

# Kapitel 1

## Zur Zielsetzung der Studie und ihrem Projektdesign

Peter Hocke, Klaus-Rainer Bräutigam, Torsten Fleischer und Anna Schleisiek

### Inhalt

1.1	Einleitung .....	2
1.2	Technologietransfer .....	3
1.3	Zum Projekt .....	7
1.4	Zu den Heimatorganisationen der untersuchten Materialforscher .....	9
1.5	Projektmodule und „dialogischer Forschungsprozess“ .....	11
	Literatur .....	15

**Zusammenfassung** Materialwissenschaften, Materialentwicklung und Werkstofftechniken werden weithin als Fundament für die allgemeine Technikentwicklung gesehen, da sie Basisinnovationen und die Anwendung von neuen Technologien in nahezu allen Bereichen moderner Volkswirtschaften überhaupt erst ermöglichen. In diesem einleitenden Kapitel wird zunächst auf die Rolle der öffentlichen Forschungsförderung im Bereich der Materialforschung und Werkstofftechnik eingegangen. Anschließend wird die Bedeutung des Begriffs „Technologietransfer“ erläutert. Die in den weiteren Kapiteln ausführlich dargestellte Studie beruht in ihren Kernelementen auf eigenen empirischen Erhebungen und Recherchen. Ausgangspunkt der Studie, deren Zielsetzung und konzeptionelles Design skizziert wird, sind dabei Transfervorhaben und -projekte, die sich an neun verschiedenen Forschungseinrichtungen aus der Fraunhofer-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren sowie der Technischen Universitäten der Herausforderung stellen, Transfervorhaben im Feld neuer Materialien erfolgreich umzusetzen.

---

P. Hocke (✉)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), 76021 Karlsruhe, Deutschland  
E-Mail: peter.hocke@kit.edu

## 1.1 Einleitung

Techniken zur Herstellung und Verarbeitung neuer Werkstoffe können als Schlüsseltechnologien für innovationsorientierte Industriegesellschaften gelten. Materialwissenschaften, Materialentwicklung und Werkstofftechniken werden weithin als Fundament für die allgemeine Technikentwicklung gesehen, da sie Basisinnovationen und die Anwendung von neuen Technologien in nahezu allen Bereichen moderner Volkswirtschaften überhaupt erst ermöglichen. In vielen Fällen hängen Innovationen in produktbezogenen Technikfeldern entscheidend davon ab, dass Materialien mit den erforderlichen Eigenschaften entwickelt werden und für Endprodukthersteller verfügbar sind. In diesem Sinne sind Neue Materialien und Werkstofftechniken<sup>1</sup> ermöglichende Techniken („enabling technologies“) für andere Technikfelder und damit eine wichtige Voraussetzung für Innovationsfähigkeit und Wirtschaftskraft. So ist beispielsweise die moderne Informations- und Kommunikationstechnik undenkbar ohne die Fähigkeit, das Halbleitermaterial Silizium in geeigneter Form herzustellen und zu bearbeiten. Aber auch für eher traditionelle Branchen wie die Automobilindustrie spielen neue Werkstoffe wie moderne Stähle – und in Zukunft möglicherweise auch in größerem Umfang Verbundmaterialien – eine wichtige Rolle zur Herstellung innovativer Produkte. Die Bedeutung wird auch durch zwei volkswirtschaftliche Kennziffern ausgedrückt: Nach einer Studie der Deutschen Akademie für Technikwissenschaften („Acatech“) erzielten die wichtigsten werkstoffbasierten Branchen in Deutschland einen jährlichen Umsatz von nahezu 1 Billion € und beschäftigen rund 5 Mio. Menschen (Acatech 2008).

Dieser Tatsache trägt auch die öffentliche Forschungsförderung Rechnung. Materialforschung und Werkstofftechnik werden durch verschiedene Institutionen sowohl im Rahmen der institutionellen Förderung als auch der Projektfinanzierung unterstützt. Eine eigenständige Förderung der Materialforschung im Rahmen von Förderprogrammen findet durch die Bundesregierung seit den späten 1960er Jahren statt. Die in dieser ersten Phase gewonnenen Ansätze und Erfahrungen zur staatlichen Förderung im Bereich der Material- und Werkstofftechnologien wurden ab 1975 fortgeführt durch eine Förderung im Rahmen des Programms „Rohstoffforschung“, in dem ein zunehmendes Spektrum an Arbeiten aus dem Bereich Rohstoffe und deren industrieller Verwendung sowie der Material- und Werkstofftechnologien gefördert wurde. Ende der siebziger Jahre des letzten Jahrhunderts erfolgte eine Ausweitung der Förderung auf weitere Werkstoffgruppen im Bereich Eisen und Stahl, bevor die unterschiedlichen Ansätze aus dieser Zeit kritisch untersucht und ab 1985 im Programm Materialforschung (1985–1994) zusammengeführt wurden (Dörfler 2003). Dieses Programm formuliert erstmals ein Rahmenprogramm, in dem die gesamte allgemeine Werkstoffforschungsförderung abgedeckt und zusammengefasst ist. In seinem Zentrum stehen Werkstoffe mit einem besonders hohen Innovationspotenzial, die in einzelnen Werkstoffgruppen zusammengefasst

---

<sup>1</sup> Unter Werkstofftechniken sind die Prozesstechniken zu verstehen, die zur Herstellung und Verarbeitung neuer Materialien benötigt werden.

(keramische, polymere und metallische sowie Verbundwerkstoffe) und die mit jeweils spezifischen Teilzielen schwerpunktmäßig gefördert wurden.<sup>2</sup>

Eine erneute Neuausrichtung erfuhr die Förderung ab 1994 mit dem Programm MaTech. Darin ist die Förderung von Projekten nicht mehr von der Werkstoffgruppe, sondern von der Anwendungsseite der Werkstoffe für „Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts“ (BMFT 1994) in bestimmten industriellen Anwendungsfeldern (Informationstechnik, Verkehrstechnik, Energietechnik, Medizintechnik, Fertigungstechnik sowie neue Felder und Querschnittstechniken) abhängig.

Das aktuelle, 2003 vorgestellte Rahmenprogramm der Bundesförderung „Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft – WING“ will die bisher vorliegenden guten Erfahrungen mit der anwendungsorientierten Ausrichtung der Projekte, den geschaffenen Verbundstrukturen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sowie der Integration von Kleinen und Mittleren Unternehmen (KMU) in den Innovationsprozess nutzen und darüber hinaus die Multidisziplinarität steigern, indem man die für eine erfolgreiche Werkstoffentwicklung relevanten Wissenschaftsdisziplinen und Technologien möglichst auf Projektebene miteinander vernetzt (BMBF 2003). Dabei soll das Programm inhaltlich offener, am gesellschaftlichen Bedarf orientiert und mit flexibleren Handlungsfeldern ausgestaltet sein.

