

ZIRN
Interdisziplinärer
Forschungsschwerpunkt
Risiko und nachhaltige
Technikentwicklung

Universität Stuttgart
Institut für
Sozialwissenschaften
Abt. für Technik- und
Umweltsoziologie

DIALOGIK
gemeinnützige
Gesellschaft für
Kommunikations- und
Kooperationsforschung

Stuttgarter Beiträge zur Risiko- und Nachhaltigkeitsforschung

Innovationen im Netz: Die Rolle von Beziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft für den Wissens- und Technologietransfer

**Band 1: Theoretische und empirische
Netzwerke im Hochtemperaturbereich**

**Agnes Pechmann
Michael Ruddat
Alexander Sautter
Karolin Tampe-Mai**

Nr. 20 / Juli 2011

DIALOGIK
gemeinnützige Gesellschaft für
Kommunikations- und
Kooperationsforschung

***Innovationen im Netz:
Die Rolle von Beziehungen
zwischen Wissenschaft und
Wirtschaft für den Wissens-
und Technologietransfer***

**Band 1 Theoretische und empirische
Netzwerke im Hochtemperaturbereich**

Agnes Pechmann*
Michael Ruddat
Alexander Sautter
Karolin Tampe-Mai

Nr. 20 / Juli 2011

Arbeitsbericht

ISSN 1614-3035
ISBN 978-3-938245-19-4

Institut für Sozialwissenschaften
Abt. für Technik und Umweltsoziologie
Universität Stuttgart
Seidenstr. 36, 70174 Stuttgart
Tel: 0711/685-83971, Fax: 0711/685-82487
Email: ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de
Internet: <http://www.uni-stuttgart.de/soz/tu>

DIALOGIK gGmbH
Lerchenstrasse 22, 70176 Stuttgart
Tel: 0711/3585-216 8, Fax: 0711/3585-216 0
Email: info@dialogik-expert.de
Internet: www.dialogik-expert.de/

ZIRN
Internationales Zentrum für Kultur- und
Technikforschung der Universität Stuttgart
Interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt
Risiko und Nachhaltige Technikentwicklung
Tel: 0711/685-83971, Fax: 0711/685-82487
Email: ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de
Internet: <http://www.zirn-info.de>

Ansprechpartner: Dipl.Ing.(FH) Karolin Tampe-Mai
Tel: 0711 / 35 85 216-3
Tampe-Mai@dialogik-expert.de

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	8
Zusammenfassung	9
1 Einleitung.....	11
2 Das Projekt PATE (Projekt Analyse Technologietransfer)....	15
3 Theoretische Modelle von Innovationsnetzwerken.....	19
3.1 Der Netzwerkansatz in der Theorie	23
3.2 Ideal-theoretisches Innovationsnetzwerk.....	26
3.3 Verwertungsnetzwerk.....	29
4 Methodik und Darstellung der empirischen Netzwerkanalyse im Hochtemperaturbereich.....	33
4.1 Identifikation von Akteuren	34
4.2 Darstellung des empirischen Netzwerkes im HT-Bereich und Vergleich mit den Modellen	38
5 Das Hochtemperatur-Netzwerk und seine Rahmenbedingungen	41
5.1 Das empirische Netzwerk.....	42
5.2 Teilnahme am Transfer.....	43
5.3 Nutzung externer Forschung durch die Industrie	45
5.4 Kontakthanbahnung und -aufnahme	47
5.5 Leitfadenterviews: Netzwerke aus Sicht der Akteure	50
6 Diskussion der Ergebnisse	55

7	Danksagung.....	59
8	Literatur.....	59

Abkürzungsverzeichnis

BTU Cottbus	Brandenburgische Technische Universität Cottbus
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DGM	Deutsche Gesellschaft für Materialkunde
DGO	Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DVT	Deutscher Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine (http://www.dvt-net.de/)
F&E	Forschung & Entwicklung
HT-Bereich	Hochtemperaturbereich
INSNA	International Network for Social Network Analysis
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
MATRIX	Materialwissenschaftlicher Technologietransfer in die industrielle Praxis
MSE	Material Science and Engineering
PATE	Projekt Analyse Technologietransfer
PTJ	Projektträger Jülich
SNA	Social Network Analysis, Soziale Netzwerkanalyse
SPP	Schwerpunktprogramm

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Die drei Module von PATE	17
Abbildung 2:	das idealtypische Netzwerk	28
Abbildung 3:	Verwertungsnetzwerk (theoretisch)	31
Abbildung 4:	Empirisches Netzwerk im Hochtemperaturbereich mit Betweenness-Zentralität	39
Abbildung 5:	Empirisches Netzwerk im Hochtemperaturbereich mit strukturellen Löchern (constraint)	40
Abbildung 6:	Personelle Kapazitäten der HT-Wissenschaft für Technologietransfer	44
Abbildung 7:	Personelle Kapazitäten der HT-Wirtschaft für Technologietransfer	45
Abbildung 8:	Nutzung externer Forschung durch die Industrie	46
Abbildung 9:	Verbreitungswege Forscher im HT-Bereich	47
Abbildung 10:	Art und Weise der Kontaktaufnahme der HT-Industrie	48
Abbildung 11:	Art und Weise der Kontaktaufnahme der HT- Wissenschaft	49

Zusammenfassung

Die Umsetzung der Ergebnisse aus der Grundlagenforschung in die Praxis bietet noch immer großes Verbesserungspotential. Der Druck, die Ergebnisse schneller (oder überhaupt) nutzbar zu machen, ist gestiegen. Verschiedene Förderinstrumente (Transferstellen, Transfer über Köpfe, Patentbörsen etc.) sollen den Technologietransfer unterstützen. Ist dies praktikabel? Wie funktionieren Innovationsnetzwerke überhaupt? Welche Beispiele von Transfer aus der Grundlagenforschung gibt es? Was motiviert Forscher, was motiviert die Verwender von Forschungsergebnissen?

Das von der DFG geförderte Projekt PATE (Projekt Analyse Technologietransfer) zielte auf die Verbesserung und Beschleunigung des Transfers auf der Basis empirischer Daten. Die Untersuchungen wurden im Bereich der Materialwissenschaften durchgeführt und analysiert.

Die Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen wurden im Rahmen einer Netzwerkanalyse abgebildet. Parallel dazu wurden zwei theoretische Modelle entwickelt, wie die Kooperation im Idealfall aussehen sollte. Anschließend wurde die Realität am Modell gemessen. Auf das praktische Vorgehen und die Problematik bei der Ermittlung solcher Netzwerke wird im Folgenden eingegangen.

Die Technologietransferstellen nahmen im erhobenen Netzwerk im Vergleich zum theoretischen Modell keine zentrale Position ein. Gerade bei sehr spezialisierten Technologien wie den Hochtemperaturanwendungen sind besondere Technikkompetenzen notwendig, um als Vermittler effektiv arbeiten zu können. Die Installation eines Verwertungsagenten, der über diese Kompetenzen verfügt, erscheint angesichts der Ergebnisse sinnvoll. Leitfadeninterviews mit Wissenschaftlern und Industrievertretern brachten zusätzlich wertvolle Er-

kenntnisse über den Prozess des Technologietransfers im Hochtemperaturbereich.

Es hat sich in den Interviews bestätigt, dass Vertrauen und Diskretion im Hinblick auf Schutzrechte und Patentproblematik von hoher Bedeutung sind. Beim Design von Transfermaßnahmen bzw. Förderinstrumenten sind diese beiden Punkte im Besonderen zu beachten. Eine Auswertung dieser Interviews und weiterer Untersuchungen, die sich auf die Perspektive der Akteure beziehen, erfolgt in einem Nachfolgebund zu dieser Publikation. Darin enthalten sind Interviews, die mit Technologietransferstellen im Rahmen des DFG-Projektes MATRIX geführt wurden.

Schlüsselwörter

Wissens- und Technologietransfer, Netzwerkanalyse, Hochtemperaturanwendungen, Transferstelle

1 Einleitung

Wer im globalisierten Wettbewerb des 21. Jahrhunderts überleben will, ist unter anderem auf die Sicherung von Standortvorteilen angewiesen. Die Innovationsfähigkeit eines Landes ist ein solcher Standortvorteil. Damit Innovationen entstehen können, müssen die Ergebnisse der wissenschaftlichen Grundlagenforschung in die Entwicklung industrieller Anwendungen münden. Dieser Transformationsprozess wird als Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft (Forschungseinrichtungen) und Wirtschaft (Unternehmen) bezeichnet und auf Grund seiner erwarteten fördernden Auswirkungen auf die Innovationsfähigkeit im Allgemeinen positiv bewertet (vgl. [Kut94], [NLPJ05], [Ron00a], [Ron00b]). Sowohl von Unternehmen als auch von Forschungseinrichtungen werden Vorteile gesehen (vgl. [FMS06]).

Die Innovationsfähigkeit und auch der Wissens- und Technologietransfer lassen jedoch zu wünschen übrig. Deutschland liegt nach einer DIW-Studie aus dem Jahr 2009 in der Innovationsstärke im Ländervergleich unter den 17 führenden Industrienationen auf Platz 9 (vgl. [DIW09]). Ein Grund hierfür könnte sein, dass Innovationen heute weniger in bilateralen Kooperationen zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen entstehen, sondern vielmehr in Netzwerken mit mehreren Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft. Dies liegt einerseits daran, dass mehr externes technologisches Wissen benötigt wird (vgl. [FMS06], [NLPJ05]). Andererseits besitzen Netzwerke im Vergleich zu z. B. formellen Organisationen eine höhere Flexibilität und Offenheit (vgl. [Hei97]). Dadurch werden auch systemübergreifende Interaktionen zwischen Staat, Wissenschaft und Wirtschaft möglich. Besonders erfolgreich sind Cluster, also regionale Netzwerke (vgl. [FMS06]). Deutschland hat hier im internationalen Vergleich wie auch generell bei der Kooperationsneigung der Indust-

rieunternehmen in Forschung und Entwicklung Nachholbedarf (vgl. [BMW02], [FMS06]). Dabei ist es keineswegs so, dass unbrauchbare Ergebnisse erforscht oder schlechte Produkte hergestellt werden. Eine Studie der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik belegt, dass Deutschland in der Grundlagenforschung (z. B. in der Medizintechnik) mit führend ist (vgl. [Inn05]). Seit Jahren gilt die Bundesrepublik als führendes Exportland, z. B. in der Automobilindustrie. Die Frage ist also, wie die Ergebnisse aus der Forschung besser in die Praxis transportiert werden können, um dadurch die Innovationsfähigkeit Deutschlands weiter zu stärken.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) nimmt diese Fragestellung mit einem Forschungsprojekt in dem speziellen Bereich der Hochtemperaturanwendungen auf. Das durch die DFG geförderte Projekt **PATE (Projekt Analyse Technologietransfer)** zielt auf die Verbesserung und Beschleunigung des Technologietransfers ab. Die im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1299 – „Adaptive Oberflächen für Hochtemperaturanwendungen – HAUT“ generierten grundlagenorientierten Forschungsergebnisse sind auf ihren Umsetzungsgrad in applikationsgetriebene Entwicklungen hin zu überprüfen und mögliche Unterstützungsmaßnahmen für die Erhöhung des Umsetzungsgrades sind aufzuzeigen. Hemmnisse und fördernde Faktoren für eine solche Umsetzung werden analysiert und innovative Maßnahmen zur Verbesserung der Umsetzungsquote vorgeschlagen.

Der Fokus liegt auf den Beziehungen der Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik: Wer hat zu wem Kontakte? Wer arbeitet mit wem zusammen? Welche Rolle spielen unterschiedliche Kommunikationsstrukturen? Wann kommt es zu einer Kooperation? Um diese Fragen beantworten zu können, wurden umfangreiche Befragungen von Firmen und Forschungseinrichtungen durchgeführt. Die gewonnenen Daten bildeten die Grundlage für die Abbildung von empirischen Netzwerken (Beziehungsgeflechten) zwischen Organisationen aus Wissenschaft und Wirtschaft. Ziel der empirischen Netzwerk-

analyse innerhalb dieses Projekts 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 isolierte, beziehungschwache Netzwerkteilnehmer identifiziert werden. Diese Netzwerke wurden mit theoretischen Modellen von Netzwerken verglichen und dadurch der Optimierungsbedarf im Technologietransfer offen gelegt. Außerdem wurden kulturelle Voraussetzungen der Kooperation wie z. B. Zielperspektiven oder Sprachstile durch intensive Befragungen von Wissenschaftlern und Industrievertretern ergründet.

