

len. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Bonn; http://www.erneuerbare-energien.de/files/erneuerbare_energien/downloads/application/pdf/broschuere_ee_zahlen_bf.pdf (download 27.11.09)

EUCAR – European Council for Automotive R&D; CONCAWE – The oil companies' European association for environment, health and safety in refining and distribution; JRC – Institute for Environment and Sustainability of the EU Commission's Joint Research Centre, 2008: JEC Well-to-Wheels study Version 3; <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW.html> (download 28.8.09)

Europäische Union, 2009: Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:DE:PDF> (download 3.2.10)

Hurtig, O.; Leible, L.; Kappler, G.; Kälber, S., 2010: Innovative Kraftstoff- und Antriebskonzepte von BMW, Daimler und VW seit der 1. Ölkrise 1973. Karlsruhe

Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G., 2007: BTL/Synthetische Kraftstoffe – Technik, Wirtschaftlichkeit und Zukunftsfähigkeit. In: Bio- und Sekundärrohstoffverwertung. Witzenhausen

Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G. et al., 2007: Kraftstoff, Strom und Wärme aus Stroh und Waldrestholz: eine systematische Untersuchung. Karlsruhe, Forschungszentrum Karlsruhe; <http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA7170.pdf> (download 9.2.10)

Leible, L.; Kälber, S.; Nieke, E., 2006: Schwerpunkt Biogene Kraftstoffe – Kraftstoffe der Zukunft? Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 15/1 (2006), S. 4–72

UBA – Umweltbundesamt, 2009: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2007; <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3727.pdf> (download 28.4.10)

Kontakt

Dipl.-Ing. Oliver Hurtig
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 68 75
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 60 45
E-Mail: oliver.hurtig@kit.edu



Forschung im Bereich der Entwicklung Neuer Materialien

Das Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Profilbildung und Technologietransfer – das Projekt InnoMat

von Rainer Bräutigam, ITAS

In einer explorativ angelegten Studie zum Wissens- und Technologietransfer aus öffentlich finanzierter Forschung in die industrielle Anwendung im Bereich „Neue Materialien“ wurden neun unterschiedliche Transferprojekte über einen Zeitraum von drei Jahren begleitet und das Transferhandeln dieser Projekte wurde detailliert analysiert. Der vorliegende Bericht beschreibt die methodische Vorgehensweise in dieser inzwischen abgeschlossenen Studie und gibt einen kleinen Einblick in die dabei erzielten Ergebnisse.

1 Ausgangslage

Die Entwicklung von neuen Materialien sowie von Technologien für deren Produktion und Verarbeitung ist Grundlage der allgemeinen Technikentwicklung, da neue Materialien ein wesentlicher Bestandteil hochinnovativer Technikfelder sind. Viele Erfolge in einer Reihe von Schlüsseltechnologien wären ohne den Einsatz neuer Materialien nicht denkbar. Nur ein Teil der Neuentwicklungen in der Materialforschung kann jedoch wirtschaftlich erfolgreich eingesetzt werden. Dies ist im Regelfall dann möglich, wenn durch die Materialinnovation neue Produkte ermöglicht und durch diese wiederum neue Märkte erschlossen werden können. Viele neue Funktionswerkstoffe, die nur in geringen Mengen benötigt werden, finden dagegen oft keinen Hersteller, da die Aufwendungen für ihre Entwicklung einerseits hoch sind und die beim Hersteller stattfindende Wertschöpfung andererseits zu gering ist.

Da die Entwicklung neuer Werkstoffe und deren Überführung in marktfähige Produkte in einem Prozess erfolgt, dessen Erfolg wesentlich von der Qualität der Zusammenarbeit von Materialforschung, Materialherstellung und diesbezüglicher Verfahrenstechnik sowie dem Endan-

wender und seiner Fertigungstechnik geprägt ist, eröffnen sich eine Reihe von Forschungsfragen, die auch die Transferkompetenz staatlich finanzierter Forschung berühren. Bei den Forschern aus der Materialforschung selbst wächst der Bedarf, sich kompetent und erfolgreich innerhalb der verschiedenen Optionen des Technologietransfers zu bewegen und dabei die eigenen Chancen und Nachteile reflektieren zu können.

