aufgrund des breiten Angebotes an Fachgebieten besonders für grundlegende Innovationen und interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsprojekte, während **Fachhochschulen** häufig der ideale Partner für KMU sind, wenn es um kurzfristig realisierbare Problemlösungen für Neu- und Weiterentwicklung von Produkten und Verfahren geht. Die zentrale Aufgabe der **Technologietransferstellen an Hochschulen** ist die Vermittlung von Forschungsdienstleistungen bzw. -ergebnissen der Hochschulinstitute an die interessierte Kundschaft aus der Wirtschaft. Dabei stehen diese Transferstellen den Unternehmen als Ansprechpartner zur Verfügung. Meist erarbeiten Transferstellen einen Leistungskatalog der Hochschule, knüpfen Erstkontakte zu Unternehmen und vermitteln Experten aus dem Bereich der Hochschule. Zur Bewältigung des Technologietransfers werden häufig eigens gegründete Trägerorganisationen mit Demonstrations- und Anwenderzentren aufgebaut, die auf dem Gebiet der Schlüsseltechnologien potentiellen Anwendern die Möglichkeit bieten, sich zu informieren.

Eine besondere Form des Technologietransfers aus der Hochschule heraus bietet das vom BMWi finanzierte Programm „**EXIST** - Existenzgründungen aus Hochschulen“. EXIST wird mit Mitteln des Europäischen So-

zialfonds (ESF) ko-finanziert. Diesem Programm liegen die folgenden Leitziele zugrunde:

- Die dauerhafte Etablierung einer „Kultur der unternehmerischen Selbstständigkeit“ in Lehre, Forschung und Verwaltung an Hochschulen.
- Die konsequente Übersetzung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse in wirtschaftliche Wertschöpfung.
- Die zielgerichtete Förderung des großen Potenzials an Geschäftsideen und Gründerpersönlichkeiten an Hochschulen und Forschungseinrichtungen.
- Eine deutliche Steigerung der Anzahl innovativer Unternehmensgründungen und damit die Schaffung neuer und gesicherter Arbeitsplätze.

EXIST steht dabei auf drei Säulen:

- **EXIST III** fördert Projekte von Hochschulen und außeruniversitären öffentlichen Forschungseinrichtungen, die ein Qualifizierungs- und Unterstützungsangebot für wissenschaftsorientierte Gründungen aufbauen.
- **EXIST-Gründerstipendium** unterstützt die Vorbereitung individueller technologieorientierter Gründungsvorhaben von Studierenden, Absolventen und Wissenschaftlern.
- **EXIST-Forschungstransfer** fördert sowohl notwendige Entwicklungsarbeiten zum Nachweis der technischen Machbarkeit forschungsbasierter Gründungsideen als auch notwendige Vorbereitungen für den Unternehmensstart.

Die Technologietransferstellen an **außeruniversitären Forschungseinrichtungen** sind ebenfalls forschungsnah angelegt. Über diese Wissens- und Technologietransferstellen soll das Transferangebot der jeweiligen Forschungseinrichtung transparent gemacht werden. *Transferbeauftragte* sind mit der Akquisition und Organisation der Transferprojekte beauftragt. *Beratungs- und Entwicklungszentren* decken den Bedarf an Beratung in spezifischen Technologiefeldern ab. Auch hier werden kleine und mittlere Unternehmen, die sich keine eigenen Forschungs- und Entwicklungseinheiten leisten können unterstützt. Ergänzt wird das Angebot durch *De-*

monstrations- und Anwenderzentren, die auf dem Gebiet der Schlüsseltechnologien potentiellen Anwendern die Möglichkeit bieten, die Forschungsergebnisse der Institute in praxisrelevante Innovationen zu überführen.

Ein Beispiel für einen gelungenen Technologietransfer einer außeruniversitären Forschungseinrichtung bieten die **Max-Planck-Institute**. Sie betreiben Grundlagenforschung in den Natur-, Bio-, Geistes- und Sozialwissenschaften. Die Max-Planck-Gesellschaft greift insbesondere neue, besonders innovative Forschungsrichtungen auf, die an den Universitäten in Deutschland noch keinen oder keinen angemessenen Platz gefunden haben, wegen ihres interdisziplinären Charakters nicht in das Organisationsgefüge der Universitäten passen oder einen personellen oder apparativen Aufwand erfordern, der von Universitäten nicht erbracht werden kann. Die Max-Planck-Institute betreiben wissenschaftliche Forschung frei und unabhängig, für ihre Ergebnisse gilt ein allgemeines Veröffentlichungsgebot. Darüber hinaus betreibt die Max-Planck-Gesellschaft eine aktive Patent- und Lizenzpolitik und einen offensiven Technologietransfer in die Wirtschaft über verschiedene Wege:

- über die direkte Kooperation mit Partnern aus der Wirtschaft und aus öffentlichen Institutionen,
- über die Verwertung von Patenten und Lizenzen sowie
- über Unternehmensausgründungen und Beteiligungen

Als wichtigste zentrale Technologietransferstelle betreibt die Max Planck Gesellschaft die **Max-Planck-Innovation GmbH**. Die Einrichtung wurde im Jahre 1970 von der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) als Technologietransfer-Stelle für ihre über ganz Deutschland verteilten Forschungsinstitute gegründet. Der Transfer neuer Ideen und Erfindungen in Produkte der Industrie wird durch die Max-Planck-Innovation GmbH organisiert. Durch die Vergabe von Lizenzen an zukunftsorientierte Unternehmen – insbesondere auch an Ausgründungen – entstehen neue Produkte und Arbeitsplätze. Seit ihrer Neuorganisation im Jahr 1979 hat Max-Planck-Innovation etwa 2.800 Erfindungen begleitet, mehr als 1.700 Verwertungsverträge abgeschlossen und seit 1990 über 80 Ausgründungen bereut. Der Verwertungserlös aus Erfindungen betrug insgesamt ca. 200 Millionen Euro. Die Max-Planck-Innovation GmbH schließt durchschnittlich rund 80 Lizenzverträge pro Jahr ab, in etwa zu gleichen Teilen mit inländischen und ausländischen Firmen.