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die Forschungsergebnisse und diskutiert die Optimierungsmöglichkeiten des Wissens- und Technologietransfers im Hochtemperaturbereich durch den Einsatz eines Verwertungsagenten. Das Ziel war es letztendlich, darauf aufbauend ein wünschenswertes Netzwerk sowie Gestaltungsvorschläge für den Aufgabenbereich eines so genannten Verwertungsagenten formulieren zu können. Der Agent hat die zentrale Aufgabe, Anbieter von Forschungsergebnissen und Nachfrager nach neuen Ideen zusammen zu bringen. In der Literatur werden im Zusammenhang mit der Schließung von vorhandenen Transferlücken häufig die Rollen von Vermittlungsagenten, „Gatekeepern“, „Wegweisern“, zentralen Koordinierungsstellen oder Transferstellen diskutiert (vgl. [Bec03], [Bro99], [Gor06], [Hei97], [Kut94], [FMS 06]). Im PATE Projekt stellt der Verwertungsagent den Dreh- und Angelpunkt des Technologietransfers innerhalb des Netzwerkes dar.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse des Moduls B im Hinblick auf die Netzwerkanalyse dargestellt. Die Ergebnisse der Befragung der Akteure zu Kooperation und Kommunikation werden in einem gesonderten Bericht zusammengefasst. Dort werden auch die Interviews mit Technologietransferstellen, die in dem Nachfolge-

projekt MATRIX durchgeführt wurden, eingearbeitet. Die Ergebnisse des Gesamtprojekts PATE sind in (vgl. [PPS10]) veröffentlicht.¹

¹ Elektronischer Download unter <http://www.transferinnovation.de>

2 Das Projekt PATE (Projekt Analyse Technologietransfer)

Mit der Förderung des Wissens- und Technologietransfers zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen wird die Erwartung verbunden, (vgl. [Kut94]: 1, [NLPJ05]: 3, [Ron00a], [Ron00b]²) den Transfer von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung in die Praxis zu optimieren und eine weitere Stärkung der Innovationsfähigkeit Deutschlands und damit verbundene Standortvorteile im globalen Wettbewerb zu erreichen. Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Zeitraum von 2007 bis 2009 geförderte Projekt PATE, zielte auf die Verbesserung und Beschleunigung dieses Transfers. Der Umsetzungsgrad von im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1299 – „Adaptive Oberflächen für Hochtemperaturanwendungen – HAUT“ generierten grundlagenorientierten Forschungsergebnissen in applikationsgetriebene Anwendungen sollte untersucht werden. Dazu wurden die drei nachfolgend aufgeführten Forschungsfragen im Projekt gestellt:

- Ist ein Verwertungsagent ein mögliches Werkzeug zur Verbesserung des Technologietransfers?
- Welche Tätigkeiten müsste der Verwertungsagent ausführen?
- Welche Voraussetzungen müssen für eine erfolgreiche Arbeit des Verwertungsagenten gegeben sein?

² Für positive Belege für die Zusammenarbeit von Ökonomie und Science (vgl.[Sch07]: 3)

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde das Projekt in drei Module unterteilt und die folgenden Arbeitsfragen entwickelt, die innerhalb der Module beantwortet wurden.

Modul A Bestandsaufnahme (PT-Jülich)

Arbeitsfrage: Welche Methoden und Instrumente des Technologietransfers werden in DFG-Verbundprojekten verwendet?

Modul B Kommunikation (Dialogik)

Arbeitsfrage: Wie sehen Innovationsnetzwerke aus?

- a) Analytisch ideal-theoretische Netzwerke (laut Innovationstheorien)
- b) In der Realität (empirisch)
Beispiel eines real existierenden Netzwerkes (im Bereich Hochtemperaturmaterialien)
- c) Als „Wunsch“-Vorstellung auf der Basis von a) und b) gekoppelt mit Anforderungen (Wünschen) von Netzwerkakteuren

Modul C Verwertungsagent (beide Partner)

Arbeitsfrage: Welche Möglichkeiten hat ein Verwertungsagent als Werkzeug im Transferprozess im HAUT-Netzwerk zu agieren?

- a) Welche Handlungen sind sinnvoll und welcher Aktionsspielraum ist realistisch?
- b) Welche Voraussetzungen und Anforderungen muss ein solcher Agent aufweisen?

Abbildung 1 gibt eine Übersicht über die Module von PATE:

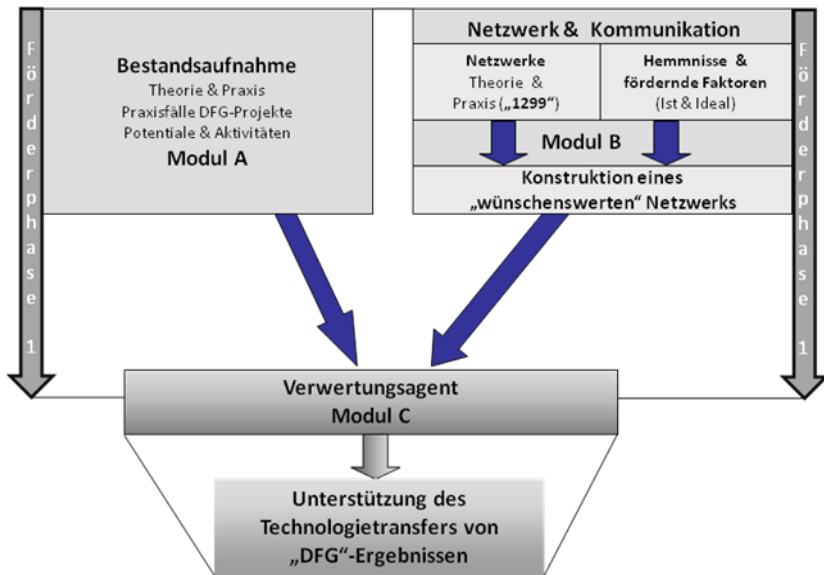


Abbildung 1: Die drei Module von PATE

Quelle: eigene Darstellung in (vgl. [PPS10])

Das Forschungsprojekt wurde gemeinsam von den Projektpartnern Dialogik und dem Projektträger-Jülich durchgeführt.

3 Theoretische Modelle von Innovationsnetzwerken

Im Folgenden wird der Netzwerkbegriff erklärt und Innovationsnetzwerke und soziale Netzwerke beschrieben. Dabei wird auf die Betrachtungsweise von Netzwerken selbst eingegangen. Im Anschluss wird ein Überblick über die Entstehungsgeschichte und Bedeutung der Netzwerkanalyse gegeben. Der Netzwerkansatz in der Theorie, wie er der vorliegenden Untersuchung zugrunde gelegt wurde, wird beschrieben. Das vom Forscherteam konstruierte ideal-theoretische sowie das empirisch erhobene Netzwerk werden dargestellt.

„Innovationen haben das Potential, umwälzende Prozesse auszulösen, wenn sie auf das richtige Umfeld treffen“ ([Im09], S. 24), so die Leiterin des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung, Prof. Weissenberger-Eibl. Wie wichtig Netzwerke für Innovationen sind, zeigt sich immer wieder. So verdankt beispielsweise die German Water Partnership den Zuschlag für den Bau einer Klärschlammbehandlungsanlage in Shanghai unter anderem ihren Netzwerkaktivitäten (vgl. [Im09]). Unternehmen organisieren sich immer mehr in Netzwerken, wobei das Wissensmanagement in solchen Organisationsformen keine einfache Aufgabe darstellt (vgl. [FPW04]). Innovationen sind heute in ihrer Entstehung, ihrem Verlauf und ihrer Durchsetzung ambivalent, weshalb im Vorhinein keine Aussagen über Erfolg versprechende Entwicklungswege getroffen werden können; sie zeichnen sich durch Verteiltheit aus, da eine vielfältige Beteiligung unterschiedlicher Akteure besteht und es keinen bevorzugten Zugang zur Beurteilung von Innovationen gibt; auch zeichnen sich die Innovationen durch globale Verdichtung aus, da die Grenzen zwischen globaler und lokaler Innovation verschwinden. Indikatoren

für diese Veränderungen sind bspw. die Verlagerung der Wissenschaft aus Universitäten heraus in andere Institutionen, die Annäherung von Grundlagenforschung und angewandter Forschung sowie die Beteiligung intermediärer Organisationen am Innovationsverlauf. Gleichzeitig nimmt die Rolle des Staates als zentraler Akteur im Innovationsprozess ab, dieser wird vielmehr zum Vermittler und Moderator (vgl. [Ram11]). Das bisherige Innovationsregime ist durch die Koordinationsmechanismen ‚Innovation durch Märkte‘ sowie ‚Innovation durch Organisation‘ gekennzeichnet. ‚Innovation durch Märkte‘ beschreibt den auf Schumpeter zurückgehenden Prozess einzelner Erfinder-Unternehmen, die „mit neuen Produkten gleichzeitig neue Produktionsverfahren und neue Märkte“ ([Ram11]) schaffen. Somit basiert das Prinzip auf Deregulierung und erreicht durch den Abbau gesetzlicher und bürokratischer Hindernisse eine Beschleunigung des Innovationsprozesses. Schwierigkeiten entstehen, wenn der zeitliche Rahmen von Innovationsprozessen unklar ist bzw. große Unsicherheiten über Innovationen bestehen. ‚Innovation durch Organisation‘ dagegen beruht auf Forschungsbürokratie und staatlich geregelten Großforschungseinrichtungen und ist vor allem für die Stabilisierung einer Innovation von Bedeutung. Durch das Prinzip der Entdifferenzierung werden verschiedene Akteure und heterogene Felder zusammengebracht. Allerdings können dabei externe Innovationen ausgegrenzt beziehungsweise nicht erkannt werden (vgl. [Ram11]).

Der Mechanismus ‚Innovation durch Netzwerk‘ dagegen hebt die Nachteile der beiden oben genannten Mechanismen auf. Er beruft sich auf Verhandlungen und behält somit die Flexibilität des Marktes bei. Durch Vertrauensbeziehungen innerhalb der Netzwerke können, wie in Organisationen, Unsicherheiten abgebaut, aber gleichzeitig Heterogenität erhalten werden (vgl. [Ram11]).

Soziale Netzwerke entstehen durch das Vorhandensein verschiedener Akteure, die ein gemeinsames Ziel verfolgen. Sie sind somit die „soziale Basis für die Stabilisierung technischer Innovationen“ (vgl.

[Wey97]: 40) Soziale Netzwerke ermöglichen es demnach, Innovationen durchzusetzen, für die zum Zeitpunkt der Entwicklung keine Nachfrage besteht. Das Gelingen dieser Stabilisierung ist davon abhängig, ob sich ein Ressourcenaustausch innerhalb eines Netzwerkes durchsetzen kann. Unsicherheiten werden verringert, wodurch die Erwartungssicherheit und damit die Leistungsfähigkeit gesteigert werden. Durch ein soziales Netzwerk wird eine Unabhängigkeit externer Einflüsse erreicht (vgl. [Wey97]).

Nach Heidenreich bestehen Innovationsbarrieren in „kognitiven, institutionell verankerten Ordnungen“ ([Hei97]: S.23). Demnach strukturieren Unternehmen, organisatorische Felder und Berufe technisches Wissen, wodurch „die Möglichkeiten einer beständigen Neuinterpretation der Welt eingeschränkt“ ([Hei97]: S.23) werden.

Gleichzeitig steigern institutionelle Ordnungen aber auch die Handlungssicherheit der Akteure. Im Schließungsprozess werden sowohl die Organisationsform als auch der Inhalt der voranzutreibenden Innovationsforschung festgelegt, was zu einer Stabilisierung der „Denkgemeinschaften“ führt, in denen Erfahrungen und Informationen übermittelt und ausgetauscht werden. Kommunikations-, Kooperations- und Vertrauensbeziehungen zwischen den verschiedenen Beteiligten sind dabei ein wesentlicher Bestandteil erfolgreicher Innovation. Um neben den Innovationsformen durch den Markt bzw. durch Organisationen die alternative Form durch Netzwerke zu ermöglichen, ist eine „soziale Einbettung in eine ‘institutionell reiche’ Gesellschaft“ ([Hei97]: 24) nötig.

Erfolgreiche Innovation ist also auf ein Gleichgewicht zwischen Offenheit und Geschlossenheit angewiesen. Um institutionelle Barrieren zu lockern, sind Brückeninstitutionen jenseits der klassischen Institutionen, wie beispielsweise Wissenschaftsstädte sinnvoll, die die Innovationsnetzwerke aktivieren und die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft fördern (vgl. [Hei97]).

Daher kann es durchaus von Bedeutung sein, bestehende Netzwerke auf ihre Struktur hin zu untersuchen. So kann sich zeigen, wer im

Netzwerk zentral ist und ob es Akteure gibt, die sehr weit außerhalb oder gar isoliert stehen. Daraus können sich Anhaltspunkte für Verbesserungen des Transfergeschehens ergeben.

Erste netzwerkanalytische Aspekte traten in der Soziologie mit Georg Simmel auf, dessen Kern der ‚Formalen Soziologie‘ auf Wechselbeziehungen beruhte. Damit akzentuierte jener erstmals die Relationen zwischen Individuen. Unter Soziologen war dieser Vorläufer eines netzwerktheoretischen Ansatzes allerdings erst nach dem zweiten Weltkrieg verbreitet. Einen weiteren Meilenstein der Netzwerkanalyse in den Sozialwissenschaften stellten nach Scott die Harvard-Strukturalisten zu Beginn der 70er dar. Diesen gelang es, Rollen- und Positionsstrukturen algebraisch zu analysieren. Somit war es möglich, durch die Kenntnis individueller Beziehungsdaten gesamtgesellschaftliche Rollen und Positionen festzulegen (vgl. [Jan06]).