Insbesondere den jüngeren Rahmenprogrammen zur Forschungsförderung im Werkstoffbereich ist eine starke Anwendungsorientierung sowie ein deutliches Bekenntnis zu wirtschaftspolitischen Förderzielen wie die Stärkung der Innovationskraft von Unternehmen (WING) oder die Erarbeitung günstiger nationaler Technologiepositionen (MaTech) gemeinsam. Darum wird in ihnen dem Transfer von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen (F&E-Ergebnissen) in die industrielle Anwendung eine Schlüsselrolle zugewiesen.

## 1.2 Technologietransfer

Erfolgreicher Technologietransfer kann insbesondere in diesem Zusammenhang als ein wichtiger Stimulus für innovationsorientierte Industriegesellschaften betrachtet werden. Gerade in Zeiten wirtschaftlicher Krisen wird der Stellenwert, den industrielle Innovationen für wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit und Stabilität besitzen, besonders deutlich. Diese Bedeutung äußert sich nicht nur in politischen Bekundungen und forschungspolitischen Programmen, sondern auch in der Forschungsliteratur. Bevor das entsprechend entwickelte Projektdesign näher beschrieben wird, muss der Schlüsselbegriff des Technologietransfers etwas näher beleuchtet werden.

Seit den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts hat der Begriff „Technologietransfer“ Einzug in das Vokabular der deutschsprachigen Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften gehalten. Wurde er in den frühen Jahren hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Export von technologischem Wissen in Entwicklungsländer sowie in Bezug auf die Übertragung von Technologien aus deutschen Unternehmen

---

<sup>2</sup> Zur Evaluation dieses Programms siehe Braun et al. (1993).

in deren ausländische Produktionsstätten verwendet (Walter 2003), beschreibt er heute in erster Linie die Überführung von Technologien aus (in der Regel öffentlich geförderten) Forschungseinrichtungen in die Wirtschaft. In diesem Sinne soll er auch in der hier vorgelegten Arbeit verstanden werden.

Folgt man den synoptischen Darstellungen in der Literatur, so ist der Begriff nicht eindeutig festgelegt. Was genau unter „Technologietransfer“ zu verstehen ist und mit welcher theoretischen und analytischen Rahmung das jeweilig angesprochene Konzept verbunden wird, erfreut sich in der breiten Literaturdiskussion durchaus einer gewissen Pluralität.<sup>3</sup> Der kleinste gemeinsame Nenner ist wohl, dass allen Beschreibungen eine Perspektive gemeinsam ist, Technologietransfer als einen Teil eines umfassenderen Innovationsprozesses zu sehen. Dieser prozessualen Sichtweise wohnt auch inne, Technologietransfer als ein Mittel zu begreifen, wissenschaftliches und technologisches Wissen in technisch-wirtschaftlich verwertbare Anwendungen zu überführen. Festzuhalten ist in diesem Kontext jedoch, dass nach Corsten Technologietransfer als „planvoller, zeitlich limitierter und freiwilliger Prozess der Übertragung einer Technologie“ betrachtet werden kann (Corsten 1982, S. 11).<sup>4</sup>

Lange Zeit wurden im klassischen Verständnis Innovationsprozesse als eine Kette sequentiell aufeinander folgender Phasen verstanden. Diese linearen Modelle beginnen mit einer Phase der Grundlagenforschung, die den Ausgangspunkt jeglicher Innovation bildet. Darauf folgen die Phasen der angewandten Forschung, der (Produkt-)Entwicklung und der Produktion, die schließlich in die Vermarktung (Diffusion<sup>5</sup>) der Innovation münden. Diese Auffassungen haben die frühe Transferforschung geprägt, und sie wirken teilweise bis heute nach.

Die lineare Perspektive auf den Innovationsprozess – wie auch auf den Technologietransfer – wurde in Teilen der Innovationsforschung durch ein komplexeres Modell abgelöst. So beschreibt Rogers Technologietransfer als bidirektionalen Austauschprozess und hält fest:

Technology transfer is the exchange of technical information between the R&D workers who create a technological information and the users of the new idea. The conventional conception of technology transfer is that it is a process through which the results of basic

<sup>3</sup> Barry Bozeman fasst dies in seinem ausführlichen Übersichtsartikel – ein wenig launisch – wie folgt zusammen: „In the study of technology transfer, the neophyte and the veteran researcher are easily distinguished. The neophyte is the one who is not confused. Anyone studying technology transfer understands just how complicated it can be. First, putting a boundary on ‚the technology‘ is not so easy. Second, outlining the technology transfer process is virtually impossible because there are so many concurrent processes. Third, measuring the impacts of transferred technology challenges scholars and evaluators, requiring them to reach deep down into their research technique kit bag.“ (Bozeman 2000)

<sup>4</sup> Dieser Transfer dient nach Corsten der „Reduzierung der Diskrepanz zwischen potenziellem und aktuellem Nutzungsgrad einer Technologie, die beim Technologienehmer häufig mit organisatorischen und/oder technologischen Veränderungen einher geht“ (Corsten 1982, S. 11). Dies können Veränderungen sein, die auch industrielle Anwender vor Herausforderungen stellen, die häufig und gerade unter Marktbedingungen nicht einfach umzusetzen sind.

<sup>5</sup> Der Begriff der Diffusion von Innovationen wird in der Innovationsforschung auch breiter verwendet, was regelmäßig zu begrifflichen Missverständnissen führt.

and applied research are put into use. This view implies that technology transfer is a one-way process, usually from university-based basic researchers to individuals in private companies who develop and commercialize the technological innovation. Further, in this traditional and limited view of technology transfer, the technology is seen mainly as hardware technology, a physical product (...). Even when a technology moves in one direction, such as from university or a federal R&D lab to a private company, the two or more parties must participate in a series of communication exchanges as they seek to establish a mutual understanding about the meaning of the technology. (Rogers 1995, S. 141)

Gibson und Rogers (1994) unterscheiden drei unterschiedliche Ebenen (oder Grade) des Technologietransfers:

1. Wissen: Hier erfährt der Rezeptor (der „Empfänger“ im Prozess des Technologietransfers) von einer technischen Innovation und der dahinter stehenden neuen Idee (beispielsweise im Zuge der Medienberichterstattung).
2. Anwendung: Dabei hat der Rezeptor die Innovation in seine Organisation eingeführt.
3. Kommerzialisierung: Hier ist die Innovation in ein Produkt überführt worden, das auf dem Markt angeboten wird.