Betrachtet man den aktuellen Stand der Forschung zur Analyse dieser Innovations- und Transferprozesse, so ist festzustellen, dass kaum empirische Studien vorliegen, die auf der Ebene konkreten Forschungs- und Entwicklung (F&E)-Handelns ansetzen und die Ergebnisse dieser Analysen mit Erkenntnissen der Wissenssoziologie, Innovationsforschung und Technikfolgenabschätzung verknüpfen. In dem von der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds geförderten Projekt „Wissens- und Technologietransfer in der Materialforschung – Merkmale und Bedingungen erfolgreicher Produktinnovation (InnoMat)“ (Laufzeit 1.4.2006 bis 31.12.2009) wurde daher eine empirische Analyse des Wissens- und Technologietransfers (WTT) aus staatlich finanzierten Forschungseinrichtungen in die industrielle Anwendung am Beispiel von neun Materialforschungsprojekten aus drei Typen von Forschungsorganisationen (Fraunhofer-Instituten, Technischen Universitäten sowie der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren) durchgeführt. Dabei wurden kontextspezifische Transfermuster ermittelt, deren Chancen und Risiken untersucht, und daran anschließend Empfehlungen zur Optimierung dieses Transferhandelns erarbeitet.

2 Methodischer Ansatz

Transferprozesse in der Materialforschung zeichnen sich durch hohe Komplexität, die Beteiligung unterschiedlichster Akteure und lange Laufzeiten aus. Dies erfordert den qualifizierten Einsatz speziell ausgewählter und darauf abgestimmter Erhebungsverfahren. In InnoMat wurden daher systemanalytische Fragestellungen mit etablierten sozialwissenschaftlichen Instrumenten kombiniert. Das Forschungsdesign war

explorativ und dialogisch ausgerichtet. Sowohl Materialforschungsteams als auch potenzielle Anwender wurden früh in die Durchführung der Studie eingebunden. Zu den eingesetzten Forschungsverfahren gehörten u. a. Leitfaden-Interviews, teilnehmende Beobachtungen, Workshops gemeinsam mit den Forschungspartnern und den Materialforschern, Dokumentenanalyse und Telefoninterviews sowie themenzentrierte Experten-Interviews.

Konkret wurden während der Laufzeit des Projektes in drei Interviewwellen jeweils neun Interviews durchgeführt. Diese Interviews wurden aufgezeichnet, transkribiert und anschließend ausgewertet. Zusätzlich wurden zahlreiche Experteninterviews sowohl mit Vertretern der Materialforschungsprojekte als auch mit Vertretern von der industriellen Anwenderseite durchgeführt. Im Rahmen eines dialogischen Forschungsprozesses wurden auf drei Workshops, die gemeinsam mit den Forschungspartnern sowie den Vertretern der einzelnen Materialforschungsprojekte veranstaltet wurden, die Vorgehensweise im Projekt sowie die bis zum Zeitpunkt der jeweiligen Veranstaltung erzielten Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse dieser Diskussionen flossen dann wieder in die wissenschaftlichen Auswertungen ein.

3 Beteiligte Forschergruppen

Das Projekt InnoMat wurde unter Federführung des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie (KIT) gemeinsam mit folgenden Forschungspartnern durchgeführt:

- Deutsche Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer,
- Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung in Karlsruhe,
- Forschungsstelle Internationales Management und Innovation der Universität Stuttgart-Hohenheim.