Die **Fraunhofer Gesellschaft** fokussiert verglichen mit der MPG eher auf angewandte Forschung. Hier werden insbesondere Forschungs- und Entwicklungsaufträge zur Optimierung und Entwicklung von Produkten, Technologien und Produktionsverfahren verfolgt. Unterstützung bei der Einführung neuer Technologien durch Erprobung in Demonstrationszentren und Schulung von Firmenmitarbeitern gehören ebenfalls zum Leistungsspektrum. Zahlreiche Innovationen in Produkten und Verfahren gehen auf Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Fraunhofer-Instituten zurück. Die Institute arbeiten dazu auf praktisch allen anwendungsrelevanten Technologiefeldern, so z. B. in Mikroelektronik, Informations- und Kommunikationstechnik, Life Sciences, Werkstoffforschung, Energietechnik oder Medizintechnik. Eine der bekanntesten Fraunhofer-Entwicklungen ist das Audiodatenkompressionsverfahren MP3. Im Jahr 2005 hat die Fraunhofer-Gesellschaft allein 384 Schutzrechte beim Patentamt angemeldet.

Die **Venture-Gruppe der Fraunhofer Gesellschaft** unterstützt als Partner von Start-Ups, Fraunhofer-Instituten, Industrie und Kapitalgebern gründungswillige Wissenschaftler aus dem Fraunhofer-Umfeld. Im Zentrum der Dienstleistungen stehen dabei die Bereiche Gründung, Technologie, Finanzierung und Beteiligungsmanagement. Bei der Beratung wird neben der marktfähig der Geschäftsidee geprüft, welche vergleichbaren Technologien am Markt vorhanden sind, wie Investoren zu finden sind sowie welche Partner benötigt werden. Seit Ihrer Gründung 1999 wurden über 250 Ausgründungsprojekte mit 118 Unternehmensgründungen betreut. Die Venture-Gruppe nimmt bei derzeit 37 Technologie-Transfer-Beteiligungen die Gesellschafterrechte der Fraunhofer-Gesellschaft wahr.

Gemäß ihrem Auftrag konzentriert sich die **Helmholtz Gemeinschaft** beim Technologie Transfer auf Themen, die für das Gemeinwesen von zentraler Bedeutung sind, aber von der Industrie nur zögernd oder gar nicht aufgenommen werden. Es wird also auf Forschung und Technologieentwicklung mit innovativen Anwendungs- und Vorsorgeperspektiven fokussiert, wobei der Schwerpunkt sowohl in der Grundlagenforschung wie anwendungsorientierter Forschung liegen kann. Im Zentrum der Aktivitäten steht dabei nicht vorrangig die kommerzielle Verwertung von Forschungsergebnissen, sondern Schaffung technologischer Grundlagen für die Produkte und industriellen Prozesse von morgen und übermorgen. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist mit 28.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in 15 Forschungszentren und einem Jahresbudget von rund 2,4 Milliarden Euro die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Aus der Forschung der Helmholtz-Gemeinschaft gehen jährlich rund 500 Patente und 30 Ausgründungen hervor.

Das neue Konzept **Ascenion „One Stop Shop“** verknüpft Erfindungen, Materialien und Wissen zu Technologie-Portfolios und vermarktet die Forschungsergebnisse für den Bereich Lebenswissenschaften. Weiterhin wurde mit dem Konzept FIF „Initiative zur Verbesserung der Zusammenarbeit von Forschung und Industrie“ ein Netzwerk mit rund 20 Mitgliedsunternehmen ins Leben gerufen.

Intermediäre Stellen und –Netzwerke des Technologietransfers

Der **ADT** ist der **Bundesverband der deutschen Innovations-, Technologie- und Gründerzentren sowie Wissenschafts- und Technologieparks**. Der ADT-Bundesverband wurde 1988 auf Initiative zahlreicher Innovations- und Gründerzentren als „Arbeitsgemeinschaft Deutscher Technologie- und Gründerzentren“ (ADT) gegründet. Seit der Gründung des ersten Gründerzentrums in Deutschland ist deren Zahl kontinuierlich gestiegen. Der Verband verfolgt das Ziel, Technologietransfer und Innovation sowie Unternehmensgründungen und Unternehmensentwicklungen zu unterstützen. Außerdem soll die Bedeutung und die Leistungsfähigkeit der Technologie- und Gründerzentren und ihre Kompetenz zur Unterstützung innovativer Unternehmensgründungen weiterentwickelt und in der Öffentlichkeit angemessen dargestellt werden. Z.Zt. bilden 164 ordentliche und fördernde Mitglieder aus dem In- und Ausland ein leistungsfähiges Netzwerk für Innovationen und Kooperationen. Durch ihre Mitglieder vertritt der ADT direkt Innovationszentren in Deutschland.

Mit der Initiative **kompetenznetze.de** bietet das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie herausragenden Innovationsclustern die Möglichkeit, sich mit ihrem Leistungsprofil der Öffentlichkeit vorzustellen, national wie international, um damit die Attraktivität des Innovationsstandortes Deutschland sichtbar zu machen. kompetenznetze.de versteht sich als „Club der besten Innovationsnetzwerke“ in Deutschland. Die Mitgliedschaft in der Initiative stellt ein Gütesiegel dar. kompetenznetze.de ist realisiert als

- ein Instrument für internationales Standortmarketing durch Präsentation der leistungsstärksten Kooperationsverbände in Deutschland, sowie als
- Recherchequelle und Kommunikationsplattform für Informations- und Kooperationsuchende aus dem In- und Ausland.