Kommerzialisierung ist von den Dreien der komplexeste und voraussetzungsvollste Teil des Transferprozesses. Er erfordert die größere Zeit und umfangreiche Ressourcen. Auch der kommunikative Aufwand zwischen den am Transfer Beteiligten ist deutlich höher als bei den beiden anderen Ebenen. Gerybadze, Gredel und Gresse weisen in diesem Kontext darauf hin, dass die Kommerzialisierung von Werkstoff-Innovationen einen strukturierten Synchronisierungsprozess zwischen Marktbedürfnissen und potentiellen Anwendungsfeldern sowie den durch eine Werkstoff-Innovation ausgelösten technischen Möglichkeiten erfordert (Gerybadze et al. 2010). Rogers resümiert wie folgt:

These three degrees of technology transfer have often not been recognized in the past, with the result that thinking and writing about technology transfer have been confusing. Scholars who study technology transfer agree, however, that this process often fails. Technology transfer is very difficult, in part because we have underestimated just how much effort is required for it to occur. (Rogers 1995, S. 142)

Moderne Innovationsforschung begreift Technologietransfer als Interaktions- oder Austauschprozess, der die Übertragung von technischem Wissen in die kommerzielle Nutzung zum Ziel hat. Nach Walter werden unter „Technologietransfer wertorientierte, planvolle und zeitlich limitierte Austauschprozesse zwischen Organisationen verstanden, welche die Übertragung von Technologien aus ihrer wissenschaftlichen Basis in wirtschaftliche Anwendungen zum Ziel haben“ (Walter 2003, S. 16).

Auch bei der Beschreibung des Austauschgegenstandes hat eine Begriffserweiterung stattgefunden. Während der Begriff „Technik“ im Allgemeinen nützliche Artefakte, deren Produktion sowie die Handhabung der Methode, ein Ergebnis zu erzielen, umfasst, schließt der Begriff neben dem manifesten Materiellen explizit auch als zweites die schwieriger zu fassende Komponente des „Wissens“ mit ein. Wissen ist dabei zu verstehen als all die immateriellen Komponenten, die zur Konzeption, Produktion und Nutzung von Technik sowie deren Weiterentwicklung und

Anpassung erforderlich sind; häufig handelt es sich dabei auch um „tacit knowledge“, das eng an Personen und Arbeitsgruppen gebunden ist und nicht-verschriftetes Erfahrungswissen einschließt. Da moderne Technik aber – so Schmoch – wesentlich auf neuem Wissen beruht, ist eine Differenzierung zwischen Technik und Technologie kaum noch möglich. Für den Technologietransfer bedeute dieses Verständnis in jedem Fall, dass der Transfer sowohl von Artefakten als auch von anwendungsorientiertem Wissen inkl. seiner taciten Komponenten gemeint sein muss (Schmoch 2001, S. 4). Entsprechend erscheint es wichtig, bei der Analyse von innovationsorientierten Transferprozessen immer sowohl auf die Ebene der zu transferierenden Artefakte als auch auf die der zu übermittelnden Wissenskomponenten zu achten.

Diese Sichtweise hat auch Einzug gehalten in die aktuellen Empfehlungen des Wissenschaftsrats zur Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Der Text liefert zwar keine explizite Definition, legt aber nahe, dass das Gremium Technologietransfer in engem Zusammenhang mit Wissenstransfer sieht, daher konsequent von Wissens- und Technologietransfer spricht und darunter „wechselseitigen Wissensfluss zwischen Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft“ sowie den „Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft (...) durch vielfältige Kanäle, die sich in ihrer Bedeutung sowohl für die einzelnen Einrichtungen der Wissenschaftslandschaft in Deutschland als auch für verschiedene wissenschaftliche Disziplinen unterscheiden“, versteht (Wissenschaftsrat 2007, S. 9). Unter den vielen möglichen Formen solcher Interaktionen gelten dem Wissenschaftsrat die folgenden als wesentlich: kooperative Forschung, An-Institute, Stiftungsprofessuren, gemeinsame Forschungseinrichtungen, Auftragsforschung und -entwicklung, Cluster, Patente und Lizenzen, Spin-offs, personengebundener Transfer und informelle Beziehungen (Wissenschaftsrat 2007, S. 34 ff.).<sup>6</sup>

Zugleich formuliert der Rat auch Warnungen an möglicherweise überbordende Erwartungen: Einerseits bestätigt er, dass die Beziehung von Wissenschaft und Wirtschaft enger geworden sei und sich gleichzeitig zu einem wichtigen Politikfeld entwickelt habe. Diese deutliche Annäherung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft über die vergangenen Jahrzehnte dürfe jedoch nicht dazu führen, dass sie deckungsgleich würden. Wissenschaft und Wirtschaft fußen „auf der Unterschiedlichkeit dieser beiden gesellschaftlichen Bereiche. Gerade durch die Verschiedenheit werden an den Schnittstellen von Wissenschaft und Wirtschaft kreative Potentiale freigesetzt ...“ (Wissenschaftsrat 2007, S. 11 f.). Auf der anderen Seite seien es aber gerade diese Unterschiede, die mitunter zu „Missverständnissen und falschen Erwartungen“ führen und produktive Interaktionen verhindern können. „Das Ziel nachhaltiger Innovationspolitik muss es daher sein, die Austauschprozesse zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu fördern, ohne dabei die Prinzipien und Handlungslogiken der beiden Bereiche zu vereinheitlichen.“ (ebd.)

<sup>6</sup> Schmoch führt als weitere wichtige Interaktionsformen noch Publikationsaustausch, Konferenzen und Workshops, Personalvermittlung, Diplom- und Doktorarbeiten, die Ausrichtung von Seminaren und die industriennahe Gremientätigkeit an (Schmoch 2003, S. 262 ff.).

### 1.3 Zum Projekt

Das Projekt „Wissens- und Technologietransfer in der Materialforschung – Merkmale und Bedingungen erfolgreicher Produktinnovation (kurz: InnoMat)“ wird geprägt von der Fragestellung nach Merkmalen erfolgreichen Wissens- und Technologietransfers zwischen Materialforschungsteams aus öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen und Anwendern in Unternehmen, die für die Entwicklung innovativer Produkte und Verfahren die Verantwortung übernehmen. Die Anwender in Unternehmen entscheiden in diesen Prozessen sowohl darüber, ob Entwicklungsergebnisse in die unternehmensinterne F&E-Praxis aufgenommen werden als auch darüber, ob Entwicklungen Erfolg versprechender Neuer Materialien bis zur Produktreife fortgeführt werden. Gegenstand der Untersuchung sind sowohl neue Materialien („advanced materials“) als auch Techniken und Verfahren für ihre Herstellung und Verarbeitung. Viele Erfolge, insbesondere solche im Feld der Schlüsseltechnologien, wären nicht ohne die Innovationskapazität der Materialforschung erreicht worden. Ein Ziel von InnoMat ist daher auch, am Beispiel von Projekten in der Materialforschung Erfolgsfaktoren für die Entwicklung von innovativen Produkten herauszuarbeiten. Dabei wurde in InnoMat sowohl auf empirischer als auch auf analytisch-konzeptioneller Ebene ein neuer Ansatz gewählt, der das Handeln von Forscherteams wie auch ihre Kontextstrukturen berücksichtigt. Die dabei entstehenden Ergebnisse werden in die relevanten fachlichen Diskussionen eingebunden, die sich dieser breiten Fragestellung annehmen. Der gewählte Ansatz ist ein mikrosoziologischer, bei dem die Akteure und ihre Transfervorhaben analytisch in den Mittelpunkt des Interesses gerückt werden. Bei der Systematisierung der Beobachtungen werden auf der empirischen Ebene Ergebnisse der Wissenssoziologie, der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung und der Managementdiskussion ebenso berücksichtigt wie die Resultate der Innovationstheorie und der Studien zu Technologie- und Wissenstransfer. InnoMat deckt dabei nicht alle Interaktionsformen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft in ihrer Breite ab, sondern konzentriert sich auf solche, die im empirischen Modul repräsentiert sind.