Weiter kamen Vorläufer der Netzwerkanalyse aus verschiedenen wissenschaftlichen Strömungen Anfang des letzten Jahrhunderts, darunter aus der Sozialpsychologie, der Sozialanthropologie, der Gemeinde- und Industriesoziologie und der Mathematik (vgl. [DB06]). Erst seit Anfang der 70er-Jahre trafen die vielfältigen Ansätze aus den verschiedenen Disziplinen aufeinander, wodurch sich die heutige Social Network Analysis (SNA) herausbildete (vgl. [Jan06]).

Seither kann die Netzwerkanalyse in den Sozialwissenschaften als ein Ansatz mit eigenen Methoden und Theoremen angesehen werden. Dies ist unter anderem auf die Gründung des „International Network for Social Network Analysis (INSNA)“ in den USA und Kanada zurückzuführen, deren Untersuchungen und Analysen um Beziehungsstrukturen handeln, unter der Annahme, soziales Handeln und sozialer Prozess werden durch Beziehungsstrukturen innerhalb eines Netzwerkes bedingt (vgl. [DB06]).

Heute gilt die Netzwerkanalyse als ein bedeutender Bestandteil der Sozialwissenschaften, der sich auch in Deutschland zunehmend eingerichtet hat. Anwendung findet die SNA bspw. in Analysen sozialer Beziehungen, Analysen industrieller Beziehungen, in der Institutionenforschung und der Unterstützungsforschung [DB06]. Auch „die Bedeutung von sozialer Einbettung zur Stabilisierung von Märkten, Entstehung und Nutzen strategischer Allianzen und das Verhältnis von Kooperation und Wettbewerb zwischen Unternehmen sind aktuelle Forschungsfragen“ ([Jan06]: 49).

Die Netzwerkanalyse ist als ein Paradigma anzusehen, das sich über viele Bereiche der Sozialwissenschaften erstreckt und diese durch ihr besonderes Merkmal der formalen Darstellung und Analyse individueller Eigenschaften erweitert (vgl. [DB06]).

3.1 Der Netzwerkansatz in der Theorie

Etablierte Ansätze der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung weisen generell drei Kennzeichen auf: Netzwerke bestehen aus Akteuren, welche durch Beziehungen miteinander verbunden sind. Aus den Beziehungen ergibt sich die Struktur des Netzwerkes (vgl. [PK09], [Gra73], [Fre78], [Gra85], [Jan99], [Kap93], [Kap95]).

Ein Netzwerk kann aus unterschiedlichen „Mitgliedern“ (**Akteuren**) bestehen. Dies können Personen, Gruppen oder auch Organisationen sein, die sich hinsichtlich ihrer Interessen, Ziele, Werte, Ressourcen (Fähigkeiten, Kapital, Kenntnisse etc.) und Beziehungen zu anderen Akteuren unterscheiden können. Aus den **Beziehungen der Akteure** untereinander entspringen Handlungsmöglichkeiten und -beschränkungen. In Netzwerktheorien wird generell vermutet, dass nicht die 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 können nun entweder stark, schwach oder nicht

vorhanden sein (strong tie, weak tie, absent). Zur Aufrechterhaltung von „strong ties“ (z. B. enge Freunde) werden mehr Ressourcen (Zeit, Geld etc.) benötigt als für „weak ties“ (z. B. entfernte Verwandte). Fehlende Beziehungen können so genannte strukturelle Löcher sein. Diese kann ein Akteur mit Beziehungen zu anderen Akteuren nutzen und als eine Art Makler fungieren („der lachende Dritte“). Die Sozialstruktur des Netzwerkes ist damit ein wichtiger Bestimmungsgrund für das Verhalten der Netzwerkakteure. Für die Kommunikation in Netzwerken sind nun vor allem **„lokale Brücken“** von Interesse. Eine „lokale Brücke“ ist eine Verbindung von zwei Punkten in einem Netzwerk, die Umwege erspart. Solche lokalen Brücken sind immer „weak ties“ und effizient für die Diffusion von z. B. Informationen³. Die Stärke der angesprochenen 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). Brücken sind somit wichtig für weit reichende Kontakte (vgl. [Gra73]).

Aus der Verteilung von Werten, Zielen, Interessen, Ressourcen und 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 genannte Cluster oder Subcluster) oder auch die Fragmentierung des Netzwerkes darstellen. Daraus lassen sich dann Rückschlüsse auf das Funktionieren oder Scheitern bestimmter Prozesse im Netzwerk schließen. Theoretisch können ganz verschiedene Netzwerkmodelle

³ Dies gilt zumindest in der Entstehungsphase eines Netzwerkes. Über die Zeit hinweg können Brücken z. B. durch regelmäßige, intensive Kontakte zu starken Beziehungen werden. So besteht die Chance, dass sich vormalig nur schwach verbundene Cluster zu einem neuen, stark verbundenen Netzwerk vereinen. Die Brücke verschwindet dann.

konzipiert werden, die sich auf Grund ihrer generellen Struktur voneinander unterscheiden. Ein prominentes Beispiel ist die Differenzierung zwischen Einflussmodell (Kommunikations- und Einflussnetzwerke) und Tauschmodell (Tauschnetzwerke) bei Kappelhoff (vgl. [Kap95]). Für das PATE-Projekt wurden zwei Referenzmodelle entworfen, die in den beiden folgenden Unterkapiteln kurz vorgestellt werden.

3.2 Ideal-theoretisches Innovationsnetzwerk

Ein ideal-theoretisches Innovationsnetzwerk im Rahmen von PATE soll ein Modell für eine Situation darstellen, in der der Informationsfluss zwischen allen Teilnehmern des Netzwerks theoretisch optimal funktioniert. Im Fall für den in PATE untersuchten Forschungsbereich des SPP-HAUT bedeutet dies, dass Ergebnisse der Grundlagenforschung von der Industrie zügig aufgenommen werden, Möglichkeiten zum Feedback durch wechselseitige Kommunikationsbeziehungen gegeben sind und der Wissenstransfer von Wissenschaft zu Wirtschaft funktioniert, d. h. die Kommunikation verläuft ohne Missverständnisse und Redundanzen.

In Anlehnung an die generellen Merkmale von Netzwerken (siehe Kap. 3.1) kann nun angenommen werden, dass Wissenschaft und Wirtschaft u. a. auf Grund ihrer unterschiedlichen Zielsetzungen und Wertorientierung (Profit vs. Wissensgewinn) sowie fehlenden rechtlichen Abhängigkeiten Netzwerke vornehmlich mit Partnern aus dem eigenen gesellschaftlichen Subsystem bilden. Unternehmen kooperieren mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit Forschungseinrichtungen. Die Akteure sind intern verbunden (vgl. [NMB05]).

Zwischen diesen Netzwerken existieren strukturelle Löcher. Ein Austausch von Information findet also nicht statt. Um diesen Informationsfluss zu ermöglichen und schließlich zu optimieren, sind Makler in Form von z. B. Technologietransferstellen notwendig. Diese bauen schwache Beziehungen zu beiden Welten auf und fungieren als Mittler zwischen den Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft. Die Stärke der schwachen Beziehungen kommt somit voll zum Tragen. Für unseren Anwendungskontext bedeutet dies: Wissenschaftler betreiben Grundlagenforschung im Hochtemperaturbereich.

Die Ergebnisse werden von den kompetenten Maklern (z. B. Transferstellen) aufgenommen und an die entsprechenden Empfänger in der Wirtschaft weitergeleitet. Der Kontakt zwischen Forscher und Entwickler bzw. Produzent ist hergestellt. Der Makler zieht sich zurück und widmet sich den nächsten Forschungsergebnissen.

Unser ideal-theoretisches Innovationsnetzwerk (Abbildung 2) besteht aus 12 Knotenpunkten (fünf Unternehmen, fünf Forschungseinrichtungen und zwei Transferstellen) und weist 31 Verbindungen auf.

Zwischen den Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen bestehen starke Beziehungen. Die durch eine „strong tie“ verbundenen Transferstellen sitzen zwischen den beiden Clustern von Wissenschaft und Wirtschaft und haben jeweils schwache Beziehungen zu Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen aufgebaut. Von Interesse ist nun die Identifikation von zentralen Akteuren und strukturellen Löchern im Netzwerk. Wer ist isoliert? Wer ist zentral? Wer kann unter Umständen eine Maklerrolle einnehmen?

Mittels der Betweenness-Zentralität und dem Constraint-Wert können diese Fragen beantwortet werden. Die Betweenness-Zentralität beruht auf der Annahme, dass ein Akteur dann besonders prominent im Netzwerk ist, wenn er zwischen möglichst vielen kürzesten Verbindungen zweier Akteure (so genannter "geodesics", [NMB05]) liegt. Er kann dann als Vermittler fungieren, Informationen durchlassen bzw. blockieren und Kooperationen initiieren. Die Zentralisierung des Gesamtnetzwerkes ist umso höher, je größer die Varianz in den einzelnen Betweenness-Werten der Netzwerkteilnehmer ist. Die Varianz ist gleich Null und das Netzwerk maximal dezentralisiert, wenn alle Akteure denselben Betweenness-Wert aufweisen. Wenn ein Akteur einen Wert von 1 und alle anderen einen Wert von 0 haben, ist die Varianz maximal und das Netzwerk maximal zentralisiert (vgl. [NMB05]). Dies wäre beispielsweise bei einem sternförmigen Netzwerk der Fall.

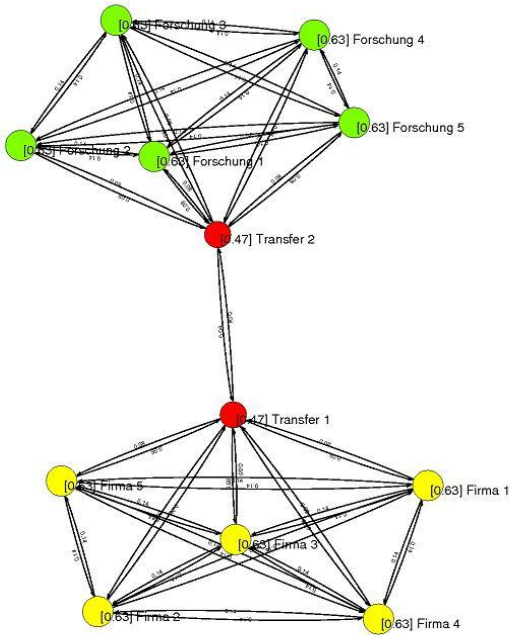


Abbildung 2: das idealtheoretische Netzwerk

Der Constraint-Wert wird zur numerischen Kennzeichnung der Beschränkung von Akteuren durch strukturelle Löcher verwendet. Ein Akteur mit einem niedrigeren Wert besitzt mehr Kontakte zu untereinander unverbundenen Akteuren und ist deshalb in seiner Wahl weniger beschränkt als ein Akteur mit einem höheren Wert. Diejenigen Netzwerkteilnehmer, die zwischen zwei im Prinzip unverbundenen Clustern sitzen (also schwache Verbindungen zu beiden Clustern haben) und damit ein strukturelles Loch durch eine

lokale Brücke überwinden, nehmen eine Maklerposition ein. Ohne sie könnten viele Akteure nicht miteinander in Kontakt treten.

In unserem Beispiel sind die beiden zentralsten Akteure erwartungsgemäß die beiden Technologietransferstellen mit einem Betweenness-Wert von 0.55 (vgl. [PSS10]). Alle Unternehmen und Forschungseinrichtungen weisen denselben Wert, nämlich 0.00 auf. Dies bedeutet, dass es ganz allein an den Technologietransferstellen hängt, ob Informationen von einem Cluster in das andere gelangen. Sie sitzen zwischen allen kürzesten Verbindungen der Unternehmen und den Forschungsinstitutionen. Innerhalb der Cluster sind ohnehin alle Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft miteinander verbunden und weisen deshalb eine maximale Dezentralität auf. Die Gesamtzentralität beträgt 0.49. Als Makler sind die beiden Technologietransferstellen auszumachen. Sie haben beide einen Constraint-Wert von 0.47, der verglichen mit den Unternehmen und Forschungseinrichtungen (jeweils 0.63) in den beiden getrennten Clustern erkennbar niedriger ist. Der Grund für den Unterschied ist die Verbindung zwischen den beiden Transferstellen. Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen haben jeweils nur Verbindungen zu einer, nicht aber zu beiden Transferstellen.

3.3 Verwertungsnetzwerk

Neben dem ideal-theoretischen Netzwerk wurde eine weitere Modell-Variante innerhalb des Forscherteams entwickelt. Das ideal-theoretische Netzwerk mag zwar elegant und logisch erscheinen, jedoch ist es – wie viele Modelle – sehr weit von der Realität entfernt. Deshalb müssen bestimmte Anpassungen vorgenommen werden, um die Mechanismen des idealtypischen Netzwerks auf die reale Situation übertragbar zu gestalten.