Zielgruppen der Initiative sind u.a. standortsuchende Investoren und Existenzgründer, Wissenschaftler und Studierende, Entscheider aus Unternehmen, Politik und Verwaltung, sowie Medien und die interessierte Öffentlichkeit. Gegenwärtig zählt die Initiative 110 Mitglieder, die in 9 Themenbereiche und in 8 Regionen gegliedert sind.

Die **TechnologieAllianz** vereint Patent-, Verwertungs- und Technologietransfer-Agenturen in einem bundesweiten Netzwerk – ein flächendeckender Verbund, der über 200 wissenschaftliche Einrichtungen repräsentiert. Die Aktivitäten der TechnologieAllianz werden gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen der Förderinitiative SIGNO Deutschland, die Hochschulen, Unternehmen und freie Erfinder bei der rechtlichen Sicherung und wirtschaftlichen Verwertung ihrer Ideen unterstützt. Die TechnologieAllianz erschließt Unternehmen das gesamte Spektrum innovativer Forschungsergebnisse deutscher Hochschulen und außeruniversitärer Forschungsstätten. Die Mitglieder der TechnologieAllianz bieten ein breites Spektrum an Dienstleistungen zur systematischen Erschließung, schutzrechtlichen Sicherung und unternehmensorientierten Vermarktung von Erfindungen – als Vertriebspartner der Hochschulen und kompetenter Geschäftspartner für die Wirtschaft.

Mit dem seit April 2008 neu aufgestellten Programm **SIGNO** (früher INSTI und Verwertungsoffensive) unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Hochschulen, Unternehmen und freie Erfinder bei der rechtlichen Sicherung und wirtschaftlichen Verwertung ihrer innovativen Ideen. SIGNO gliedert sich in Förderangebote für Hochschulen, Unternehmen und Erfinder, die in der folgenden Tabelle näher beschrieben sind. Als Vorgängerprogramm gründete sich Jahr 2000 aus dem INSTI-Netzwerk der Verein INSTI-Innovation e.V. mit der Zielsetzung, ein umfassendes Beratungsangebot für die Verbesserung von Innovationsprozessen in Unternehmen zu entwickeln und anzubieten. Seine Mitglieder sind Unternehmen und Einrichtungen mit langjähriger Erfahrung in den Bereichen Innovationsmanagement, Patentwesen und Erfinderförderung. Mit dem vielfältigen Know-how und der Beratungskompetenz rund um die Themen Innovation und Information sind sie die Ansprechpartner für die INSTI-Innovationsaktion.

Förderangebote zum Technologietransfer des SIGNO-Programms

Hochschulen	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Verwertungsförderung:</i> Im Rahmen der Verwertungsoffensive ist beabsichtigt, die schutzrechtliche Sicherung und die wirtschaftliche Verwertung von Forschungsergebnissen der mit öffentlichen Mitteln finanzierten Forschung zu unterstützen und die bisher entstandenen, tragfähigen Strukturen weiter zu entwickeln.▪ <i>Strategieförderung:</i> Mit den Mitteln der Strategieförderung können Hochschulen und Forschungseinrichtungen bei der Erarbeitung und Umsetzung ihres Konzeptes einer kompetenten und effizienten Struktur für die Verwertung ihrer Forschungsergebnisse unterstützt werden.
Unternehmen	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>KMU-Patentaktion:</i> Mit der KMU-Patentaktion werden kleine und mittlere Unternehmen, Handwerksbetriebe und Existenzgründer des produzierenden Gewerbes einschließlich der Landwirtschaft bei der erstmaligen Sicherung ihrer Ergebnisse aus FuE durch Gewerbliche Schutzrechte und bei deren Nutzung unterstützt und angeleitet.▪ <i>InnovationMarket / Verwertungsaktion:</i> Im Rahmen der Verwertungsaktion werden die Kosten für die Erstellung von Inseraten (Summaries) in den InnovationMarket (www.innovationmarket.de) gefördert. Der InnovationMarket ist ein frei zugänglicher Internet-Marktplatz für Erfindungen, der Innovationsanbieter, Kapitalgeber und Unternehmen zusammenbringt. Ziel ist die wirtschaftliche Verwertung von Erfindungen.▪ <i>Innovationsaktion:</i> Ziel der Innovationsaktion ist es, Unternehmen und Existenzgründer in Deutschland zu befähigen, innerbetriebliche Innovationsprozesse professionell zu planen, zu organisieren und abzuwickeln. Mit der Innovationsaktion können auch Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen bei der Planung und Umsetzung ihres Patent- und Verwertungsmanagements unterstützt werden.
EinzelErfinder	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Erfinderfachauskunft:</i> Bei den Partnern des bundesweiten SIGNO-Netzwerkes können Erfinder eine kostenlose Erstauskunft zu Themen des Marktes, der Technik, der Kooperation und der Finanzierung in Anspruch nehmen. Im Fokus stehen die spezifischen Fragestellungen und die individuelle Situation des Erfinders.