Auch wenn insbesondere in der in Deutschland geführten Diskussion über Technologietransfer und Forschungspolitik die (manchmal nur vermeintlich) vorhandenen Defizite des deutschen Forschungssystems thematisiert werden, muss folgendes Grundproblem berücksichtigt werden: Große Unternehmen können aufgrund ihrer Ressourcenbasis die zeit- und kostenintensive Entwicklung neuer Materialien für die Herstellung neuer Produkte oder die Entwicklung neuer Verfahrenstechniken in den F&E-Abteilungen des Unternehmens selbst durchführen; im Erfolgsfall können die bei der erfolgreichen Vermarktung erwirtschafteten Überschüsse wiederum genutzt werden, um die F&E-Kosten unternehmensintern zu refinanzieren. Gerade im Vergleich zu KMU besitzen Großunternehmen dabei die Möglichkeit, Prozesse der Refinanzierung flexibler zu handhaben oder diese auch bei ausreichenden Marktchancen zu „strecken“, wenn nicht gar in Vorleistung zu treten. Für produktionsnahe KMU, die ebenso in vielen Fällen von neuen Materialien abhängig sind, sind die Spielräume meist deutlich geringer (u. a. wegen der dünneren Kapitaldecke). Da KMU eine wichtige Säule der deutschen Wirtschaft sind und



die deutsche Materialforschung als ein aussichtsreiches Themenfeld einzustufen ist, wird immer wieder die Forderung nach einer Intensivierung und verstärkten Steuerung der Wissens- und Technologietransfer-Aktivitäten zwischen staatlichen Forschungseinrichtungen und innovationsorientierten Unternehmen laut. Die Hightech-Strategie der Bundesregierung ist in diesen Kontext einzuordnen.<sup>7</sup> Auch bei den Technischen Universitäten (TU), der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) und der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) werden die Bemühungen intensiviert, beim Technologietransfer die Erfolge zu steigern und neue Forschungsk Kooperationen zu befördern, die wegen ihrer Qualität langfristige Erfolge auch in der Materialforschung ermöglichen. Ein Beispiel dafür sind die Forschungen im Bereich nanoskaliger Materialien, die als äußerst Erfolg versprechend eingestuft werden.

Da der Transfer neuer Materialien generell nur gelingen kann, wenn eine hochwertige und vertrauensvolle Kooperation zwischen Materialforschern, Materialherstellern, Anwendern, aber auch den Spezialisten aus der anzupassenden Verfahrenstechnik, hergestellt werden kann und da die oft sehr langen Entwicklungszeiten (bis zur Marktgängigkeit und entsprechenden Gewinnen) Ausdruck eines sehr vielschichtigen und komplexen Prozesses sind, stellt sich auf der analytischen Ebene die Frage, ob ausreichende „Transferkompetenzen“ auf allen beteiligten Seiten vorhanden sind. Auf Seiten der Materialforschung müssen Forschungsgruppen die aktuellen Herausforderungen bei der Wissensgenese antizipieren können und ihre Aufarbeitung sowohl bei der Grundlagenforschung als auch in ihren primär anwendungsorientierten Forschungssegmenten entsprechend vorbereiten, um dann bei unternehmerischen Anfragen zielgenau zuarbeiten zu können. Bei den nachfragenden Unternehmen müssen nicht nur Entwicklungspotenziale, sondern auch der Wissensstand zu den „angedachten“ neuen Materialien angemessen berücksichtigt werden, und bei den intermediären Einrichtungen (z. B. den Transferabteilungen in Großforschungseinrichtungen und Universitäten) müssen die Randbedingungen realistisch kalkuliert werden, bevor die allseits gewünschten win-win-Situationen vorbereitet und organisiert werden können.

In dieser Studie, die in ihren Kernelementen auf eigenen empirischen Erhebungen und Recherchen beruht, wird der Ausgangspunkt auf Transfervorhaben und -projekte gerichtet, die sich an neun verschiedenen Forschungseinrichtungen der Herausforderung stellten, Transfervorhaben im Feld neuer Materialien erfolgreich umzusetzen. Dabei waren sie nicht nur durch ihre Heimatorganisationen (FhG, HGF, TUs), also auf der Makroebene in sehr unterschiedliche Settings und „Möglichkeitsräume“ (rechtlich, institutionell-organisatorisch etc.) eingebettet. Sie gingen jeweils auf ihre Art und vor dem Hintergrund ihrer lokalen Bedingungen (Ausstattung von Laboren, Personal etc.) auf die anvisierten Ziele ausgesprochen engagiert und professionell zu; allerdings konnte auch beobachtet werden, dass sie sich auf der strategischen Ebene in überraschender Weise ausgesprochen unterschiedlich verhielten.

---

<sup>7</sup> Zur Hightech-Strategie der Bundesregierung siehe BMBF (2006) und BMBF (2009).



Was die Ausgangsbedingungen in den drei verschiedenen institutionellen Typen von Heimatorganisationen (FhG, HGF, TU) waren, wird im folgenden Kapitel ebenso skizziert wie die Eingrenzung und Bestimmung all der Aktivitäten, die dem Technologietransfer zuzuschlagen sind. In diesem Zusammenhang werden auch einige theoretisch-konzeptionelle Bestimmungen eingeführt und in den dafür wichtigen Forschungskontext gestellt sowie die empirische Vorgehensweise skizziert.