Das Transferhandeln folgender Projekte wurde während der Laufzeit von InnoMat untersucht und analysiert:

Projekte der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V.:

- „Optimierte industrielle Fertigung von Faser-verbundstrukturen mit modularer innovativer Mikrowellentechnik“
Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik, Karlsruhe
- „Herstellung von keramischen Faserverbundwerkstoffen zur Anwendung als Reibbeläge für Hochleistungsaufzüge“
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Stuttgart, Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung
- „Entwicklung von metallischen Interkonnectorwerkstoffen sowie von Keramiken für Hochtemperatur-Brennstoffzellen“
Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung (IEF1)

Projekte aus Fraunhofer-Instituten:

- „Entwicklung von Schäumen aus thermoplastischen Polymeren“
Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, Karlsruhe
- „Entwicklung von Aktuator-Systemen auf der Basis von Kohlenstoff-Nano-Tubes“
Fraunhofer Institut für Silicatforschung, Würzburg
- „Nano-Keramiken“
Fraunhofer Institut für keramische Technologien und Sinterwerkstoffe, Dresden

Projekte aus Technischen Universitäten:

- „Erschließung von Anwendungsfeldern für Materialien mit Formgedächtnis (NiTiNol) in der Medizin“
Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen
- „Antimikrobielle Ausrüstung von Polymeren durch silberhaltige Füllstoffe“
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Werkstoffwissenschaften – Lehrstuhl für Polymerwerkstoffe
- „Strukturoptimierungsstrategien durch Kombination von Verfahren und Werkstoffen am Beispiel von Faserverbundwerkstoffen“
Technische Universität Clausthal-Zellerfeld, Institut für Polymer -Werkstoff- und Kunststoff-Technik, Clausthal-Zellerfeld

Wie die aufgeführte Darstellung der am Projekt beteiligten Institutionen zeigt, wurde mit InnoMat ein multidisziplinäres Vorhaben realisiert, bei dem das Forschungsteam auch multidisziplinär zusammengesetzt war. Beteiligt waren Forscher aus den Bereichen Sozialwissenschaften und Soziologie, Betriebswirtschaft und Ökonomie, Politikwissenschaften sowie Naturwissenschaften. Bei der Auswertung der empirischen Ergebnisse wurden die verschiedenen disziplinären Wissensbestände integriert. Die erarbeiteten Empfehlungen spiegeln ebenso diese multidisziplinäre Perspektive wider.

4 Ergebnisse

Im Rahmen des InnoMat-Forschungsprozesses wurden anhand der Auswertung der geführten Interviews und Expertengespräche, der gemeinsam mit den Vertretern der Materialforschungsprojekte veranstalteten Workshops, der Auswertung von für das Thema relevanter Literatur sowie dem Wissen der beteiligten Forschungspartner Empfehlungen für unterschiedliche Aspekte des Wissens- und Technologietransfers erarbeitet. Einige dieser Empfehlungen werden im Folgenden wiedergegeben.

Empfehlungen für Forscherteams

Die Anreizstrukturen in der öffentlichen Forschung setzen Wissens- und Technologietransfer nicht in den Mittelpunkt der eingeforderten Leistung. Zentrale Kriterien sind die Einwerbung von Projektmitteln, Ausbildungsleistungen oder wissenschaftliche Profilbildung (etwa durch Publikationen und Promotionen). WTT-Projekte sind in ihrem Design und ihren Zielen diesen Kriterien oft nachgeordnet.

Daraus und aus weiteren Anforderungen (WTT als Evaluationskriterium) resultiert die Anforderung an die Materialforschungsteams, WTT-Aktivitäten professionell zu managen und langfristig zu planen, aber auch, sich frühzeitig über die individuellen Ziele jedes Akteurs auszutauschen und auf gemeinsame Ziele zu verständigen. Oben genannte Rahmenbedingungen stehen dem aber häufig im Weg. Daraus resultiert ein spezifisches Spannungsfeld, in dem Ent-

scheider auf Seiten der Materialforschungsteams strategisch vorgehen müssen.