Zunächst bestätigen die vorliegenden Untersuchungen dass in der Praxis bereits einige Innovationsnetzwerke zwischen Industrie und Wissenschaft bestehen. Die einseitige Fokussierung des Idealtypischen Netzwerks auf Wissenschafts- und Industriecluster ist so in der Empirie nicht haltbar. Vielmehr bestehen sowohl „gemischte“ als auch „reine“ Cluster. Die bestehenden Cluster orientieren sich in ihrer Zusammensetzung demnach nicht an der Zugehörigkeit zur wissenschaftlichen oder industriellen Sparte, sondern eher pragmatisch an konkreten Zielsetzungen, welche die Akteure den Clustern zuordnen. Diese Ziele können z. B. die Entwicklung von Produkten sein, oder das strategische Interesse, sich auf dem Laufenden zu halten.

Zweitens berücksichtigt die idealtypische Vorstellung von Netzwerken nur bedingt den Ressourcenaufwand, der mit der Herstellung und Aufrechterhaltung von Beziehungen verbunden ist. Für Werte wie die Betweenness-Zentralität stellt die Verbindung aller Akteure mit allen anderen einen optimalen Zustand dar. Dies ist so in der Realität weder vorstellbar noch wünschenswert. Wie die Angaben der Akteure in den parallel geführten Interviews belegen, stellt schon das „sich auf dem Laufenden halten“ für viele der potentiellen Netzwerkakteure eine Herausforderung dar. Der Zeit-, Geld- und Personalaufwand für Informationsaustausch oder gar Kooperation ist beschränkt und muss somit effizient genutzt werden. Das bedeutet, dass in einem wünschenswerten Netzwerk die Anzahl der Verbindungen in Hinblick auf die Ressourcenknappheit so gering wie möglich gehalten werden sollte. Diametral dazu steht der Anspruch, die Funktionalität des Netzwerks aufrechtzuerhalten und somit so viele Verbindungen wie nötig zu schaffen. Diesem Konfliktfeld muss sich ein effizientes und zielgerichtetes Netzwerk stellen.

Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung, dass strukturelle Löcher in Innovationsnetzwerken durchaus sinnvoll sein können, wenn relevante und zweckmäßige Verbindungen durch lokale Brücken verknüpft werden und dadurch Ressourcen eingespart und „Input

Overloads“ vermieden werden können. Auf diesen Überlegungen basierend wurde ein so genanntes **Verwertungsnetzwerk** (vgl. Abbildung 3) entworfen. Es besteht aus insgesamt sieben Knotenpunkten (drei Unternehmen, drei Forschungseinrichtungen und einer Transferstelle) und weist zehn Verbindungen auf. Pro Akteur wurden nur drei Verbindungen zugelassen, um den Ressourcengedanken zu berücksichtigen. Verbindungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft (gemischte Cluster) sind enthalten.

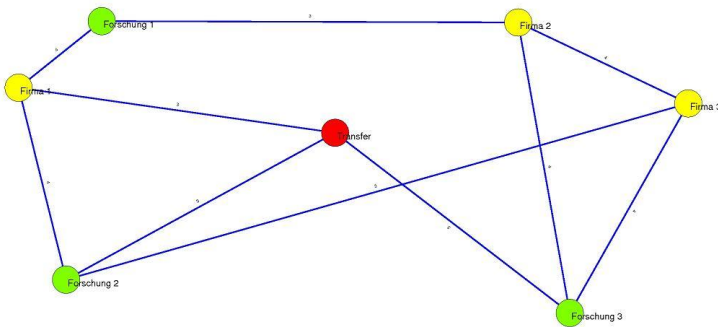


Abbildung 3: Verwertungsnetzwerk (theoretisch)

Quelle: eigene Darstellung

Auch für das Verwertungsnetzwerk werden die Betweenness-Zentralität sowie die strukturellen Löcher und Maklerpositionen bestimmt. Zentrale Akteure sind nun zwei Unternehmen, die beide einen Betweenness-Wert von 0.13 haben und sowohl Verbindungen zu anderen Unternehmen und Forschungsinstitutionen als auch der Transferstelle aufweisen. Alle anderen Akteure sind gleich zentral (0.10). Die Gesamtzentralität beträgt 0.03. Es lässt sich eine Firma identifizieren, die wohl am ehesten die Maklerrolle ausfüllen könnte.

Der Constraint-Wert von 0.48 ist der Niedrigste im ganzen Netzwerk. Dies bedeutet die größte Unabhängigkeit.

4 Methodik und Darstellung der empirischen Netzwerkanalyse im Hochtemperaturbereich

Die Festlegung der Grenzen ist ein entscheidender Schritt bei der Erhebung eines Netzwerkes. Die dazu notwendigen Informationen über die konstituierenden Faktoren „Akteure“ und „Beziehungen“ (vgl. [RRW05]), also Netzwerkteilnehmer und deren Verbindungen einzuholen, ist wesentlich. Ansprechpartner für die Netzwerkerhebung sind in der Regel Personen, die als Vertreter von Organisationen angesehen werden können (vgl. [Ser02]). Für einen so eng umgrenzten Bereich, wie die Hochtemperaturanwendungen/ Oberflächen im vorliegenden Fall, können Stichproben, die dann Aufschluss auf die Grundgesamtheit geben, nicht zielsicher gezogen werden. Es handelt sich hier um eine kleine Gruppe innerhalb der Werkstoff- und Materialwissenschaften. Treffer der „richtigen“ Akteure innerhalb des großen Bereiches wären zufallsbehaftet. In solchen Fällen ist immer eine Vollerhebung anzustreben (vgl. [RRW05]). Insgesamt lassen sich kaum standardisierte Verfahren zum Vorgehen bei der Akteurserhebung finden. Der Forschende ist dabei auf seine Intuition angewiesen und muss sich mehr oder minder selbst in den zu erforschenden Bereich „vortasten“. Ein gangbarer Weg ist es, sich über Experteninterviews und Fachgespräche einen Überblick über die für das Fach relevanten Forschungs- und Tätigkeitsfelder zu verschaffen. Im vorliegenden Falle dienten die Projektpräsentationen aus dem Kickoff-Meeting des SPP 1299⁴ zur Schaffung eines ersten

⁴ Schwerpunktprogramm der DFG SPP 1299 „adaptive Oberflächen für Hochtemperaturanwendungen HAUT“, 12 Teilprojekte, eines davon das

Eindrucks. Um das empirische Netzwerk möglichst umfassend abbilden zu können, sollten alle Akteure gefunden werden, die im Fachgebiet der Material- und Werkstoffwissenschaften und dort speziell bezogen auf Oberflächen im Hochtemperaturbereich tätig sind. Es wurde versucht, exakt auf diesen Bereich abzustellen, um die Anschlussfähigkeit an die Grundlagenforschung im SPP 1299 (HAUT) der DFG zu gewährleisten.

4.1 Identifikation von Akteuren

Zur Identifikation und Ermittlung relevanter und potentieller Akteure im Bereich Hochtemperaturanwendungen/Oberflächen wurde eine ausführliche Internetrecherche durchgeführt und die Kontakte des Projektpartners Jülich mit einbezogen. In der Internetrecherche geht man dabei stufenweise vor. Ausgehend von bekannten Akteuren können Verbände und Vereinigungen ermittelt werden, in denen sich potentielle Netzwerkteilnehmer organisieren. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die im Forschungsbereich relevanten Organisationen, ohne allerdings Vollständigkeit garantieren zu können.

Interessant ist, dass die Mitgliedschaft in einem Verband oder einer Forschungsvereinigung tatsächlich dem Zweck dient, sich in Bezug auf eine spezifische Fragestellung oder ein Themengebiet zu vernetzen. Hierfür wird zuweilen auch explizit Werbung gemacht, so beispielsweise auf der Website der DGO⁵

PATE-Projekt, die übrigen aus dem Bereich der Material- und Werkstoffforschung, vgl. <http://www.spp-haut.de/>

⁵ „Diesen Informationsvorsprung ermöglicht die Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. (DGO) als wissenschaftlich-technische

Auf Seiten der *Industrieakteure* wurden insgesamt über 360 Firmen ermittelt, die erwarten ließen, dass sie auf dem zu untersuchenden Gebiet tätig sind. Um den Kreis der tatsächlich für das eng umgrenzte Gebiet in Frage kommenden Unternehmen weiter einzugrenzen, wurden im vorliegenden Projekt die verantwortlichen Personen aus den Abteilungen Forschung/Entwicklung oder auch die Produktionsleitenden der gefundenen Unternehmen ermittelt. Diese Personen wurden telefonisch befragt, ob ihr Unternehmen tatsächlich im fraglichen Bereich tätig ist. 155 Firmenvertreter bejahten dies. Damit beziffert sich die Grundgesamtheit auf 155 Unternehmen. Ihnen wurde ein Fragebogen zugesandt, mit dem sie unter anderem nach ihren Kontakten zu anderen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Transferstellen befragt wurden, wobei differenziert wurde, ob ein Akteur bekannt ist (1), sporadischer (2) bzw. regelmäßiger (3) Kontakt besteht oder eine Kooperation (4) existiert.

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

Die von den Unternehmen genannten Kontakte wurden in einer zweiten Runde angeschrieben und ebenfalls gebeten, ihre Beziehungen zu anderen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Transferstellen anzugeben. So wurde versucht, die Akteure in einer Art Schneeballverfahren zu erschließen (vgl. [DW92]). Dazu kam eine Befragungsaktion auf einem Workshop der BTU Cottbus.

Organisation durch ein umfangreiches Expertennetzwerk. (...) **Transparenz lohnt sich!** Der gegenseitige Austausch lohnt sich: Mögliche Kooperationspartner auf Seiten der Forschung werden bekannt, innovative Unternehmen bekommen Gelegenheit, sich darzustellen....“ (<http://www.dgo-online.de/index.php?id=2818> zugegriffen 04.03.2011)

Projektpartner PT Jülich	
WING-Programm-Beteiligte	Wissenschaft und Industrie
Soziale Netzwerke	
XING	einzelne Akteure, Anfrage nach Stichwort HT gepostet; Industrie
HAUT-Programm (SPP 1299)	
Unterschiedliche Projektbeteiligte	Wissenschaftler, wenige Industrieunternehmen
Internetrecherche	
Brennstoffzellen-Netzwerk	Industrie, Wissenschaft
Verbände	
Gts zert Mitgliederrecherche	230 Mitglieder, Industrie und Wissenschaft
DGM Deutsche Gesellschaft für Materialwissenschaften	Unterstützung: bei Messe MSE, Interviews mit Firmen
Fachverband Werkzeugindustrie e.V.	180 Firmen-Mitglieder, per Mausklick auf der Homepage verlinkt
BV-MatWerk, Dach-Verband der materialwissenschaftlichen Verbände	Aufruf zur Teilnahme an der online-Umfrage im Newsletter verteilt
Forschungsförderung / Forschungsvereinigungen	
AiF e.V. Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V.	Organisiert sind Forschungsvereinigungen über deren Mitglieder man an weitere Akteure kommt
FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.)	215 Firmen, > 50 Uni-Institute
EFDS (Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V.)	101 Firmen, 13 Forschungsinstitute, 6 Verbände, 49 pers. Mitglieder
Verband der Dt. Feuerfestindustrie e.V.	46 Mitglieder, incl. assoziierte Mitglieder
DGO (15. Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V)	Expertenetzwerk
Deutsche Keramische Gesellschaft	ca. 140 Firmen, ca. 90 Institute, 16 Verbände
WirtschaftsVereinigung Metalle	652 Unternehmen der NE-Metallindustrie
FGW Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V.	Mitglieder sind Unternehmen (80), Kommunen und Körperschaften (IHK) und 2 Fachverbände (Fachverband Werkzeugindustrie (180 Mitglieder), Industrieverband Schneidwerkzeuge und Bestecke (120 Mitglieder))
Auftragsforschungsunternehmen	
fem Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie	einzelne Ansprechpartner, hier z.B. Abteilung POT-Mph
Branchenverzeichnisse	
http://keramik.de	hier findet man 1000 Adressen aus dem Gebiet der Keramik. Im Projekt wurden Adressen aus dem Bereich Technische Keramik herausgenommen
wer liefert was	nach relevanten Branchen durchsuchen, (z.B. Stichwort Gassensoren)

Tabelle 1: Relevante Akteure

Zu den Schwierigkeiten, die relevanten Akteure zu identifizieren, kam eine gewisse Zurückhaltung auf Seiten der Unternehmen, ihre Netzwerke und Kontakte offenzulegen. Einige Industrievertreter

teilten *expressis verbis* mit, dass sie auf Grund firmeninterner Geheimhaltung keine Auskünfte über ihre Kontakte geben dürften.

Auf Seiten *der Wissenschaft* war den Forschern, ausgehend von den am Schwerpunktprogramm HAUT Beteiligten und der vom Projektpartner PTJ genannten Institutionen und Ansprechpartner, die Suche nach relevanten Akteuren deutlich erleichtert. Allerdings zeigte sich auch hier – in Gesprächen ganz offen kommuniziert – dass Kontakte zu Firmen ein sehr sensibles Thema sind.