## **1.4 Zu den Heimatorganisationen der untersuchten Materialforscher**

Die drei Typen von Heimatorganisationen, aus denen jeweils drei Materialforschungsteams stammen, die näher befragt und über zweieinhalb Jahre begleitet wurden, werden in der Forschungsliteratur sehr unterschiedlich eingeschätzt. In Anlehnung an eine Studie von Schmoch et al. zeichnen sich Technische Universitäten (TUs) dadurch aus, dass sie vor allem bei F&E-Kooperationen, die sich über mittlere oder längere Zeiträume erstrecken, ihre Stärken entwickeln (Schmoch et al. 2001, S. XVII). Die Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) wird demgegenüber als ein zentrales und effizientes Element des deutschen Transfersystems eingestuft, das in besonderer Weise die Modernisierung der deutschen Wirtschaft unterstützt (Schmoch et al. 2001, S. XIX). Bei aller Heterogenität, die für die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) festgestellt wird, diagnostizieren Schmoch et al., dass die HGF-Zentren vorrangig auf Spin-off-Modelle ausgerichtet sind. Das bedeute, dass es eine aktive und sehr kompetente Suche nach Industriepartnern gäbe, die die Verwertung der mehr oder weniger zufälligen Forschungsergebnisse der HGF übernehmen (Schmoch et al. 2001, S. XXIII). Eingedenk der internen Restrukturierung, die die HGF in den letzten Jahren vollzog, sowie der Einführung der „Programmorientierten Förderung“ als HGF-Steuerungsinstrument, das Instrumente des Wettbewerbs zwischen den Forschungsbereichen in den verschiedenen HGF-Zentren einzuführen versucht, fand eine Öffnung dieser Dachorganisation der Großforschungszentren statt; diese Öffnung kann als tendenzieller Abschied vom Spin-off-Modell interpretiert werden. Ob es dadurch bereits zu einer Verschiebung des oben beschriebenen HGF-Transfermodus und evtl. neuen Konkurrenzen zwischen den genannten Forschungsorganisationen kommt, gehört zu den empirisch offenen Fragen, denen in InnoMat nachgegangen wird. Gleichzeitig ist zu klären, ob und inwiefern diese Unterschiede auch für die Materialforschung in den drei verschiedenen untersuchten Heimatorganisationen gelten.

Nach dem Diskussionsstand in der Literatur müssten gerade in dynamischen F&E-Feldern wie der Materialforschung Vernetzungsaktivitäten zwischen Forschungseinrichtungen und innovativen Unternehmen eine besondere Rolle spielen (Rammert 1997). Wenn „Erfolg“ im Technologietransfer das entscheidende Kriterium ist, dann muss weiterhin danach gefragt werden, wie diese Netzwerke im Einzelfall beschaffen und wie sie mit den „innovative environments“ (Castells 1996) verbunden sind.

Die empirischen Beobachtungen und die dabei eingesetzten Schlüsseltheoreme, die bei der Untersuchung konkreten Transferhandelns (hier aus der Materialforschung) in der vorliegenden Literatur als Forschungsstand vorzufinden sind, nehmen hauptsächlich die Makroebene in den Blick. Nach Ruud Smits besteht das Ziel der Analysen von einzelnen Innovationsprozessen einerseits darin, die mit ihnen einhergehenden sozio-technischen Prozesse besser zu verstehen; das bedeutet, dass eine konkrete Produktinnovation untersucht wird und mit den bei ihrer Vorbereitung und Einführung stattfindenden Interaktionen zwischen Technikentwickler und Anwender in Verbindung gesetzt wird; über dieses (Einzel-)Fall orientierte Vorgehen werden dann allgemeine Merkmale von Transferprozessen identifiziert (Smits 2002, S. 875). Die Alternative zu dieser ersten Forschungsstrategie fragt dagegen pointiert nach den „Innovationssystemen“, also mesotheoretischen Konstellationen, ihren Organisationsformen und der Entwicklung neuer institutioneller Transfermuster, die im Fall ihrer stabilen Institutionalisierung in besonderer Weise innovativ sein könnten. Zum Zeitpunkt der Planung dieser Untersuchung musste davon ausgegangen werden, dass für die deutsche Forschungslandschaft zusätzlich die Beobachtung von Schmoch zutrifft, dass systematische, multi-dimensionale und interdisziplinäre Studien über Transferpraxis und Erfolge der öffentlich finanzierten Forschung selten sind.<sup>8</sup> Vor allem von niederländischen Kollegen wie Ruud Smits wird der innovationstheoretische Ansatz vertreten, dass der tief greifende Wandel von Innovationsprozessen unter Bedingungen beschleunigter Technisierung und Prozessen globalisierter Wertschöpfungsketten auch substantielle Veränderungen der Transferprozesse in etablierten bedeutsamen F&E-Feldern (insbesondere bei Schlüsseltechnologien wie der Materialforschung) hervorbringt. Mit welchem Ertrag dieser Ansatz verbunden ist, wäre genauer zu bestimmen. Ob allerdings die angenommenen starken und grundsätzlichen Veränderungen der Transfermodi tatsächlich mit den Erwartungen an Erfolg versprechende Innovationsprozesse kompatibel sind, ist noch als empirisch offene Frage zu behandeln. Sicher ist zutreffend, dass sich die Abnehmer dieser Entwicklungen (die „Anwender“) mit Verschiebungen der ökonomischen Ordnungen, aber auch der „Wissensordnungen“, aktiv auseinandersetzen müssen. Auch ist einzuräumen, dass die Grenzen zwischen Subsektoren (wie dem industriellen Subsektor und dem der Dienstleistungen) aufbrechen und neue Wissensordnungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sich nicht nur bei der Wissensgenese durchsetzen<sup>9</sup>; ob sie aber auch die Organisation, die Qualität und die Zeitdauer von Kooperationen zwischen Wissenschaft und industriellem Anwender auf neue Beine stellen, verdient näherer Prüfung.

Bei dem hier eingesetzten Verfahren, das nicht allein die Ergebnisse des Transfers (Erfolg oder Misserfolg), sondern auch den Input der Akteure betont, ist zu bedenken,

<sup>8</sup> Die Vorbereitungen für das Projekt begannen bereits 2003/2004 und orientierten sich früh auf die Suche nach Materialforschungsteams, die bereit waren, sich über einen Zeitraum von rund zwei Jahren begleiten zu lassen. Realisiert werden konnte dieses Vorhaben erst 2005/2006 und gewann auch zu diesem Zeitpunkt erst seine empirische Gestalt (siehe dazu Bräutigam und Fleischer 2006).

<sup>9</sup> Zum Konzept der Wissensordnungen und ihrer Relevanz im Kontext von Innovation siehe Wehling (2004) und Rammert (2003).

dass Institutionen generell, aber natürlich auch Forschungsorganisationen, „Routinen“ besitzen. Da mit Malerba unter diesen Routinen allgemeine Verhaltensweisen, etablierte Praktiken (informell, manchmal aber auch formell), normierte Regeln und Verfahren sowie auf der Mikroebene liegende Standards zu verstehen sind, ist davon auszugehen, dass sie sowohl für einzelne Materialforscher-Teams, aber auch für deren potentielle Anwender und deren Interaktionen mit den Materialforschern meist „steuernd“ wirken (Malerba 2002). Entsprechend galt es, ein forschungsleitendes Verfahren mit einer entsprechenden Konzeptionalisierung zu entwickeln, das diesen Routinen nachspürt und sie an den untersuchten Fällen rekonstruierbar macht.