Abbildung 32: Förderangebote zum Technologietransfer des SIGNO-Programms

Wirtschaftsnahe Stellen

Die **Industrie und Handelskammern** üben als wirtschaftsnahe Einrichtungen eine Berater- und Maklerfunktion für ihre zugehörigen Industrieunternehmen, insbesondere auch die KMU, aus. Neben der Innovationsberatung gehören u. a. Existenzgründungsberatung, Unternehmensförderung, Installation von Netzwerken, sowie die Organisation beruflicher Weiterbildung zu ihren Aufgaben. Sie sind regionalwirtschaftlich organisiert und nutzen die traditionellen Beziehungen der Wirtschaftsorganisationen, bei denen die Kontaktstellen eingerichtet sind, um zwischen den Trägern der Forschungsergebnisse und potentiellen Anwendern zu vermitteln. Etwa 140 Innovations- und Technologieberater in 81 Industrie- und Handelskammern kooperieren in einem bundesweiten Netzwerk und unterstützen die Unternehmen in Deutschland bei Angelegenheiten rund um Innovation, Forschung und Technologie. Einen besonderen Service stellt die internetbasierte **IHK-Technologiebörse** dar. Darin werden tagesaktuell Angebote und Nachfragen in verschiedenen Technologiebereichen vermittelt.

Innovationszentren umfassen sowohl Technologie- und Gründerzentren als auch Wissenschafts- und Technologieparks. Im Mittelpunkt ihrer Aktivitäten steht, dass sie günstige Rahmenbedingungen für die Konzept-, Start- und erste Entwicklungsphase junger, insbesondere innovativer, technologieorientierter Unternehmen schaffen und darüber hinaus günstige Bedingungen für ihr weitergehendes Wachstum gestalten. Dies geschieht überwiegend in folgenden Hauptfeldern:

- Beratungs- und Unterstützungsleistungen für Unternehmensgründer und junge Unternehmen, Begleitung der Unternehmensentwicklung, Einbindung in das Kontakt- und Kommunikationsnetzwerk des Zentrums etc.
- Ein differenziertes Angebot an Infrastruktur für die Unternehmen in den verschiedensten Bereichen, z.B. vom temporär mietbaren Konferenzraum bis zur Präsentationstechnik, von Telekommunikation und Internetanbindung bis zu Laborausstattung, von klassischen Dienstleistungen wie Empfang, Postservice bis zu Projektmanagement etc.
- Ein Angebot an Räumlichkeiten für den Start und die erste Entwicklung der Unternehmen in hoher Flexibilität hinsichtlich Zeit, Größe und Konditionen entsprechend deren Entwicklung.

Im Zentrum der Aktivitäten der **Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. – AiF** steht die Förderung angewandter Forschung und Entwicklung (FuE) zu Gunsten kleiner und mittlerer Unternehmen. Dabei verknüpft sie als Dach eines industriegetragenen Innovationsnetzwerkes Wirtschaft, Wissenschaft und Staat und bietet praxisnahe Innovationsberatung an. Als Träger der industriellen Gemeinschaftsforschung und weiterer Förderprogramme des Bundes und der Länder setzt sich die AiF für die Leistungsfähigkeit des Mittelstandes ein. Das Innovationsnetzwerk besteht aus über 100 industriellen Forschungsvereinigungen und mehr als 700 eingebundenen Forschungsstellen sowie zwei AiF-Geschäftsstellen in Köln und Berlin. Die Forschungsvereinigungen und die Geschäftsstellen der AiF bieten innerhalb dieser Struktur praxisnahe Innovationsberatung im Bereich der FuE-Förderung auf nationaler und zunehmend auch internationaler Ebene. Die AiF agiert dabei sowohl branchenweit als auch firmenspezifisch.

Die **Steinbeis-Stiftung** ist eine Einrichtung, die den Technologie- und Wissenstransfer zwischen Hochschulen und der Wirtschaft fördert. 1971 vom Land Baden-Württemberg gegründet operiert die Stiftung mittlerweile weltweit im Wissens- und Technologietransfer. Im Zentrum der Aktivitäten steht die Beratung, Forschung und Entwicklung, Erstellung von Gutachten und Expertisen, Aus- und Weiterbildung für KMU, kommunale Institution und Existenzgründer. Dabei stützt sich die Steinbeis Stiftung auf ein Transfernetz mit über 700 Transferunternehmen und Kooperationspartnern in über 50 Ländern. Die Beratungseinrichtungen sind unterteilt in Transferzentren, Beratungszentren und Forschungszentren und werden ergänzt durch die Steinbeis Hochschule in Berlin. Als Unternehmensberatung und Zentrum für Technologietransfer bemüht sich das **Steinbeis Transferzentrum TIB** um Konzepte für die erfolgreiche Finanzierung und Vermarktung von Innovationen. Die Arbeit stützt sich auf ein umfassendes Netzwerk aus Industrieunternehmen, Wissenschaft und Forschung sowie Kapitalgebern. Das Leistungsspektrum von TIB umfasst:

- Patent Invest: Nutzung von Patenten / Patentportfolios zur Unternehmensfinanzierung
- Gutachten
- High-Tech-Gründerfonds
- Fördermittel

- Finanzierung
- Finanzplanung
- Marktanalysen
- Marketing und Vertrieb

Die beiden europäischen Netzwerke der Innovation Relay Centres und Euro Info Centres wurden im Jahre 2008 zu einem gemeinsamen Netzwerk mit dem Titel **Enterprise Europe** mit mehr als 550 regionalen Kontaktstellen in 44 Länder zusammengefasst. In Deutschland sind 57 Einrichtungen aus allen Bundesländern an diesem Netzwerk beteiligt, bei denen es sich überwiegend um Industrie- und Handelskammern handelt. Das Netzwerk wird im Rahmen des EU-Programms für Wettbewerb und Innovation (CIP) durch die Europäische Kommission gefördert. Im Fokus des neuen Netzwerks Enterprise Europe steht die Internationalisierung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) aus Industrie, Handel und Handwerk mit innovativen Produkten und Dienstleistungen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Förderung der Zusammenarbeit sowie Clusterbildung zwischen Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen.