Aus diesem Grund muss davon ausgegangen werden, dass sich das Netzwerk im Hochtemperaturbereich nicht komplett abbilden lässt.

Darüber hinaus finden sich im Internet auch *kommerzielle Adressanbieter*, die Ansprechpartner (im Wesentlichen aus dem Bereich von Unternehmen) nennen können. Es wurde in Erwägung gezogen, hier weitere Informationen über Akteure einzuholen. Hierfür fallen Gebühren pro Adresse (Telefon/ E-Mail der verantwortlichen Personen) bis zu mehreren Euro an. Die im vorliegenden Falle benötigten, sehr spezifischen Informationen sind darüber hinaus laut Auskunft dieser Adress-Firmen nicht standardmäßig vorhanden, sondern würden erst in einem dem oben beschriebenen Vorgehen sehr ähnlichen Verfahren ermittelt werden. Da sich das Projektteam davon keine wesentliche Qualitätsverbesserung erwartete, wurde davon Abstand genommen.

Insgesamt erhielt das Forschungsteam 41 Fragebögen aus der Industrie, 16 aus der Wissenschaft und 3 von Transferstellen zurück. Damit lag die Rücklaufquote bei sehr guten 26 %. Die auf diesem Wege direkt erhobenen Beziehungen der Netzwerkteilnehmer erhielten je nach Intensität die Codes (1) für „bekannt“ bis (4) für „Zusammenarbeit“ (siehe oben).

In einem nächsten Schritt wurde versucht, weitere Mitglieder des Netzwerkes durch Recherche auf den Internetseiten der genannten

Akteure zu identifizieren⁶. Diese indirekt erhobenen Beziehungen wurden mit dem Code (5) „Grad der Beziehung unbekannt“ gekennzeichnet, um sie von den in der Umfrage direkt erhobenen Daten zu trennen. Außerdem wurden alle Unternehmen, die im Hochtemperaturbereich tätig sind, jedoch keinen Fragebogen zurückgesandt hatten, als potentielle Verwertungspartner von Forschungsergebnissen ins Netzwerk aufgenommen und stehen nun als „beziehungslose“ Akteure isoliert am Rand. Mit direkten Befragungsdaten und indirekten Strukturdaten wurden zwei Quellen von Netzwerkdaten genutzt (vgl. [NMB05]). Auf diese Weise wurde versucht, das Netzwerk so gut und effizient wie möglich abzubilden.

Im folgenden Unterkapitel wird das erhobene Netzwerk dargestellt.

4.2 Darstellung des empirischen Netzwerkes im HT-Bereich und Vergleich mit den Modellen

Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen das empirische Netzwerk⁷ im Hochtemperaturbereich mit den Betweenness-Zentralitäten bzw. strukturellen Löchern. Je größer die Kreise in Abbildung 4 sind, desto zentraler ist der betreffende Akteur.

Von besonderem Interesse ist, wo sich strukturelle Löcher, lokale Brücken und Maklerpositionen befinden. Akteure, die sehr weit

⁶ Referenzprojekte oder Listen von Kooperationspartnern

⁷ Die empirische Netzwerkanalyse wurde mit der Software Pajek durchgeführt [NMB05].

voneinander entfernt sind, sind durch ein strukturelles Loch voneinander getrennt (Abbildung 5). Sie können sich nur über Umwege oder gar nicht erreichen. Auf eng verbundene Akteure deuten Cluster hin. Zentrale Akteure haben im vorliegenden Fall auch einen niedrigen Constraint-Wert (s. Ausführung in Kapitel 3.2).

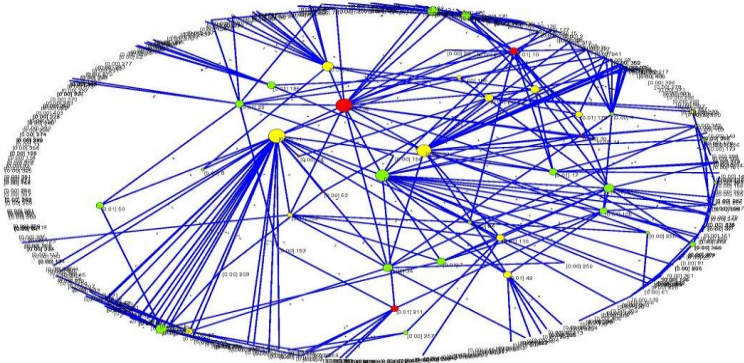
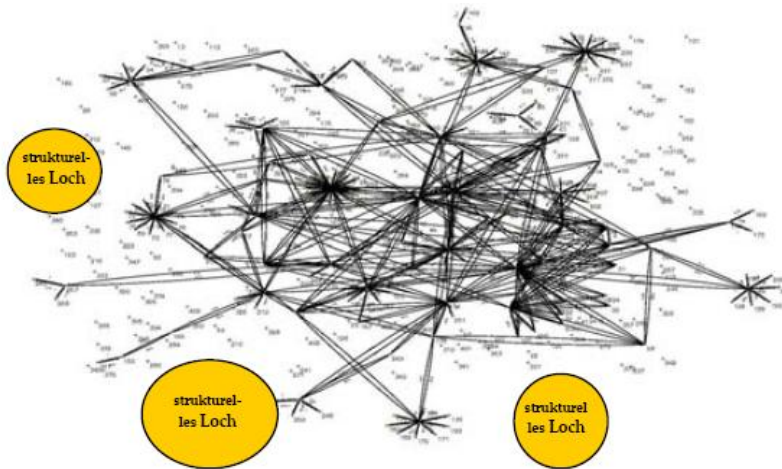


Abbildung 4: Empirisches Netzwerk im Hochtemperaturbereich mit Betweenness-Zentralität

Quelle: Fragebögen aus Wirtschaft (n = 26), Wissenschaft (n = 12) und Transferstellen (n = 1), insgesamt n = 39, 415 Knotenpunkte, 273 Verbindungen, Betweenness = 0.05



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

Abbildung 5: Empirisches Netzwerk im Hochtemperaturbereich mit strukturellen Löchern (constraint)

Die Analysen des empirischen Netzwerkes sagen für sich alleine noch nicht viel aus. Erst durch den Vergleich mit dem ideal-theoretischen bzw. Verwertungsnetzwerk wird deutlich, wie weit die Realität vom theoretischen Ideal entfernt ist und was alles für die Entwicklung eines wünschenswerten Netzwerkes (Optimierung des Transferprozesses) getan werden muss. Im Vergleich zwischen empirischem und ideal-theoretischem Netzwerk fallen vor allem die folgenden Punkte auf:

In beiden Netzwerken gibt es **erkennbare zentrale Akteure**. Jedoch sind es nicht dieselben. In der Summe aller Betweenness-Werte sind im empirischen Netzwerk eben gerade nicht die Technologietransferstellen zentral, sondern ganz im Gegenteil die Unternehmen. Wissen-

schaftliche Forschungseinrichtungen haben wiederum einen höheren Zentralisierungsgrad als Transferstellen.

Die Gesamtzentralität des empirischen Netzwerkes beträgt 0.05 und ist verglichen mit dem ideal-theoretischen Netzwerk (0.49) erkennbar niedriger, wobei beim direkten Vergleich die unterschiedliche Größe (Anzahl an Knotenpunkten) berücksichtigt werden muss. Bei der Analyse der strukturellen Löcher zeigt sich die große Abhängigkeit vieler Teilnehmer von den zentralen Akteuren. Wenige Akteure überbrücken in der Realität eine Vielzahl an solchen Löchern und sind damit sehr flexibel in der Wahl ihrer Partner. Viele Akteure in Abbildung 5 haben nur einen oder gar keinen Kontakt und sind damit in ihrer Wahl an Kontakten sehr eingeschränkt. Im ideal-theoretischen Netzwerk haben alle Akteure zumindest ihre starken Beziehungen innerhalb der Wissenschafts- und Wirtschaftsnetzwerke und unterliegen damit deutlich weniger Beschränkungen als im empirischen Netzwerk. Strukturelle Löcher werden hier der Theorie entsprechend durch die Transferstellen geschlossen.

5 Das Hochtemperatur-Netzwerk und seine Rahmenbedingungen

In diesem Kapitel wird das oben dargestellte empirische Netzwerk interpretiert. Im Anschluss werden die in der schriftlichen Befragung erhobenen Rahmenbedingungen erläutert. Dazu wird auf die personelle Ausstattung, die Nutzung externer Forschung auf Seiten der Industrie und die Arten und Weisen der Kontaktaufnahme sowie auf die Ergebnisse der Leitfadeninterviews – soweit sie das Thema ‚Netzwerke‘ betreffen – eingegangen.

5.1 Das empirische Netzwerk

Im empirischen Netzwerk, welches in Kapitel 4 ausführlich dargestellt wurde, finden sich Akteure aus allen relevanten Gruppen, so aus dem Technologietransfer (rot), der Wissenschaft (gelb) und vor allem aus der Industrie (grün). Letztere stellen die zentralsten Akteure dar. Die Gesamtzentralität des Netzwerkes ist mit 0.05 sehr niedrig. Die zentralen Akteure haben einen niedrigen Constraint-Wert. Es sind viele kleine Cluster erkennbar, zwischen denen teils sehr große Lücken klaffen. Dies ist einem effektiven Technologietransfer abträglich.

Aus der Tatsache, dass im Vergleich mit dem ideal-theoretischen Zustand die Transferstellen im empirischen Netzwerk (Abbildung 4, und Abbildung 5) nicht zentral sind, ergibt sich, dass diese in ihrer Netzwerkpräsenz wesentlich gestärkt werden müssten. Die relative Anzahl der zentralen Akteure müsste abnehmen, somit entstünde mehr Varianz in den Betweenness-Werten. Das könnte z. B. dadurch erreicht werden, dass vermehrt neue Kontakte geknüpft werden und so die Beziehungsdichte generell zunimmt. Jedoch sollten dann die Transferstellen im Vergleich zu allen anderen Akteuren deutlich mehr Kontakte aufbauen und so mehr an Zentralität gewinnen. Im dargestellten Zustand gibt es noch zu viele isolierte Akteure, die nur eine oder sogar gar keine Beziehung aufweisen und damit in großen Abhängigkeiten zu den zentralen Akteuren aus der Industrie stehen. Theoretisch müssten die genannten Veränderungen zu einer Optimierung des Kommunikationsprozesses (und damit angenommener Weise auch des Transferprozesses) beitragen.

Wie bereits vermutet, lässt sich in der Empirie keine spartenspezifische Clusterbildung zwischen Industrie und Wissenschaft feststellen. Hier zeigt sich, dass durch unsere Anpassung beim **Verwertungsnetzwerk** die Vergleichbarkeit zwischen Modell und Realität verbessert werden konnte. Ein Beleg dafür sind die ähnlichen Werte bei der

Gesamtzentralität von 0.05 für das empirische Netzwerk und 0.03 für das Verwertungsnetzwerk. Ein effizientes Verbindungsgeflecht nach den aufgestellten Kriterien ist im empirisch erhobenen Netzwerk allerdings nicht zu finden. Viele der potentiellen Akteure sind nicht oder nur unzureichend in das Netzwerk eingebunden. Die Aufgabe von Transfereinrichtungen, die als lokale Brücken Informationsflüsse gezielt steuern und einen effizienten Austausch begünstigen sollen, wird nicht erfüllt. Die vorhandenen strukturellen Löcher dienen keinem effizienten Informationsaustausch, sondern dokumentieren offensichtliche strukturelle Defizite im Netzwerk.

In der schriftlichen Befragung wurden neben den Angaben zu den Netzwerkteilnehmern und Verbindungen auch die Rahmenbedingungen des Hochtemperatur-Netzwerks und dessen Charakteristika erhoben. Diese werden im Folgenden dargestellt.

Wichtige Fragen sind hier insbesondere finanzielle und personelle Ressourcen sowie persönliche Fähigkeiten der beteiligten Akteure.

5.2 Teilnahme am Transfer

Eine der wichtigsten Ressourcen für den Wissensaustausch ist die personelle Ausstattung, das heißt die Bereitstellung von Personal, das sich ganz oder zu einem großen Teil der Aufgabe der Kontakt- und Netzwerkpflege und dem Innovationsmanagement widmen kann. Die Effektivität des Transfers steigt mit der Höhe dieser Kapazität. Dabei spielt nicht nur die Anzahl an Personen eine Rolle sondern auch deren Erfahrung und Qualifikation (vgl. [CL08]).

Nach der vorliegenden Untersuchung nehmen in Forschungseinrichtungen im Hochtemperaturbereich mehr Personen am Transfer teil (Anzahl Außenkontakte) als in Unternehmen, was sich aus Abbildung 6 und Abbildung 7 ergibt.

Der Berechnung wurde dabei nicht der Mittelwert zum Vergleich zugrunde gelegt, sondern der Median, also der Wert, welcher die Stichprobe in genau zwei gleich große Hälften teilt, weil einzelne Extremfälle, so genannte Ausreißer, sonst das Ergebnis stark verzerrt hätten. Der Median liegt bei den Forschungseinrichtungen bei zehn oder weniger auf Seiten der Industrie bei drei oder weniger Personen, die sich primär mit Technologietransfer befassen.