## 1.5 Projektmodule und „dialogischer Forschungsprozess“

Wenn Erfolgsbedingungen für Technologietransfer reflektiert werden sollen, bieten sich verschiedene Herangehensweisen an. InnoMat hat sich dafür entschieden, die Aktivitäten von neun kleineren Materialforschungsteams ins Zentrum der Aufmerksamkeit zu stellen. Insofern orientiert sich das Projektdesign an den Transferaktivitäten, die von den Materialforschern während des zweijährigen Untersuchungszeitraums mit dem Ziel „Technologietransfer“ durchgeführt wurden. Diese Aktivitäten wurden jeweils durch mehrere strukturierte Interviews und teilnehmende Beobachtungen durch eines der InnoMat-Forscherteams begleitet und analysiert. Um dieses Kernmodul gruppierten sich eine Reihe weiterer Analysen, die von weiteren Forscherteams durchgeführt und unter der Leitung von ITAS (Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse im Karlsruher Institut für Technologie) zusammengeführt wurden. Die wissenschaftlichen Ergebnisse wurden einerseits für die Forschung aufbereitet, sie waren zugleich aber auch Gegenstand von Dialog und Reflexion mit den Materialforscherteams im Verlauf des Forschungsprozesses. Dieses „dialogische“ Modul wurde bewusst und kontrolliert in das Gesamtvorhaben integriert. Die Materialforscher hatten so die Möglichkeit, ausgewählte Forschungsergebnisse sowie die Beobachtungen und Erhebungen der Forscherteams mit diesen zu besprechen und kritisch zu diskutieren. Bevor auf das Projektdesign i. e. S. eingegangen wird, ist noch eine konzeptionelle Anmerkung von Bedeutung.

Bei der Konzeptionalisierung des Gegenstandes „Wissens- und Technologietransfer“ zeigte sich, dass die Forschung sich von linearen Vorstellungen dieses Transfers inzwischen weitgehend verabschiedet hat. Am Beginn der Wertschöpfungskette steht nicht mehr zuerst der (Material-)Forscher, der unabhängig von Gesellschaft und Wirtschaft Grundlagenforschung betreibt, deren Ergebnisse punktuell weiterentwickelt und publiziert werden, um so schrittweise Produkte und neue Verfahren vorzubereiten, die anschließend durch zufällige Kooperationen an einen Anwender weitergegeben werden. Dieser Anwender hatte in dem klassischen linearen Modell dann auch dafür Sorge zu tragen, dass auf dem Wissen des Forschers aufbauend erfolgreiche Produkte entstehen. Vielmehr sind in der neueren Forschung wesentlich komplexere Modellvorstellungen entwickelt worden. Für das Untersuchungsdesign von InnoMat sind sowohl Komponenten des „zirkulären Modells“

des Innovationsprozesses nach Roy und Cross (1983) als auch Modellannahmen wichtig, die die „Interaktion“ und die „Rekursivität“ von Transferprozessen thematisieren. Ohne dies hier näher auszuführen, ist wichtig zu wissen, dass das „zirkuläre Modell“ des Innovationsprozesses nach Roy und Cross (1983) den Lebenszyklus eines Produktes in den Mittelpunkt stellt und als Phasen des Transfers solche mit primärer Orientierung auf „Forschung“ und der davon zu unterscheidenden, aber auch noch früh stattfindenden „Entwicklung“ gegenüberstellt und diese wiederum von den Phasen „Optimierung“, „Markt“ und „Niedergang“ des Produkts unterscheidet. „Rekursive Modelle“ dagegen setzen ähnlich an, in dem sie die verschiedenen Stufen des Innovationsprozesses aufgreifen; sie zeigen den Transferprozess in Abhängigkeit von sich vernetzenden Forschungsaktivitäten in Wissenschaft und Unternehmen einerseits und der Entwicklung von Wissensbeständen andererseits, an denen die Wissenschaft in jeweils unterschiedlichen Phasen der Produktentwicklung beteiligt sein kann. Interaktionsmodelle schließlich differenzieren zwischen verschiedenen Forschungstypen (z. B. reiner Grundlagenforschung, orientierter Grundlagenforschung, angewandter Forschung und schließlich Entwicklung) und werden von der Annahme getragen, dass die Arbeiten von wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen parallel zueinander verlaufen und ein ständiger, wechselseitiger Austausch stattfindet (vgl. Schmoch 2001, S. 5 ff.). Um ein integratives Verständnis für den Erfolg und die Hemmnisse erfolgreichen Technologietransfers in den Blick zu bekommen, sind sowohl die jeweiligen Phasen eines Transfergutes zu reflektieren, auf die die F&E-Leistung im Transferprozess abhebt, als auch die rekursiven Prozesse zwischen Forschern und Anwendern bei der Gestaltung von Kooperationen und die konkreten Interaktionen zwischen den verschiedenen beteiligten Akteuren als Dimensionen zu berücksichtigen. Im Rahmen der multidisziplinären Ausrichtung dieser Studie wurden sie auch durch die unterschiedlichen Module des Projektdesigns aus unterschiedlichen disziplinären Perspektiven heraus betrachtet und interpretiert.

Die verschiedenen Analysemodule, die im Rahmen des Projektdesigns bearbeitet wurden, beziehen sich – wie bereits herausgestellt – zum einen auf das Transferhandeln der einzelnen Forschungsteams (Kap. 5) und zum anderen auf die „Kontextstrukturen“, in die dieses Projekthandeln eingebunden wurde (Kap. 3). Unter Transferhandeln werden hier alle die Aktivitäten aus einem Materialforscherteam verstanden, die einem spezifischen Transferziel zugeschrieben werden können; zu ihnen gehören die Vorbereitung einer Kooperation genauso wie auch die konkrete Zusammenarbeit mit einem Anwender an einem Transferprodukt, das bereits weit vorangetrieben ist. Zu den Kontextstrukturen gehören sowohl die institutionellen Randbedingungen einer Forschungsabteilung, eines Lehrstuhls oder eines Forschungsinstituts, in die die Materialforschungsteams eingebunden sind, aber auch die Vorgaben und Zielsetzungen, die ihre Heimatorganisationen<sup>10</sup> ihnen zu- oder

<sup>10</sup> Als Heimatorganisationen sind an dieser Stelle das jeweilige Forschungszentrum (z. B. in der Helmholtz-Gemeinschaft), der Fachbereich oder die Universitätsleitung, aber auch die zuständigen Vorstandsorgane für die jeweiligen funktionalen Einheiten zu verstehen, denen die neun Forschungsteams zuzuordnen sind.