Anhang E:
Gesprächsleitfaden Wissenschaftler zu Modul A

1. Welche Anwendungspotenziale gibt es für die Projektergebnisse?
2. Gibt es eine systematische Planung für das Ausschöpfen der Anwendungspotenziale?
3. Inwieweit wurden die Anwendungspotenziale bisher ausgeschöpft?
Z.B.: In welcher Form sind Ergebnisse bisher in Produktinnovationen geflossen? Sind derartige Produktinnovationen in Vorbereitung?
4. Gibt es Industriepartner Im Projekt?
5. Auf welcher Ebene gibt es Kontakte mit dem Industriepartner (strategisch, z.B. Professoren – Geschäftsführung oder operativ, z.B. wiss. Angestellte – Produktentwickler)
6. Von wem ging die Anbahnung der Zusammenarbeit aus? (Werden Informationen ohne Aufforderung weitergegeben (push) oder abgefragt (pull)?)
7. Wie viele Patente wurden angemeldet oder sollen noch angemeldet werden?
8. Welchen Schutzzumfang haben die Patente (sachlich, geografisch ...)
9. In welchem Umfang gab/gibt es Publikationen?
10. In welchen Medien wurde/wird publiziert?
11. Gab es von Seiten beteiligter Wissenschaftler Unternehmensgründungen, die aus dem Projekt hervor gingen oder sind solche in Vorbereitung (wie viele)?
12. Wurden Wissenschaftler von Industrieunternehmen aufgrund ihres im Projekt erarbeiteten Wissens abgeworben (wie viele)?
13. Gab es anwendungsorientierte Anschlussprojekte oder sind solche in Vorbereitung?

14. Gab es eine systematische Weitergabe von Projektwissen (an Partner anwendungsorientierter Anschlussprojekte)?
15. Welche Probleme traten bei der Weitergabe auf?

Anhang F:
Gesprächsleitfaden Firmen zu Modul A

1. Gibt es projektbezogene Zusammenarbeit mit Forschern in großen DFG-Programmen oder Mitarbeit in Forschungsprojekten mit thematischem Bezug zu früheren DFG-Programmen?
2. Nehmen Sie Einfluss (etwa dadurch, dass Sie Ihre Anforderungen an bestimmte Technologien zur Verfügung stellen) auf die Inhalte von Forschungsprojekten.
3. Gibt es eine systematische Planung für das Ausschöpfen von Anwendungspotenzialen?
4. Auf welcher Ebene gibt es Kontakte mit dem Forschungspartner (strategisch, z.B. Professoren – Geschäftsführung oder operativ, z.B. wiss. Angestellte – Produktentwickler)
5. Von wem ging die Anbahnung der Zusammenarbeit aus?
6. Gibt es eine systematische Suche (screening) für das Erkennen von Anwendungspotenzialen?
7. Wenn in Forschungskoperationen patentierbare Erfindungen gemacht werden, wird ein Patent angemeldet? Wer meldet das Patent an – Sie oder die Forscher/das Forschungsinstitut? Ist letzteres der Fall, treten Sie als Lizenznehmer auf?
8. Welchen Schutzzumfang haben die Patente (sachlich, geografisch ...)
9. Gab es von Ihrer Seite Abwerbungen von Wissenschaftlern?
10. Inwieweit wurden die Anwendungspotenziale bisher ausgeschöpft? Z.B.: In welcher Form sind Ergebnisse bisher in Produktinnovationen geflossen? Sind derartige Produktinnovationen in Vorbereitung? Welche Rolle spielen die auf Forschungskoperationen basierenden Produkte für Ihr Unternehmen?

Anhang G:
Fragebogen „Industrie“ Netzwerk PATE 2008

1. *In welchem Unternehmen, wissenschaftlicher Forschungseinrichtung oder sonstiger Institution sind Sie tätig?*

☒ _____

2. *Wie viele Personen in Ihrem Unternehmen pflegen externe Kontakte im Zusammenhang mit Hochtemperatur-Anwendungen?*

☒ _____ (bitte Anzahl der Personen angeben)

3. *Wie nutzen Sie externe Forschung?*

- Wir arbeiten nur auf dem Stand der Technik.
- Wir informieren uns lediglich über den neuesten Stand der Forschung.
- Wir versuchen darüber hinaus die neuesten Forschungsergebnisse anzuwenden.
- Wir initiieren selber Forschungsfragen und setzen aktiv Forschungsergebnisse um.

4. *Auf welche Art und Weise knüpfen Sie Ihre Kontakte im Bereich Hochtemperatur- Anwendungen?*

- direkte Kontaktaufnahme
 - Teilnahme an Kongressen
 - Teilnahme an Messen
 - über Internetplattformen
 - über Hochschulen / Universitäten
 - Empfehlungen von Dritten
 - persönliche Kontakte, z.B. aus Studienzeiten
 - über andere Abteilungen im eigenen Unternehmen
 - sonstige
-

5. *Alles in allem betrachtet, empfinden Sie die Kommunikation mit Wissenschaftlern als eher...*

inhaltlich verständlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	inhaltlich unverständlich
kompliziert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	einfach
formell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	informell
sachlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	unsachlich
offen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	verschlossen
arrogant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kollegial
nützlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nutzlos

6. *Welche der folgenden Forschungsthemen können für Ihr Unternehmen eine besondere Bedeutung haben? (Mehrfachantworten möglich).*