In der schriftlichen Befragung wurde nicht erhoben, mit welcher Intensität und in welchem zeitlichen Rahmen die betreffenden Personen am Transfer teilnehmen, also wie viele Stunden sie tatsächlich für den Transfer aufwenden.

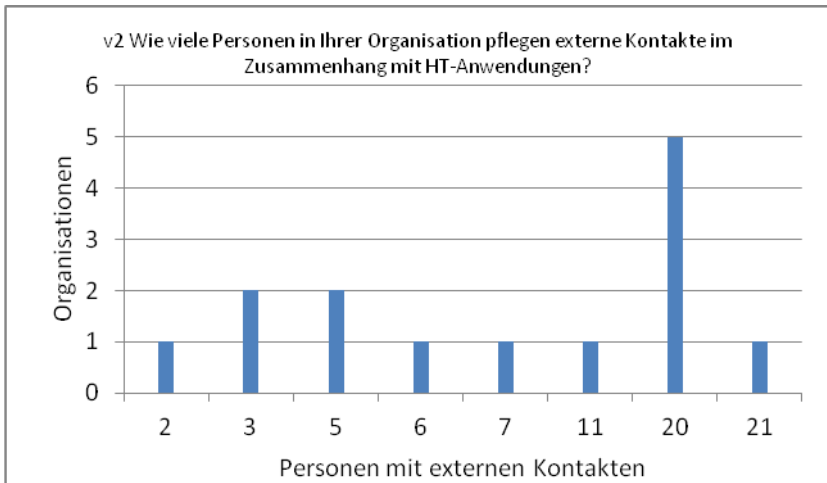


Abbildung 6: Personelle Kapazitäten der HT-Wissenschaft für Technologietransfer

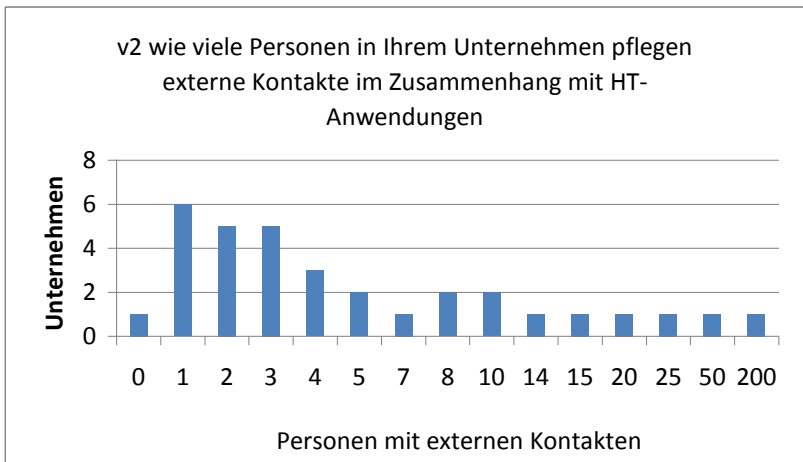


Abbildung 7: Personelle Kapazitäten der HT-Wirtschaft für Technologietransfer

5.3 Nutzung externer Forschung durch die Industrie

Die Frage, inwieweit Forschungsergebnisse von extern für die Industrie eine Rolle spielen, gibt Aufschluss über die generelle Bereitschaft zu Kooperation. Hier wurde gefragt, ob die Unternehmen auf dem Stand der Technik arbeiten, sich über den neuesten Stand der Technik informieren, ob sie neueste Forschungsergebnisse anzuwenden versuchen oder selbst Forschungsfragen initiieren. Wie aus Abbildung 8 ersichtlich, gibt der Großteil der Firmen selber aktiv Forschungsaufgaben in Auftrag. Daraus kann geschlossen werden, dass diese Firmen auch an der Umsetzung der Ergebnisse dieser Forschung interessiert sind. Das lässt auf eine durchaus vorhandene

Motivation zur Kooperation mit der Grundlagenforschung schließen, zumindest auf Seiten der nachfragenden Industrie.

Wie sieht es nun aber mit dem Vorantreiben des Transferprozesses auf Seiten der Wissenschaftler im Hochtemperaturbereich aus?

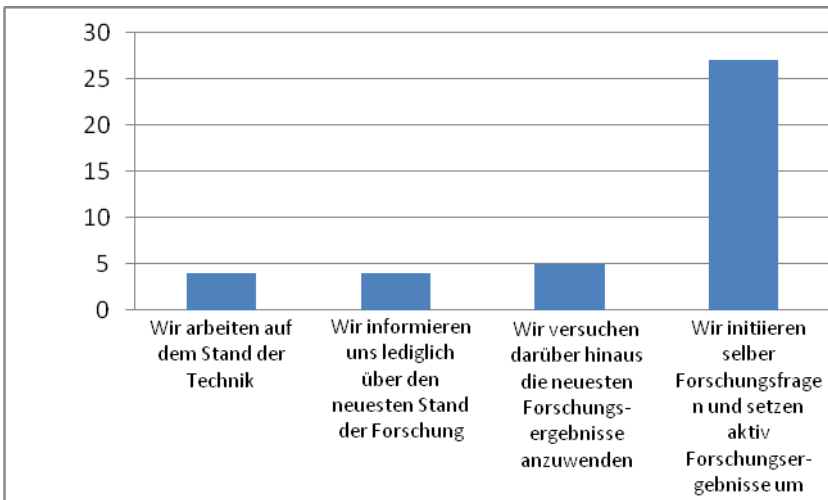


Abbildung 8: Nutzung externer Forschung durch die Industrie

Quelle PATE-Befragung, n=41

Hierzu wurde den Forschern die Frage gestellt, auf welche Weise sie ihre Forschungsergebnisse verbreiten. Wie sich aus Abbildung 9 ersehen lässt, tendieren Wissenschaftler dazu, die wissenschaftsinternen Verbreitungswege (wissenschaftliche Zeitschriften und Vorträge) zu nutzen und sprechen selten potentiell Interessierte direkt an.

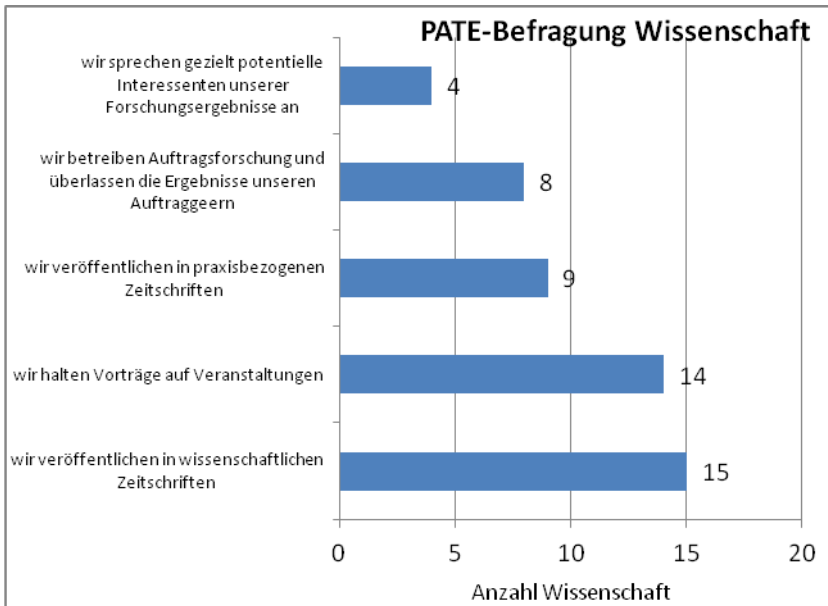


Abbildung 9: Verbreitungswege Forscher im HT-Bereich (eigene Darstellung); n= 16; Mehrfachantworten möglich

5.4 Kontakthanbahnung und -aufnahme

Bei der **Art und Weise der Kontaktaufnahme** fällt auf, dass die Teilnahme an Kongressen sowohl bei Wissenschaftlern als auch bei Vertretern von Industrieunternehmen sehr große Bedeutung hat. Bei Wissenschaftlern rangiert dieser Kommunikationskanal auf Rang 1 (16 von 16 Befragten), bei der Industrie wird er auf Platz 2 genannt (25 von 41 Befragten) Die direkte Kontaktaufnahme ist für die Akteure der Industrie die häufigste Art und Weise in Kontakt zu kommen (Platz 1 mit 34 von 41 Befragten), wohingegen diese bei Wissen-

schafflern erst auf Platz 5 genannt wird (4 von 16 Befragten). Trotzdem fällt insgesamt auf, dass bei den Wissenschaftlern die Kontaktaufnahme über Personen (Empfehlungen von Dritten, Kontakte aus der Studienzeit...) eine etwas größere Bedeutung zu haben scheint als bei den Industrievertretern, die auch stark auf institutionalisierte Kommunikationswege, wie Teilnahme an Messen und Kongressen etc. setzen. Vergleiche dazu Abbildung 10 und Abbildung 11.

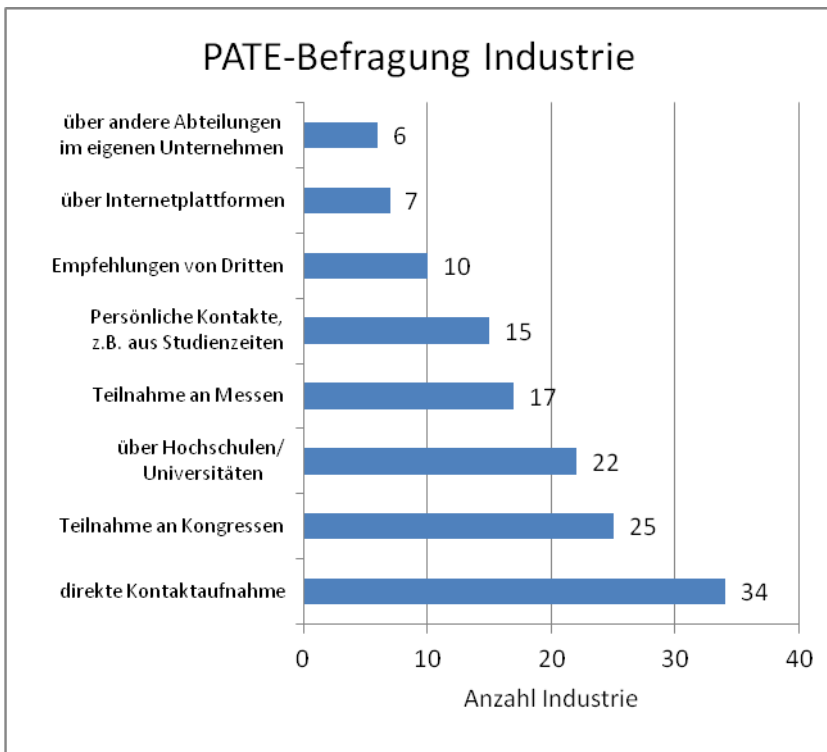


Abbildung 10: Art und Weise der Kontaktaufnahme der HT-Industrie

Quelle Fragebögen aus der PATE-Befragung, n = 41

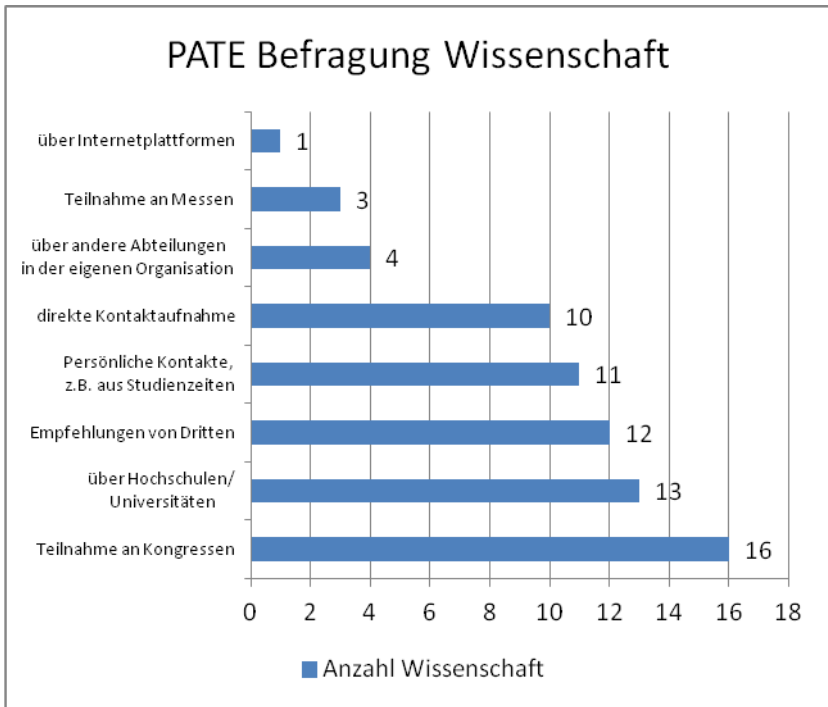


Abbildung 11: Art und Weise der Kontaktaufnahme der HT-Wissenschaft

Quelle Fragebögen aus der PATE-Befragung, n = 16

Kontaktaufnahme über Internetplattformen spielt in beiden Gruppen nur eine untergeordnete Rolle. Bei den Wissenschaftlern wird dies nur einmal genannt (6,25%), bei den Industrieakteuren nutzen 7 von 41 Befragten (17%) diesen Kanal für die Kontaktaufnahme. Dies könnte bedeuten, dass Instrumente wie Partnerdatenbanken und Open Innovation-Plattformen entweder keinen großen Bekanntheitsgrad haben oder dass diesen Instrumenten keine große Bedeutung beigemessen wird. Dieser Frage wird – bezogen auf Open Innovation

Plattformen – in einem Nachfolgebund dieses Berichtes weiter nachgegangen.