Empfehlungen für die Forschungspolitik

Neue Werkstoffe sind ein sektorübergreifendes Forschungs- und Innovationsfeld. Der Innovationsprozess neuer Werkstoffe baut auf technologischem Wissen aus vielen unterschiedlichen Disziplinen auf. Daraus resultieren die Bedeutung der interdisziplinären Zusammenarbeit und des Managements von interdisziplinär zusammengesetzten Teams sowie die stärkere Integration von ökonomischen Fragestellungen in die Ausbildung von Werkstoffwissenschaftlern. Darüber hinaus könnte die Zusammenarbeit von verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen durch zukünftige Förderprogramme und für ausgewählte Problemstellungen der Materialforschung explizit erwünscht bzw. honoriert werden.

Empfehlungen für Forschungseinrichtungen

Forscherteams verfolgen oft längerfristige Entwicklungslinien, die sie mit aktuellen Projektkonstellationen und -gelegenheiten abgleichen. Diese wechselseitige Anpassung wird durch individuelle Präferenzen wie auch institutionelle Erwartungen mitgestaltet. In vielen Einrichtungen laufen mehrere thematisch nahestehende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben parallel. Diese z. T. nur wenig aufeinander bezogenen, aber durch die Schlüsselpersonen der Materialforschungsteams und deren Kompetenzen verknüpften Projekte versprechen einerseits thematische Synergien, hinreichende Flexibilität bei dem Aufgreifen neuer Herausforderungen und den Erhalt eines erfahrenen Projektkernteam. Andererseits erscheinen sie immer wieder auch als zu wenig aufeinander abgestimmt und erfordern so mindestens deren regelmäßige Überprüfung durch die Schlüsselpersonen und Leitungsebene der jeweiligen Materialforschungsgruppe.

Die inhärente Dynamik von WTT, die grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung zwangsläufig miteinander verknüpft, hat Konsequenzen für die Wissensbestände, die in derartigen Vorhaben zum Einsatz kommen: Der

Transfer von Wissen führt zur partiellen wissenschaftlichen „Entwertung“ dieses Wissens des jeweiligen Forschungsteams, da anwendungsrelevantes Wissen zum jeweiligen Transferprodukt an Dritte weitergereicht werden muss und damit zu (halb-)öffentlichem Wissen wird. Um den Verlust dieser vormals exklusiven Wissensbestände bei den Materialforschern zu kompensieren, benötigt die Akquise neuer Transfervorhaben wiederum „neues“ Wissen, für dessen Aufbau Ressourcen (insbes. Zeit und Personalmittel) freigemacht werden müssen. Die Forscher müssen daher in Transfervorhaben auch immer versuchen, neues Wissen zu generieren. Allerdings werden diese Möglichkeiten durch eine zu restriktive Projekt- und Transferorientierung der Forschungspraxis stark eingeschränkt.

Empfehlungen für das Innovationsmanagement

Für die nachhaltige Durchsetzung von Werkstoff-Innovationen sollte ein integrierter, sich selbst verstärkender Zyklus der Innovation verfolgt und in Gang gesetzt werden. Darunter ist einerseits zu verstehen, dass der gesamte Zyklus der Werkstoff-Innovation schon in frühen Phasen auf die erfolgreiche Durchsetzung in breiten Marktsegmenten ausgerichtet wird. Andererseits muss der Zyklus der Innovation durch dauerhafte Reinvestitionen von erzielten Erträgen in die Weiterentwicklung des Werkstoffes aufrechterhalten werden. Ein grundsätzliches Problem in der Werkstoff-Innovation tritt jedoch schon in der Planungsphase auf. Langfristige Pläne, die lediglich auf die erfolgreiche Erstanwendung in einer Marktnische ausgerichtet sind, könnten wichtige Merkmale für eine spätere Massenapplication vernachlässigen. Die Vernachlässigung dieser Merkmale ist ein Faktor, der als Ursache der oft problematischen Umsetzung von neuen Werkstoffen in umsatzstarke Anwendungen anzusehen ist.