Nr.	Thema	Bedeutung				Thema nicht bekannt
		Sehr gering	Eher gering	Eher hoch	Sehr hoch	
1	Hochtemperatur-aktivierte Hartstoffschichten als Oberflächensysteme für Umformwerkzeuge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Selbstschmierung, Schmierstoffphasen, Magnelli-Phasen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Integrierte Überwachung von selbstregenerativen Hochtemperatur-NO _x -Katalysatoren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Katalyse und Sensorik, Selbstheilungsvermögen durch adaptive Anpassung der Oberfläche an die Abgaszusammensetzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3	Hochtemperatur-Separation und Sensorik; keramische mikroporöse Membranen mit integriertem Gas-sensor; H ₂ und CO Separation und Sensorik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Mikrobiologisch / chemisch erzeugte adaptive Oberflächen für keramische Hochtemperatur-Werkstoffe. Einsatz von Mikroorganismen zur Auslaugung / Oxidation von Oberflächen; Korrosionsschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Haifischhaut für Hochtemperatur-Anwendungen, strömungsoptimierte Schutzschichten. Strukturierte Oberfläche mit gleichzeitigem Oxidationsschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Synthese und Charakterisierung von adaptiven, schadenstoleranten Keramikoberflächen auf der Basis von MAX-Phasen-Nanolaminaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Nanostrukturierte magnetische Dünnschichtkomposite Hochtemperatursensorik; in-situ-Erfassung von Prozessparametern über die Änderung der magnetischen Intensität Fernauslesbarkeit des Verschleißes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Innere Ausscheidungen als Template für oxidische Deckschichten m. hohem Emissionskoeffizient u. optischer Barrierewirkung. Heizleiter mit hohem Emissionskoeffizient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Thermisch aktivierbare keramische Schutzschichten mit adaptiven Eigenschaften auf Basis präkeramischer Polymere; Precursorkeramik, Polymere Netzwerke, nanoskalige Füllstoffe: Schutzschichten mittels Lackiertechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10	Sensor f. Hochtemperatur-Schutzschichten zur in-situ Erfassung des Degradationszustandes (magnetische Phase die zugleich Deckschicht und Sensor für Verschleiß ist)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Haifischhaut und Lotus-Effekt: Hochtemperatur-Funktionalisierung von adaptiven Oberflächen-Mikrostrukturen. Thermisch induzierte Oberflächen-Deformationen, Selbstreinigungseffekt, NEC-Keramiken (negativer Ausdehnungskoeffizient)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Welche Wissenschaftler / wissenschaftliche Institutionen sind Ihnen im Zusammenhang mit Hochtemperatur-Anwendungen bekannt?

Wer	bekannt	sporadischer Kontakt	regelmäßiger Kontakt	Zusammenarbeit
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Nennen Sie die wichtigsten industriellen Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen mit denen Sie im Bereich Hochtemperatur-Anwendungen zusammenarbeiten.

Wer	Sporadischer Kontakt	Regelmäßiger Kontakt	Zusammenarbeit
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Welche anderen Unternehmen kennen Sie, die im Bereich Hochtemperatur-Anwendungen tätig sind?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

10. Welche anderen Institutionen und Organisationen sind Ihnen im Zusammenhang mit Hochtemperatur-Anwendungen bekannt? (Bsp. Wirtschaftsförderer, staatliche Stellen, Stiftungen, Verbände)

Wer	bekannt	sporadischer Kontakt	regelmäßiger Kontakt	Zusammenarbeit
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Basiert die Pflege von externen Kontakten in erster Linie...

- auf persönlichen Beziehungen oder
- personenunabhängig (institutionalisiert)

12. Sind Sie telefonisch oder per E-Mail erreichbar?

Telefon: _____
 Mail: _____

Anhang H:
Fragebogen „Wissenschaft“ Netzwerk PATE 2008

1. *In welchem Unternehmen, wissenschaftlicher Forschungseinrichtung oder sonstiger Institution sind Sie im Bereich Hochtemperaturanwendungen tätig?*

☒ _____

2. *Wie viele Personen in Ihrer Organisation pflegen externe Kontakte im Zusammenhang mit Hochtemperatur-Anwendungen?*

☒ _____ (bitte Anzahl der Personen angeben)

3. *Wie verbreiten sie Ihre Forschungsergebnisse?*

- Wir betreiben Auftragsforschung und überlassen die Ergebnisse unseren Auftraggebern.
- Wir veröffentlichen in praxisbezogenen Fachzeitschriften.
- Wir veröffentlichen in wissenschaftlichen Zeitschriften.
- Wir halten Vorträge auf Veranstaltungen.
- Wir sprechen gezielt potentielle Interessenten unserer Forschungsergebnisse an.
- sonstige Möglichkeiten

4. *Auf welche Art und Weise knüpfen Sie Ihre Kontakte im Bereich Hochtemperatur- Anwendungen?*

- direkte Kontaktaufnahme
- Teilnahme an Kongressen
- Teilnahme an Messen
- über Internetplattformen
- über Hochschulen / Universitäten
- Empfehlungen von Dritten
- persönliche Kontakte, z.B. aus Studienzeiten
- über andere Abteilungen in der eigenen Organisation
- sonstige

5. *Alles in allem betrachtet, empfinden Sie die Kommunikation mit Industrievertretern als eher...*

inhaltlich verständlich	ver-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	inhaltlich unverständlich
kompliziert		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	einfach
formell		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	informell
sachlich		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	unsachlich
offen		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	geschlossen
arrogant		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kollegial
nützlich		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nutzlos

6. *Welche der folgenden Forschungsthemen können für Ihre Forschungseinrichtung eine besondere Bedeutung haben? (Mehrfachantworten möglich).*