vorschreiben.<sup>11</sup> Während in Kap. 5 das Transferhandeln und die Kontextstrukturen entlang der Fallgeschichten rekonstruiert wird, stellen sich die anderen Forschungspartner einer vertieften Auseinandersetzung mit den institutionellen Strukturmerkmalen der Forschungseinrichtungen und den Erfolgsmaßen für Technologietransfer (Kap. 3, 6 und 8). Parallel dazu werden in zwei Fallstudien von einem weiteren Forschungspartner die Interaktionen zwischen den Industriepartnern und den Materialforscher-Teams selbst auf ihre Passförmigkeit zwischen Wissensgenese und kommerzieller Produktentwicklung untersucht (Kap. 7). In Kap. 2 und Kap. 8 werden schließlich auf der Ebene des nationalen Forschungssystems die Materialforschung als innovatives Teilsystem wissenschaftlicher F&E, die institutionellen Rahmenbedingungen (Entwicklung von HGF, FhG und TUs) und deren Auswirkungen auf die Transferstrategien der Materialforschung untersucht. In Kap. 2 werden die Bedeutung der Materialforschung, deren Charakterisierung als sektorübergreifendes Forschungs- und Innovationsfeld sowie das Management von Werkstoff-Innovationsprojekten thematisiert. Zu den empirischen Verfahren, die bei dieser komparativ angelegten Studie eingesetzt wurden, gehörten Leitfaden-Interviews, teilnehmende Beobachtungen und Workshops ebenso wie problemorientierte Interviews mit einzelnen Schlüsselakteuren und Experten sowie Verfahren der Dokumentenanalyse und die gezielte Teilnahme an Veranstaltungen, die größtenteils von den Materialforschungsteams selbst organisiert wurden.<sup>12</sup> Dieses Material wurde systematisch ausgewertet und im multidisziplinären Forscherteam, aber auch ergebnisorientiert mit den beteiligten Materialforschern diskutiert. In Kap. 9 wird die starke Bedeutung von regionalen Netzwerken und Clustern für das Forschungs- und Innovationsfeld neuer Werkstoffe vertiefend behandelt. Hierbei werden neben einer Aufarbeitung theoretischer Grundlagen auch empirische Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt vorgestellt, in dem die Erfolgsfaktoren eines Werkstoff-Clusters exemplarisch untersucht und allgemeine Schlussfolgerungen zu der effektiven Steuerung von Werkstoff-Clustern herausgearbeitet wurden. Kapitel 10 fasst die Ergebnisse des InnoMat-Projektes zusammen und formuliert Handlungsempfehlungen für die Steuerung von Werkstoff-Innovationsaktivitäten. Diese Empfehlungen sind auf Forscherteams, Forschungseinrichtungen, die Forschungspolitik sowie das Innovationsmanagement bezogen.

Ausgangspunkt der Studie sind neun Transfervorhaben, bei denen F&E-Arbeiten aus den Bereichen „Materialinnovation“ und „Prozessinnovation“ begleitet wurden. Die verschiedenen Teams waren fünf Technikfeldern zuzuordnen:

---

<sup>11</sup> Zur Diskussion um die Kontextstrukturen und Rahmenbedingungen von wissenschaftlicher Forschung siehe die Arbeiten der Forschergruppe „Governance der Forschung“ in Speyer. Ein Ergebnis ist z. B. der Beitrag von Jansen et al. (2007), in dem der Einfluss von Rahmenbedingungen auf Forschungsleistungen diskutiert wird.

<sup>12</sup> Kerninformationen zum methodischen Vorgehen, das in den jeweiligen Modulen eingesetzt wurde, finden sich in den Kap. 6, 7 und 8 dieses Textes sowie im Anhang. Ein empirisches Paket stellten die Leitfaden-Interviews dar, die im Rahmen des Moduls 1 in drei Wellen durchgeführt wurden. Zu den externen Veranstaltungen, die von den Forschungspartnern separat oder gemeinsam besucht wurden, gehörten Industriesymposien wie das Werkstoffsymposium Fahrzeugtechnik 2007 in Stuttgart oder der Besuch der Fachmesse Composite Europe 2007.

- der Hochleistungskeramik,
- den „smart materials“,
- den Faserverbundwerkstoffen,
- der materialbezogenen Verfahrenstechnik und
- Nanopartikeln.

Insgesamt decken sie sehr verschiedene Werkstoffgruppen und Prozesstechniken ab. Eine stärker systematisierende Auswahl wäre zwar wünschenswert gewesen; da die Studie jedoch explorativ angelegt war und es eines spezifischen Vertrauens zwischen Materialforschungsteams und Forschungspartnern bedurfte, waren die Fälle sowohl vom Entwicklungsstand als auch vom Transfervorhaben nicht frei wählbar. Da die Forschungsstrategie aus methodischen Erwägungen heraus explorativ und damit hypothesen-suchend angelegt wurde, schränkte dies den Ertrag der Ergebnisse nicht unzulässig ein.

Bei den Materialforschungsteams der HGF waren zwei Vorhaben auf Material- und eines auf Prozessinnovation ausgerichtet: Bei dem Forschungsteam des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Stuttgart ging es um Reibbeläge für Hochtemperaturanwendungen, bei dem des Forschungszentrums Jülich um Hochtemperatur-Brennstoffzellen und bei dem des Karlsruher Instituts für Technologie um industrielle Mikrowellensysteme für Faserverbundwerkstoffe. Bei den Fraunhofer-Instituten sind ebenfalls zwei Materialforschungsteams den Materialinnovationen und eines der Prozessinnovation zuzuordnen. Das Dresdner Fraunhofer-Institut untersucht keramische Nano-Werkstoffe, während das Würzburger Fraunhofer-Institut sich mit Carbon-Nanotube-Aktuatoren auseinandersetzt; das Karlsruher Fraunhofer-Institut arbeitet zum Thema „Schäumen von Kunststoffen mittels Mikrowellen“. Bei den Technischen Universitäten beschäftigten sich die ausgewählten Materialforscher-Teams mit der anti-mikrobiellen Ausrüstung von Polymeren (Universität Erlangen), der Entwicklung von Materialien mit Formgedächtnis (RWTH Aachen) und Strukturoptimierungsstrategien im Bereich Faserverbundwerkstoffe (TU Clausthal); bei ihnen standen also zweimal Prozessinnovationen und einmal Probleme der Materialinnovation im Vordergrund (siehe Kap. 4).