Förderung des Transfers von marktbezogenem Wissen in Werkstoff-Innovationsprojekten

Bei Werkstoff-Innovationsprojekten zwischen Forschungseinrichtungen und Industriefirmen muss Wert auf einen wechselseitigen Wissens-

austausch mit hoher Transparenz gelegt werden. Nur dann ist die Interaktion zwischen öffentlicher Forschung und der Industrie auf mittel- und langfristige Sicht tragfähig.

In der Zusammenarbeit mit Industriepartnern wird durch die Forscher oft die Intransparenz unternehmerischer Entscheidungsabläufe – sowohl im Hinblick auf die Übernahme ihrer Forschungsergebnisse als auch auf die mit der Materialentwicklung verbundenen Produktstrategien – beklagt. Dies führt nicht selten zu einer gewissen Resignation bei den Forschern: Einerseits wird erwartet, dass man „umsetzbare“ Materialentwicklungen verfolgt – eine Aufgabe, der sich viele Materialforscher explizit auch gerne stellen, da Werte wie „gesellschaftlicher Nutzen“ und „Stärkung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Standortes“ für sie einen hohen Stellenwert besitzen. Andererseits fühlen sie sich in einer ungleichen Partnerschaft eher auf eine Dienstleistungsfunktion reduziert, da sie weder an Umsetzungsentscheidungen beteiligt sind noch diese ihnen gegenüber adäquat kommuniziert werden. Ein Schritt zu einer Lösung dieser Frage könnte eine größere Transparenz sowie ein offener Austausch über die jeweiligen Ziele und Erwartungen jeder Seite sein.

Industriefirmen, die in einem Werkstoff-Innovationsprojekt gemeinsam mit einer öffentlichen Forschungseinrichtung oder einer Universität arbeiten, sollten daher den Transfer von marktbezogenem Wissen in die Forschungseinrichtung auch als eigene Verpflichtung wahrnehmen. Natürlich bewegen sich Unternehmen an diesem Punkt in einem Spannungsfeld. Marktbezogenes Wissen ist nicht selten die Basis für Wettbewerbsvorteile und die Weitergabe dieses Wissens an einen Forschungspartner birgt die Gefahr des unkontrollierten Wissensabflusses. Dennoch sollten Unternehmen marktbezogenes Wissen an ihre Forschungspartner weitergeben, da diese hierdurch ein besseres Verständnis für die Bedürfnisse und Gesetzmäßigkeiten der Märkte entwickeln können und in die Lage versetzt werden, ihr Forschungsprogramm besser auf die Märkte auszurichten. Ein Unternehmen, das marktbezogenes Wissen an die Einrichtung weitergibt, kann durch eine langfristige und vertrauensvolle Zusammenarbeit mit diesem For-

schungspartner von dessen verbessertem Verständnis für die wirtschaftlichen Anforderungen an Werkstoff-Innovationen profitieren. Andererseits müssen Forscher lernen, ihr Wissensportfolio nach solchem Wissen zu unterscheiden, das im öffentlichen Raum entstand und publizierbar ist und nach solchem, das vertraulich und exklusiv zu behandeln ist. Die Industrieseite glaubt häufig, dass dieses Bewusstsein und Handeln heute in deutschen Forschungslaboren noch nicht selbstverständlich ist; sie befürchtet – sicher nicht immer zu Unrecht – einen sehr laschen Umgang mit vertraulichen Informationen aus den Unternehmen. Das ist ein starkes Hemmnis für die Ausweitung der so dringend benötigten engeren Industrie-Wissenschafts-Kooperation.

5 Ausblick

Eine ausführliche Darstellung des Projektdesigns, der methodischen Vorgehensweise sowie der erzielten Ergebnisse findet sich in der im Springer-Verlag voraussichtlich Ende des Jahres erscheinenden Buchpublikation von Klaus-Rainer Bräutigam und Alexander Gerybadze (Herausgeber) mit dem Titel „Wissens- und Technologietransfer als Innovationstreiber“.

Kontakt

Dipl.-Phys. Klaus-Rainer Bräutigam
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
 Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
 Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 73
 Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06
 E-Mail: Braeutigam@kit.edu

« »