Nr.	Thema	Bedeutung				Thema nicht bekannt
		Sehr gering	Eher gering	Eher hoch	Sehr hoch	
1	Hochtemperatur-aktivierte Hartstoffschichten als Oberflächensysteme für Umformwerkzeuge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Selbstschmierung, Schmierstoffphasen, Magnelli-Phasen					
2	Integrierte Überwachung von selbstregenerativen Hochtemperatur-NO _x -Katalysatoren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Katalyse und Sensorik, Selbstheilungsvermögen durch adaptive Anpassung der Oberfläche an die Abgaszusammensetzung					

3	Hochtemperatur-Separation und Sensorik; keramische mikroporöse Membranen mit integriertem Gas-sensor; H ₂ und CO Separation und Sensorik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Mikrobiologisch / chemisch erzeugte adaptive Oberflächen für keramische Hochtemperatur-Werkstoffe. Einsatz von Mikroorganismen zur Auslaugung / Oxidation von Oberflächen; Korrosionsschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Haifischhaut für Hochtemperatur-Anwendungen, strömungsoptimierte Schutzschichten. Strukturierte Oberfläche mit gleichzeitigem Oxidationsschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Synthese und Charakterisierung von adaptiven, schadenstoleranten Keramikoberflächen auf der Basis von MAX-Phasen-Nanolaminaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Nanostrukturierte magnetische Dünnschichtkomposite Hochtemperatursensorik; in-situ-Erfassung von Prozessparametern über die Änderung der magnetischen Intensität Fernauslesbarkeit des Verschleißes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Innere Ausscheidungen als Template für oxidische Deckschichten m. hohem Emissionskoeffizient u. optischer Barrierewirkung. Heizleiter mit hohem Emissionskoeffizient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Thermisch aktivierbare keramische Schutzschichten mit adaptiven Eigenschaften auf Basis präkeramischer Polymere; Precursorkeramik, Polymere Netzwerke, nanoskalige Füllstoffe: Schutzschichten mittels Lackiertechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10	Sensor f. Hochtemperatur-Schutzschichten zur in-situ Erfassung des Degradationszustandes (magnetische Phase die zugleich Deckschicht und Sensor für Verschleiß ist)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Haifischhaut und Lotus-Effekt: Hochtemperatur-Funktionalisierung von adaptiven Oberflächen-Mikrostrukturen. Thermisch induzierte Oberflächen-Deformationen, Selbstreinigungseffekt, NEC-Keramiken (negativer Ausdehnungskoeffizient)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Welche Wissenschaftler / wissenschaftliche Institutionen sind Ihnen im Zusammenhang mit Hochtemperatur-Anwendungen bekannt? (Als Teilnehmer eines HAUT Projektes: Bitte keine HAUT Partner angeben.)

Wer	bekannt	sporadischer Kontakt	regelmäßiger Kontakt	Zusammenarbeit
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Nennen Sie die wichtigsten industriellen Unternehmen mit denen Sie im Bereich Hochtemperatur-Anwendungen zusammenarbeiten.

Wer	sporadischer Kontakt	regelmäßiger Kontakt	Zusammenarbeit
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Welche anderen industriellen Unternehmen kennen Sie, die im Bereich Hochtemperatur-Anwendungen tätig sind?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

10. Welche anderen Institutionen und Organisationen sind Ihnen im Zusammenhang mit Hochtemperatur-Anwendungen bekannt? (Bsp. Wirtschaftsförderer, staatliche Stellen, Stiftungen, Verbände)

Wer	bekannt	sporadischer Kontakt	regelmäßiger Kontakt	Zusammenarbeit
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. *Basiert die Pflege von externen Kontakten in erster Linie...*

- auf persönlichen Beziehungen oder
- personenunabhängig (institutionalisiert)

12. *Sind Sie telefonisch oder per E-Mail erreichbar?*

Telefon: _____
 Mail: _____

Anhang I:

Leitfaden zur Befragung von Industrievertretern auf der MSE

1. Filterfrage:

„Guten Tag, mein Name ist ... von Dialogik, wir führen ... eine Untersuchung zum Thema Technologietransfer im Bereich Hochtemperaturanwendungen durch. Sind Sie oder Ihre Firma in diesem Bereich tätig?“

► Falls **Nein**: Interview abbrechen,

► Falls **Ja**: „In dem Fall hätte ich ein paar Fragen an Sie.“

(DEF: Hochtemperaturanwendungen sind Anwendungen über 650 Grad Celsius, wie z.B. Keramiken und andere Beschichtungen, Katalysatoren und Sensoren.)

2. Eisbrecherfrage:

„Was hat Sie dazu bewogen, zu dieser Messe zu kommen?“

► Wenn als Antwort u.a. kommt: Ich will mich über den Forschungsstand auf dem Laufenden halten, einfach mit dem Interview fortfahren.

► Wenn nicht: „Inwiefern dient kann denn diese Messe dazu dienen, sich über den Forschungsstand auf dem Laufenden zu halten?“

„Wie halten sie sich sonst noch über den Forschungsstand auf dem Laufenden? Rekrutieren Sie Ihre Mitarbeiter auch gezielt mit wissenschaftlichem Hintergrund?“

3. Leitfrage (bitte flüssig formulieren)

„Wie sieht es denn generell mit der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung aus. Erzählen sie doch mal aus Ihrer Sicht heraus, warum solche Kooperationen erfolgreich sind beziehungsweise scheitern?“

4. Die folgenden Punkte sind von uns als vertiefende Fragen zu stellen, wenn sie nicht explizit vom Befragten thematisiert werden.