Es wurde nochmals explizit abgefragt, ob die Pflege externer Kontakte in erster Linie auf persönlichen Beziehungen basieren oder personenunabhängig (institutionalisiert) sind. Etwa 62,5 % der Wissenschaftler (10 von 16 Befragte) bzw. 54% der Industrievertreter (22 von 41 Befragte) geben persönliche Beziehungen als Basis an. Man kann auch hier einen gewissen Unterschied zwischen beiden Akteursgruppen erkennen. Bei beiden Gruppen sind persönliche Kontakte wichtig, jedoch spielen für Wissenschaftler persönliche Beziehungen eine etwas wichtigere Rolle als für Vertreter von Unternehmen.

5.5 Leitfadeninterviews: Netzwerke aus Sicht der Akteure

In Gesprächen mit beteiligten Akteuren wurde sehr schnell klar, dass die von uns gewünschten Informationen über Beziehungen und Kooperationspartner häufig zum Bereich der betrieblichen Geheimhaltung gehören. Es sollte daher in einem zweiten Schritt versucht werden, Informationen zum Verständnis der Netzwerke, deren Funktionieren und den Rahmenbedingungen des Technologietransfers zu erhalten. Als geeignetes Instrument wurden dazu Leitfadeninterviews gewählt und Expertengespräche mit Industrievertretern und den Forschern des Schwerpunktprogramms 1299 (HAUT) geführt.

Die Interviews mit den Wissenschaftlern aus dem HAUT-Forschungsschwerpunkt der DFG wurden telefonisch durchgeführt und fanden jeweils anhand eines Fragebogens mit Leitliniencharakter statt. Hierbei wurden sowohl die das jeweilige Projekt leitenden Professoren als auch die im Projekt angestellten wissenschaftlichen Mit-

arbeiter und Doktoranden befragt. Im Mittelpunkt der Gespräche stand das Thema ‚fördernde und hemmende Faktoren des Technologietransfers‘.

Anlässlich der MSE⁸ am 1. – 4. September 2008 in Nürnberg wurden Industrievertreter, insbesondere auch solche aus KMU persönlich befragt. Auch hier wurden die Fragen anhand eines Leitfadens gestellt.

Eine Beschreibung der Methode der leitfadengestützten Interviews, ausführliche Analysen derselben sowohl im Hinblick auf die Aspekte von Kommunikation und Kooperation als auch fördernde und hemmende Faktoren und die Frage der Verbesserungsmöglichkeiten des Technologietransfers werden in einem Nachfolgebund dieses Berichts, der ebenfalls in dieser Reihe erscheinen wird, veröffentlicht. Dabei werden außerdem die Ergebnisse weiterer Interviews mit Mitarbeitern aus Technologietransferstellen vorgestellt, die im Rahmen eines von der DFG geförderten Nachfolgeprojekts durchgeführt wurden. Aus diesen Interviews konnten wichtige Erkenntnisse über die Funktionsweise und Besonderheiten des Technologietransfers gezogen werden.

Im Folgenden soll der Aspekt der Netzwerke, der für den vorliegenden ersten Band des Berichtes von Relevanz ist, näher betrachtet und in Bezug zur schriftlichen Erhebung gebracht werden. Dabei werden zunächst die Interviews mit Vertretern der Wirtschaft angesehen, nachfolgend wird auf die Interviews mit den Wissenschaftlern eingegangen.

Auf Seiten der Industrie existieren durchaus Kommunikations- und Kooperationsnetzwerke. Diese sind häufig auf die jeweiligen Situati-

⁸ Material Science and Engineering, Einladung durch die DGM, am sog. KMU-Tag.

onen in den Unternehmen hin angepasst und funktionieren im Großen und Ganzen. Zur Pflege dieser Netzwerke unternehmen die Befragten eigene Anstrengungen. In vielen Fällen basiert das Funktionieren auf gegenseitigem – zum Teil langjährig gewachsenen – Vertrauen der Netzwerkpartner aus persönlichen Kontakten, bei denen man die Gelegenheit hatte, seine Verlässlichkeit unter Beweis zu stellen.

Gerade die Entwicklung von gegenseitigem Vertrauen, auch in die Verlässlichkeit des anderen Partners, stellt einen langfristigen Prozess dar, was, so wurde argumentiert, der Grund dafür ist, dass sich Initiativen von Transferstellen zur Netzwerkbildung nur äußerst schwierig gestalten lassen. Diese Einschätzung deckt sich mit den Angaben in der Literatur. So spricht Nooteboom vom längeren Zeithorizont für Netzwerkaktivitäten und begründet dies unter anderem mit der notwendigen Vertrauensbasis (vgl. [No00]). Braun-Thürmann vermerkt, dass gerade das Vertrauensverhältnis Netzwerke funktionstüchtig macht, weil ausgetauschte Information nicht überprüft werden muss und die Teilnehmer der Netzwerke keinen unkontrollierten Wissensabfluss befürchten müssen (vgl. [BTh05]). Für einzelne Befragte spielen trotz technischer Möglichkeiten räumlich zu verortende Netzwerkstrukturen der Kommunikation und Kooperation noch immer eine Rolle.

Die Ausbildung von effektiven Innovationsnetzwerken muss die grundlegenden strukturellen Unterschiede zwischen Großindustrie und KMUs berücksichtigen.

Große Unternehmen sind in der Regel gut aufgestellt, verfügen über die Kapazitäten eigene Innovationsnetzwerke auszubilden und zu pflegen oder über eigene F&E Abteilungen um Innovationsprozesse selbstständig durchzuführen.

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. Ein Netzwerkagent *als Person* ist in der Lage seinen Netzwerkpartnern das notwendige Vertrauen zu vermitteln, um als verlässlicher Makler zwischen Industrie und Wissenschaft auftreten zu können. An eine solche Person werden jedoch sehr hohe Anforderungen gestellt. So sollte diese sowohl Erfahrungen in der Industrie als auch im Bereich der Grundlagenforschung aufweisen, sich sozusagen in ‚beiden Welten‘ auskennen und von allen Seiten über hohe Reputation verfügen.

Die befragten Forscher sind häufig über Verbände und Arbeitskreise vernetzt. Mit Akteuren aus der Industrie in ihrem jeweiligen Arbeitsfeld pflegt die überwiegende Mehrheit der Gesprächspartner gute bis sehr gute Kontakte. Auch von Wissenschaftlern wird artikuliert, dass man zwischen KMUs und Großunternehmen unterscheiden muss. Während Großunternehmen häufig über eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilungen verfügen, fehlt es bei KMUs oft an personellen und finanziellen Ressourcen. So können manche kleinen Unternehmen z.B. keine Doktorarbeit ausschreiben und die finanziellen Mittel dafür aufbringen. Auch die zeitaufwändige Pflege von Kontakten und Netzwerken fällt KMU häufig schwer. Auf der anderen Seite sind sie häufig weniger an bürokratische Auflagen gebunden und können flexibler agieren, was ein Vorteil ist.

Kongresse und Meetings aber auch Industriebesucherkreise werden von den Forschern als gute Foren für den Kooperationsaufbau genutzt. Der Erstkontakt findet in der Tat meist auf Veranstaltungen wie Fachausschüssen, Messen, Kongressen, oder in Arbeitskreisen statt. Auch in der quantitativen Befragung hatte sich Kontaktaufnahme über Kongresse als besonders häufig genutzter Kanal erwiesen (vgl. Kap. 5.4, Abbildung 11).

In den Augen der befragten Wissenschaftler eignen sich vor allem AIF⁹-Projekte, Sonderforschungsbereiche (SFB) und Schwerpunktprogramme (SPP) der DFG, bei denen durch projektbegleitende Industriebereiterkreise die Industrie in die Projekte von Beginn an involviert ist. Als gute Grundlage für den Kontaktaufbau wird auch das „Network of excellence“¹⁰ betrachtet.

Gute Kontakte in die Industrie sind, so ein Befragter, für eine Kooperation notwendig. Einige Befragte geben an, bereits viele Kontakte in Wirtschaft und Wissenschaft zu haben, die durch Zusammenarbeit bei Projekten über Jahre entstanden sind. Damit besteht eine gute Vernetzung mit führenden Einrichtungen.

„Der Kontakt läuft meistens über Personen“, so ein Befragter. Diese Aussage steht exemplarisch dafür, dass für viele Forscher ein persönlicher Kontakt mit vertrauensvollen und verlässlichen Partnern eine große Rolle spielt, insbesondere bei längeren Kooperationen.

Neben der Bedeutung von persönlichen Kontakten ist auch die Kontinuität und langfristige Bindung zu potentiellen Verwertungspartnern von Bedeutung. Eine Suche über das Netzwerk hinaus ist häufig zu arbeitsintensiv, unter anderem deshalb wird ein Verwertungspartner als sinnvoll erachtet. Ein weiterer Grund, die Suche nach Kooperationspartnern nicht über das bereits bestehende Netzwerk hinaus zu erweitern, ist Fairness gegenüber den bestehenden Kooperationspartnern, deren Vertrauen man bewahren möchte. Insgesamt wird Vertrauen in den persönlichen Kontakten als sehr bedeutsam erachtet. Förderprogramme können einen „katalytischen Effekt erzeugen in individuelle Netzwerke. Kooperationen wie im HAUT-Projekt sind

⁹ Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (www.aif.de)

¹⁰ Im Rahmen des 6. Forschungsrahmenprogramms der EU gefördert, vgl. http://cordis.europa.eu/fp6/instr_noe.htm (zuletzt geprüft am 04.05.2011)

gut, da gezielter/organisiert in Partnerschaften mit der Industrie gegangen werden kann", so eine Wissenschaftlerin.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen, insbesondere reviewed Artikel spielen im Zusammenhang mit der Kontaktabbahnung nach Einschätzung vieler Befragter keine herausragende Rolle. So kommt es selten vor, dass ein potentieller Partner nach Lektüre eines Artikels den Autor kontaktiert.

Auch auf Seiten der Wissenschaftler werden die Netzwerke und Kontaktdaten der Kooperationspartner von den Befragten aus Gründen der Geheimhaltung häufig nicht genannt.

6 Diskussion der Ergebnisse

Für einen gelingenden Technologietransfer ist unter anderem die vertrauensvolle Kommunikation innerhalb von Netzwerken von großer Bedeutung. Betrachtet man diese Netzwerke näher, können sich daraus Anhaltspunkte für ein besseres Verständnis des Transferegeschehens ergeben. Ausgehend von dieser Überlegung wurden die relevanten Akteure im Bereich der Hochtemperaturanwendungen/Oberflächen zu ihren Kooperationen, Kooperationspartnern und Netzwerken befragt.

Dabei ergab sich, dass diese Frage für viele Akteure aus der Industrie zum Bereich der betrieblichen Geheimhaltung gehört und auch für die Forscher ein sensibles Thema darstellt. Netzwerken und Kooperationen anzugehören bedeutet sowohl für die Industrieakteure als auch für die der Wissenschaft ein Wettbewerbsvorteil. Eine Offenlegung der Kontakte wird daher als nicht vorteilhaft angesehen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde das real existierende Netzwerk im Hochtemperaturbereich so gut, wie unter den

gegebenen Umständen möglich, abgebildet und mit einem ideal-theoretischen Modell verglichen.

Zusammengesetzt ist das Netzwerk aus allen Akteursgruppen, also Transferstellen, Wissenschaftlern und Industrievertretern. Es konnten zentrale, „beziehungsstarke“ Akteure ermittelt werden, die allerdings nicht eindeutig einer dieser Akteursgruppen zugeordnet werden können. Sowohl Industrieakteure als auch Akteure aus der Wissenschaft und einige Transfereinrichtungen sind im untersuchten Netzwerk zentral, also stärker vernetzt und aktiver. Insgesamt ist das beobachtete Netzwerk allerdings sehr dezentralisiert. Es weist strukturelle Lücken auf. Relativ viele Akteure stehen weit am Rand oder sind nur über mehrere Schritte zu erreichen. Es gibt viele nicht verbundene Industrieakteure, deren Potential für die Verwertung von Forschungsergebnissen unbekannt ist. Die Transferstellen spielen im Vergleich zum ideal-theoretischen Verwertungsnetzwerk eine untergeordnete Rolle und sollten gestärkt werden.