Das multidisziplinäre Forscherteam, das zu Fragen der Innovationsforschung, des New Governance of Science, der Technikfolgenabschätzung sowie zu Innovations- und Transferprozessen in den Materialwissenschaften auf Forschungserfahrung verweisen kann, kam aus mehreren deutschen Forschungseinrichtungen: dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse im Karlsruher Institut für Technologie, der Forschungsstelle „Internationales Management und Innovation“ der Universität Hohenheim, dem Karlsruher Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung sowie dem Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften in Speyer.

Die Perspektiven, die in den verschiedenen Forschungsmodulen auf die Transferaktivitäten der neun Materialforschungsprojekte geworfen wurden und aus denen sich ein Set von Ergebnissen erstellen ließ, variieren je nach disziplinärer Ausrichtung und Zusammensetzung der Teams. Dies mag auf den ersten Blick er-

staunen. Wir lernten in unseren internen Diskussionen, dass dies so lange kein Problem ist, wie der Bezug zu der allgemeinen Frage nicht verloren geht. Die zentralen Fragen, die uns dabei anhaltend beschäftigten, beziehen sich sowohl auf die Materialforscher als auch auf die Anwender: Wie sind unter Bedingungen öffentlich finanzierter Forschung Transferprozesse und Kooperationsbeziehungen zu organisieren, die als win-win-Situationen für industrielle Anwender und Forschungsteams attraktiv sind? Angesichts der produktzentrierten und damit i. d. R. zeitlich befristeten Interessen von industriellen Anwendern ist zu fragen, ob und wie ausreichende Langfristigkeiten bei diesen Transfer- und Kooperationsbeziehungen zu erreichen sind. Sollte dies nicht der Fall sein, wäre angesichts der zunehmenden Komplexität der Innovationsprozesse und den erforderlichen langen Phasen der Kommerzialisierung, die schnell zehn oder fünfzehn Jahre betragen können, auch bei materialwissenschaftlichen Aufgabenstellungen ein nicht sehr günstiger „Regelfall“ zu diagnostizieren, auf den sich materialwissenschaftliche Forscherteams einzustellen hätten.

## Literatur

- Acatech (2008) Materialwissenschaft und Werkstofftechnik in Deutschland: Empfehlungen zu Profilierung, Lehre und Forschung. Acatech bezieht Position, Nr. 3. Fraunhofer IRB, Stuttgart
- BMBF (2003) Rahmenprogramm Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft – WING. BMBF, Bonn
- BMBF (2006) Die Hightech-Strategie für Deutschland. BMBF, Bonn
- BMBF (2009) Forschung und Innovation für Deutschland: Bilanz und Perspektive. BMBF, Berlin. [http://www.bmbf.de/pub/forschung\\_und\\_innovation\\_fuer\\_deutschland.pdf](http://www.bmbf.de/pub/forschung_und_innovation_fuer_deutschland.pdf). Zugegriffen: 10. Juli 2010
- BMFT (1994) Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts – MaTech. BMFT, Bonn
- Bozeman B (2000) Technology transfer and public policy: a review of research and theory. Res Policy 29:627–655
- Braun M, Gerybadze A, Rätz A, Witzel M (1993) Evaluierung des Materialforschungsprogramms der Bundesregierung, Studie im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie, Wiesbaden
- Bräutigam K-R, Fleischer T (2006) Bedingungen und Folgen von Materialinnovationen. GAIA 15(4):314–316
- Castells M (1996) The rise of the network society. Maldon, Oxford
- Corsten H (1982) Der nationale Technologietransfer. Formen – Elemente – Gestaltungsmöglichkeiten – Probleme. E. Schmidt, Berlin
- Dörfler R (2003) Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland am Beispiel der Förderung der Material- und Werkstofftechnologien. LIT, London
- Gerybadze A, Gredel D, Gresse C (2010) Kompetenzmanagement bei der Durchsetzung von Werkstoff-Innovationen: Eine Analyse von Kooperationsprojekten zwischen Industrie und öffentlicher Forschung. In: Stephan M, Kerber W, Kessler T, Lingenfelder M (Hrsg) 25 Jahre ressourcen- und kompetenzorientierte Forschung: Der kompetenzbasierte Ansatz auf dem Weg zum Schlüsselparadigma in der Managementforschung. Gabler, Wiesbaden, S. 225–254
- Gibson DV, Rogers EM (1994) R&D collaboration on trial. Harvard Business School, Boston



- Jansen D, Wald A, Franke K, Schmoch U, Schubert T (2007) Drittmittel als Performanzindikator der wissenschaftlichen Forschung. Zum Einfluss von Rahmenbedingungen auf Forschungsleistung. *KZfSS* 59(1):125–149
- Malerba F (2002) Sectoral systems of innovation and production. *Res Policy* 31:247–264
- Rammert W (1997) Auf dem Weg zu einer post-schumpeterianischen Innovationsweise. Institutionelle Differenzierung, reflexive Modernisierung und interaktive Vernetzung im Bereich der Technikentwicklung. In: Bieher D (Hrsg) *Technikentwicklung und Industriearbeit. Industrielle Produktionstechnik zwischen Eigendynamik und Nutzerinteressen*. Campus, Frankfurt a. M., S 45–71
- Rammert W (2003) Zwei Paradoxien einer innovationsorientierten Wissenspolitik. Die Verknüpfung heterogenen und die Verwertung impliziten Wissens. *Soz Welt* 54:453–508
- Rogers EM (1995) *Diffusion of innovations*, 3. Aufl. Free Press, New York
- Roy R, Cross N (1983) *Bicycles: invention and innovation*. Open University, London (T 263 Units 5–7)
- Schmoch U (2001) *Akademische Forschung in der Interaktion mit industrieller Forschung. Zur sozialen Vermittlung von Theorie und Praxis in der Technikgenese*, Karlsruhe. Habilitationsschrift Universität Fridericiana Karlsruhe Juni 2001
- Schmoch U (2003) *Hochschulforschung und Industrieforschung: Perspektiven der Interaktion*. Campus, Frankfurt a. M.
- Schmoch U, Licht G, Reinhard M (2001) *Wissens- und Technologietransfer in Deutschland*. Fraunhofer IRB, Stuttgart
- Smits R (2002) Innovation studies in the 21st century: questions from a user's perspective. *Technol Forecast Soc Change* 69:861–883
- Walter A (2003) *Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Voraussetzungen für den Erfolg*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden
- Wehling P (2004) Reflexive Wissenspolitik: Öffnung und Erweiterung eines neuen Politikfeldes. *Technikfolgenabschätz – Theor Prax* 13(3):63–71
- Wissenschaftsrat (2007) *Empfehlungen zur Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft*, Drucksache 7868-07. Wissenschaftsrat, Oldenburg

Wissens- und Technologietransfer als  
Innovationstreiber

Mit Beispielen aus der Materialforschung

Bräutigam, K.-R.; Gerybadze, A. (Hrsg.)

2011, XIV, 334 S. 6 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-642-16512-2