- „Gibt es Besonderheiten bei der Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern?“ („Wo sehen Sie Unterschiede in der Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern im Gegensatz zu Leuten aus der Industrie. Wie läuft Verständigung mit den Wissenschaftlern. Haben Sie das Gefühl, die spre-

chen eine andere Sprache, oder kommt man gut miteinander zu recht?“)

- „Wie gehen sie vor / (würden Sie vorgehen), wenn sie wissenschaftliche Kooperationspartner benötigen? (Systematisierung, Institutionalisierung, festes Konzept, Patente vs. Veröffentlichung)?“
- „Welche Rolle spielen für Sie Technologie-Transferstellen?“
- „Sind Sie in Organisationen, Verbänden oder informellen Netzwerken aus dem Hochtemperaturbereich beteiligt. Fühlen Sie sich darin gut aufgehoben?“ (in Hinsicht auf Nutzen Zugänglichkeit, Transparenz, Exklusivität, Wettbewerbsvorteile)
- „Einer unserer Forschungsschwerpunkte stellen KMUS und Ihr Transferpotential dar. Können Sie uns dazu etwas erzählen. Haben sie besondere Vor- oder Nachteile beim Wissenstransfer? Glauben Sie, dass es für KMUs leichter, oder schwerer ist mit Wissenschaftlern in Kontakt zu kommen und Forschungsergebnisse ins Unternehmen mit aufzunehmen?“
- „Wie sollte die Kooperation zwischen Wissenschaft und Industrie Ihrer Meinung nach aussehen? Was könnte man tun, das Sie die Ergebnisse aus der Forschung besser verwerten können?“
- „Was halten Sie denn davon, wenn es eine Person gibt, der zwischen Industrie und Wissenschaft vermittelt, sowie Angebot und Nachfrage in Bezug auf Forschungsfragen gezielt verknüpft?“

**Anhang J:
Leitfaden zur Befragung der HAUT-Wissenschaftler**

Leitfaden (Grobkonzept) für die Befragung unserer HAUT-Partner

Ziel

- Hemmnisse und fördernde Faktoren hinsichtlich Verwertung von Forschungsergebnissen (IST-Zustand)
- Fördernde Faktoren hinsichtlich Verwertung (Wunschvorstellungen)
- Netzwerk

Intro

Die DFG sieht sich selbst als Zentrale Stütze für die *Grundlagenforschung* der Universitäten. Darüber hinaus sieht sie aber auch die Notwendigkeit, in der Lage zu sein, diese Erkenntnisse der Grundlagenforschung im Sinne des Technologietransfers der Anwendung zur Verfügung zu stellen und auf die potenziellen Anwender stärker zuzugehen. Die DFG will sich auch stärker darum kümmern, Forschungsergebnisse so aufzubereiten, dass sie besser zu Innovationen werden können.

Sehr geehrter Herr _____

Sie arbeiten auf dem Gebiet der _____

Allgemeine Fragen zu Beginn: (für unser Projekt konkret auswertbar, da Vergleich mit Wirtschaft – MSE – möglich)

- 1) Wie sieht es denn generell mit der Verwertung von Forschungsergebnissen (Industrie oder auch weiterführende, anwendungsorientiertere Forschung) aus. Erzählen sie doch mal was fördert/unterstützt diese

- 2) Können Sie ein paar Beispiele geben? *Hier meinen wir den aktuellen Ist-Zustand*

3) Welche Gegebenheiten hemmen Sie – gibt es Hemmnisse

4) Auf welcher Ebene erfolgen die Kontaktabbauung und im Folgenden auch die Kontakte

Leitungsebene

Arbeitsebene

5) Wie gehen sie vor / (würden Sie vorgehen), wenn sie wissenschaftliche Kooperationspartner benötigen? (Systematisierung, Institutionalisierung, festes Konzept, Patente vs. Veröffentlichung?)

6) In welcher Funktion sind ggf. Industriepartner im Projekt (Geldgeber, Ideengeber, Anwender...) – Kann man Industriepartner generell als förderlich einstufen

Konkrete Fragen zur eigenen Forschung/ Ist Zustand (für die Benutzung durch den/die Verwertungsagenten)

7) Wenn Sie an Ihre eigene Forschung denken, sehen Sie da bereits eine Anwendung in Sicht oder ist dies noch sehr grundlagenorientiert (ist da bereits eine Anwendung in Sicht...)

8) Nehmen Sie an, Patente / Schutzrechte werden für Ihre HAUT-Forschungsergebnisse eine Rolle spielen?

9) Zurückgehend auf das eingangs gesagte: was könnte getan werden, um Sie zu unterstützen, Ihre Forschungsergebnisse besser zu verwer-

ten. Bezogen auf das HAUT – Projekt – welche Unterstützung wünschen Sie sich konkret?

10) Wir brauchen für die Erhebung der Wunschvorstellungen noch aus Ihrem Projekt einen neuen und einen erfahrenen (2 – 3 Jahre) Doktoranden. Wen würden Sie mir da vorschlagen. Hier soll explizit nur nach den Wunschvorstellungen gefragt werden.

Fragen zum Netzwerk der HAUT-Partner (Verortung in realem HT-Netzwerk)

11) Wir streben an, das bestehende Netzwerk so realistisch wie möglich abzubilden. Dazu fragen wir nach konkreten Kontakten (über die im HAUT-Projekt beteiligten hinaus).

Nennen Sie uns Ihre

Partner aus Industrie	Bekannt	sporadischer Kontakt	Intensiver Kontakt	Kooperation
Partner aus Forschung	Bekannt	sporadischer Kontakt	Intensiver Kontakt	Kooperation

		takt		
Partner aus Transfer:	Bekannt	sporadischer Kontakt	Intensiver Kontakt	Kooperation

Schriftenreihe Projektträger Jülich

Technologie- und Erkenntnistransfer aus der Wissenschaft in die Industrie

Eine explorative Untersuchung in der deutschen Material- und Werkstoffforschung

hrsg. von A. Pechmann, F. Piller und G. Schumacher (2010), 230 Seiten

ISBN: 978-3-89336-624-8