Bei den *Rahmenbedingungen* des Netzwerkes zeigt sich, dass die personelle Kapazität einen wesentlichen Faktor für funktionierenden Transfer darstellt. Im Durchschnitt gaben hier die Forschungseinrichtungen an, dass mehr Personal am Transfer beteiligt ist, als dies bei den Unternehmen der Fall war. In den Interviews beklagen sowohl die Industrievertreter – hier insbesondere die der KMUs – als auch Forscher einen Mangel an Ressourcen und/oder Strukturen für einen effizienten Technologietransfer. Alle Beteiligten betonen die Bedeutung langjähriger persönlicher Beziehungen und die Wichtigkeit gegenseitigen Vertrauens für eine fruchtbare Zusammenarbeit.

In der schriftlichen Umfrage ergibt sich, dass bei der *Kontaktaufnahme* sowohl bei Unternehmen als auch bei Wissenschaftlern die Teilnahme an Kongressen eine wichtige Rolle spielt. Daneben fällt auf, dass für die Forscher und Akteure der Wirtschaft persönliche Kontakte sehr wichtig zu sein scheinen, was auch in den Interviews immer wieder deutlich zum Ausdruck kam. Bei Industrievertretern

spielen institutionalisierte Kommunikationswege eine nur geringfügig größere Rolle.

Internetplattformen als Kanal für den Aufbau von Kontakten oder einer Kooperationsbeziehung spielen bei beiden Akteursgruppen eine untergeordnete Rolle, was in der heutigen Zeit überrascht.

Befragt man die Akteure in Leitfadeninterviews, so zeigt sich, dass sowohl Industrievertreter als auch Wissenschaftler durchaus über funktionierende Netzwerke verfügen. Langfristige Kontakte und das damit einhergehende Vertrauen spielen eine wichtige Rolle. In einigen Fällen werden aus Gründen der Loyalität bestehenden Kontakten gegenüber keine neuen Kooperationspartner gesucht.

Zum Ausgleich struktureller Defizite könnte die Schaffung eines so genannten ‚Verwertungsagenten‘ sinnvoll sein, dem als Person mit der Möglichkeit zu beiden Seiten Kontakte und Vertrauen aufzubauen, Erfolgsaussichten im Hinblick auf gelingenden Transfer sowohl von Industrie- als auch von Forscherseite bescheinigt wird. Die Anforderungen an eine solche Person als Makler wären jedoch sehr hoch. So sollte diese unter anderem über ausgeprägte fachliche Kenntnisse sowohl im materialwissenschaftlichen Bereich als auch über Erfahrungen in der Industrie verfügen.

In durchgeführten Leitfadeninterviews konnten weitere Erkenntnisse über Hemmnisse und fördernde Faktoren des Technologietransfers gewonnen werden, zudem werden Vorschläge gemacht, wie oben genannte ‚Verwertungsagenten‘ ausgestattet und welche Anforderungen an sie gestellt werden sollten. Diese Ergebnisse werden in einem Folgeband dieses Berichtes, der in Kürze in dieser Reihe erscheint veröffentlicht.

7 Danksagung

Unser Dank gilt allen, die diese Publikation und das damit verbundene Forschungsprojekt unterstützt haben. Insbesondere möchten wir uns bei den vielen Interviewpartnern für ihre Geduld, ihre Zeit und das mit uns geteilte Wissen bedanken. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) danken wir für die Finanzierung der Projekte PATE und PATE-VA. Sabrina Glanz sei für ihre Beiträge und Kritik und Rene Hackmann für sein kritisches Gegenlesen gedankt. Für die Unterstützung im Zusammenhang mit den Fragebogenaktionen bei der Verbreitung gilt unser Dank der DGM, dem DVT mit Frau Dr. Freiberger, und dem Koordinator des DFG-SPP-HAUT, Herrn Prof. Dr. Leyens.

8 Literatur

- [Bec03] Becker, R.: Zielplanung und Kontrolle von Public Private Partnership in der Forschung – Konzeption und praxisorientierte Gestaltungsempfehlungen für Forschungsoperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Dissertation der Universität Stuttgart, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2003.
- [BMW02] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg. BMWi/BMBF): Komplexe Technologien – Kooperation und Vernetzung. In: Innovationspolitik – Mehr Dynamik für zukunftsfähige Arbeitsplätze. Internetpublikation:

- <http://www.bmbf.de/pub/innovationspolitik.pdf>,
zugegriffen am 11.02.2008, S. 40 – 50, 2002.
- [Bro99] Brockhoff, K.: Zum Transfer von Ergebnissen öffentlicher Grundlagenforschung in die Wirtschaft. In: Max-Planck-Gesellschaft (Hrsg.): Wirtschaft und Wissenschaft – eine Allianz mit Zukunft in Deutschland? Ringberg-Symposium Oktober 1998, Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V., Rosenheim, S. 21 – 50, 1999.
- [BTh05] Braun-Thürmann, Holger: Innovation. transcript Verlag Bielefeld. 2005.
- [CL08] Cellini, Roberto; Lambertini, Luca: The economics of innovation. Incentives, cooperation and R&D policy, Bingley (contributions to economic analysis, 286), 2008
- [DB06] Diaz-Bone, Rainer: Eine kurze Einführung in die sozialwissenschaftliche Netzwerkanalyse. Mitteilungen aus dem Schwerpunktbereich Methodenlehre Nr. 57. Berlin: Institut für Soziologie, Freie Universität Berlin.
http://www.rainer-diaz-bone.de/Diaz-Bone_Netzwerkanalyse.pdf , zugegriffen am 25.03.2011; 2006.
- [DIW09] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e. V. (DIW): Innovationsindikator Deutschland 2009. Forschungsbericht über die Studie „Innovationsindikator Deutschland 2009“. Herausgegeben von der Deutschen Telekom Stiftung und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI). Internetpublikation:
http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.342328.de/diwkompakt_2009-051.pdf, zugegriffen am 20.02.2011, 2009.

-
- [DW92] Doreian, Patrick, Woodart, Katherine L., Fixed list versus snowball selection of social networks, in *Social Science Research*, Volume 21, Issue 2, S. 216-233, 1992.
- [FMS06] Frank, A.; Meyer-Guckel, V.; Schneider, C.: Innovationsfaktor Kooperation – Bericht des Stifterverbandes zur Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Hochschulen. Internetpublikation: http://www.stifterverband.de/pdf/innovationsfaktor_kooperation.pdf, zugegriffen am 11.02.2008, 2006.
- [FPW 04] Forzi, Tomaso; Peters, Meikel; Winkelmann, Katrin: Wissensmanagement in verteilten und vernetzten Organisationsstrukturen. FRIR + IAW – Unternehmen der Zukunft, 4/2004, S. 9 – 11. Online unter: http://www.iaw.rwth-aachen.de/files/808_peters.pdf, (zuletzt geprüft am 04.05.2011), 2004.
- [Fre78] Freeman, Linton, C.: Centrality in Social Networks Conceptual Clarification in: *Social Networks*, 1 (1978/79) 215-239, 1979.
- [Gra73] Granovetter, M.: The Strength of Weak Ties. In: *The American Journal of Sociology*, Vol. 78, No. 6, pp. 1360 – 1380, 1973.
- [Gra85] Granovetter, M.: Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. In: *The American Journal of Sociology*, Vol. 91, No. 3, pp. 481-510, 1985.
- [Gor06] Gorsler, D.: Multiakteurspartnerschaften: Aufbau regionaler Innovations-Netzwerke unter Nutzung von Fördermitteln der EU – Erfahrungen aus dem LogistikNetz Berlin-Brandenburg. Präsentation vom 16.11.2006, Internetpublikation: http://www.login-bb.de/fileadmin/login/bilder/eigene_veroeffentlichungen/Vortrag_ESF-Konferenz_HD_161106.pdf, zugegriffen am 11.02.2008, 2006.

- [Hei97] Heidenreich, M.: Zwischen Innovation und Institutionalisierung – Die soziale Strukturierung technischen Wissens. In: Blättel-Mink, Birgit; Renn, Ortwin: Zwischen Akteur und System. Die Organisation von Innovation. Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 177 – 206, auch Internetpublikation: <http://www.uni-oldenburg.de/sozialstruktur/dokumente/wissen.pdf>, zugegriffen am 25.03.2011, 1997.
- [Im09] IMPULS, BMBF-Magazin, Schwerpunkt Innovation und Wachstum, Dezember 2009, S. 30 ff, online unter: http://www.bmbf.de/pub/Impulse_dez09.pdf, zuletzt geprüft am 04.05.2011, 2009.
- [Inn05] Innovationsreport 2005: Deutschland bei Medizintechnik international ganz weit vorn. Meldung auf der Homepage des „Innovationsreports – Forum für Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft“ über die Ergebnisse einer Studie zur Situation der Medizintechnik in Deutschland im internationalen Vergleich. Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT) im Elektronik- und Informationstechnikverband VDE zusammen mit dem Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik (AKM), Internetpublikation: <http://www.innovations-report.de/html/berichte/studien/bericht-50235.html>, zugegriffen am 04.05.2009, 2005.
- [Jan99] Jansen, Dorothea: Einführung in die Netzwerkanalyse. Grundlagen, Methoden, Anwendungen.: Opladen, Leske und Budrich, 1999.
- [Jan06] Jansen, Dorothea: Einführung in die Netzwerkanalyse. 3. überarbeitete Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2006.

-
- [Kap93] Kappelhoff, P.: Soziale Tauschsysteme. Strukturelle und dynamische Erweiterungen des Marktmodells. München: Oldenburg Verlag, 1993.
- [Kap95] Kappelhoff, P.: Macht in Politiknetzwerken – Modellvergleich und Entwurf eines allgemeinen Entscheidungsmodells. In: Jansen, Dorothea; Schubert, Klaus (Hrsg.): Netzwerke und Politikproduktion. Konzepte, Methoden, Perspektiven. Marburg: Schüren. S. 24 – 51, 1995.
- [Kut94] Kuttruff, S.: Wissenstransfer zwischen Universität und Wirtschaft – Modellgestützte Analyse der Kooperation und regionale Strukturierung – dargestellt am Beispiel der Stadt Erlangen. Dissertation der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, DISS. 1994/2660, 1994.
- [NLPJ05] Niehardt, F.; Liebich, S.; Pörksen, J.; Janoszka, I.: Kooperation von Wirtschaft und Wissenschaft in Berlin – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung durch die IHK Berlin. IHK Berlin (Hrsg.), Internetpublikation: http://www.berlin.ihk24.de/produktmarken/innovation/anlagen/download/Ergebnisse_Umfrage.pdf, zugegriffen am 11.02.2008, 2005.
- [NMB05] de Nooy, W.; Mrvar, A.; Batagelj, V.: Exploratory Network Analysis with Pajek. Structural Analysis in the Social Sciences, Cambridge University Press, New York, 2005.
- [No00] Noteboom, Bart: Institutions and Forms of Coordination in Innovation Systems. In: Organization Studies 21, S. 915 -939, 2000.
- [PK09] Prahalad, C.K.; Krishnan, M.S.: Die Revolution der Innovation Wertschöpfung durch neue Formen in der globalen Zusammenarbeit“, München, 2009.

- [PPS10] Pechmann, A.; Piller, F.; Schumacher, G. (Hrsg.): Technologie- und Erkenntnistransfer aus der Wissenschaft in die Industrie. Eine explorative Untersuchung in der deutschen Material- und Werkstoffforschung, Jülich, online verfügbar unter <http://www.transferinnovation.de>, zugegriffen am 25.03.2011; 2010.
- [Ram11] Rammert, Werner: Innovation im Netz. In: http://www.ts.tu-berlin.de/fileadmin/fg226/Rammert/articles/Innovation_im_Netz.html, zugegriffen am 25.03.2011; (keine Jahreszahl-angabe)
- [Ron00a] Ronzheimer: Wissenschaft und Wirtschaft müssen besser kooperieren – ADL-Studie: Erfahrungen, Defizite, Chancen und Handlungsbedarf im Technologietransfer. Internetpublikation: <http://www.berlinews.de/archiv/1362.shtml>, zugegriffen am 04.02.2008, 2000a.
- [Ron00b] Ronzheimer: Ist die deutsche Forschung ihr Geld wert? Internetpublikation: <http://www.berlinews.de/archiv/1362.shtml>, zugegriffen am 04.02.2008, 2000b.
- [RRW05] Rank, Charlotte C.; Rank, Olaf N.; Wald, Andreas: Netzwerke in der Biotechnologie, Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung zfbf 57, November 2005.
- [Ser02] Serdült, Uwe (Zürich): Soziale Netzwerkanalyse: eine Methode zur Untersuchung von Beziehungen zwischen sozialen Akteuren, online unter <http://www.oezp.at/pdfs/2002-2-01.pdf>, zugegriffen am 23.02.2011; 2002.

- [SHE08] Schnell, Rainer; Hill, Paul B.; Esser, Elke: Methoden der empirischen Sozialforschung, 8. Aufl., Oldenburg Wissenschaftsverlag GmbH, München, 2008, S. 387 f.
- [Wey97] Weyer, Johannes: Konturen einer netzwerktheoretischen Techniksoziologie. In: Weyer, J. et al. (Hg.): Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese. Berlin, S. 23-52; 1997