

Für die technologische Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft hat der Wissens- und Technologietransfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft eine wichtige Bedeutung. Ein Großteil der technologierelevanten Forschung wird mit erheblichen Aufwendungen in öffentliche Forschungseinrichtungen erbracht und Produkt- und Prozessinnovationen bauen oftmals auf Ergebnissen der grundlagenorientierten und der angewandten Forschung auf. Es wird deshalb in den Industrieländern seit langem darüber diskutiert, wie das nationale Innovationssystem organisiert sein muss, damit technologisches Wissen ungehindert von den Forschungsinstituten in die Unternehmen fließen kann. Das ifo Institut für Wirtschaftsforschung hat im Rahmen seiner empirischen industrieökonomischen Forschung mehrfach in der Vergangenheit an dieser Debatte durch konzeptionelle Überlegungen und konkrete Empfehlungen teilgenommen (Täger und Uhlmann 1984; Täger 1988; Reinhard und Schmalholz 1996). Im Folgenden werden die Ergebnisse einer neuen Studie vorgelegt, die das ifo Institut zusammen mit dem Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe, und dem Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung durchgeführt hat (Schmoch, Licht und Reinhard 2000). Nach der folgenden zusammenfassenden Einleitung stellen die drei beteiligten Institute in getrennten Aufsätzen den Teil der Ergebnisse vor, für den sie im Rahmen der Gesamtstudie die federführende Verantwortung hatten.

Schon seit mehr als 20 Jahren wird in Deutschland und anderen Industrieländern diskutiert, wie ein effizientes System des Technologietransfers zwischen öffentlichen Forschungseinrichtungen und privaten Unternehmen gestaltet sein sollte. Ein Ausgangspunkt für technologiepolitische Initiativen auf diesem Gebiet waren im Jahr 1977 die Feststellungen und Empfehlungen der »Kommission für wirtschaftlichen und sozialen Wandel«, die den Technologietransfer als ein wichtiges Instrument zur Intensivierung der technologischen Innovationstätigkeit betrachtete. Die Kommission konstatierte damals, dass der Technologietransfer zwischen Forschung und Großunternehmen zwar befriedigend funktioniere, erkannte aber als Kernproblem, dass aufgrund unterschiedlicher Zielsysteme und Kulturen »die Diffusionsbeziehung zwischen Forschung und kleinen und mittleren Unternehmen verbesserungsbedürftig« sei (Kommission 1977, S. 283 ff.). Den Lösungsansatz sah man darin, dass »Beratungsdienste entwickelt (werden), um die Verbindung zwischen privaten und staatlichen Forschungseinrichtungen einerseits und mittleren und kleinen Unternehmen andererseits zu verbessern.«

Dem Konzept der Kommission lag dabei ein Verständnis des Technologietransfer-

prozesses zugrunde, das als Spin-off-orientiert bezeichnet wird: Man ging davon aus, dass am Beginn des Prozesses ein Bestand wissenschaftlicher Forschungsergebnisse steht, für dessen Nutzung kommerzielle Anwendungen bzw. innovative Unternehmen gefunden werden müssen. So wurde der Transfer in fünf Schritte eingeteilt:

- »1. Aufarbeitung der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse zur praktischen Verwertbarkeit;
2. Gezielte Dokumentation und Verbreitung;
3. Erkennen eines bestimmten Bedarfs durch Ermittlung oder Anfrage;
4. Betriebswirtschaftliche, juristische und technologische Information und Beratung mit anschließender Vermittlung und Organisation der Fachberatung;
5. Fachberatung des Know-how-Gebers zur eigentlichen Anwendung der transferierten Technologie.«

Die Schritte 2 bis 4 sollten dabei von den Technologietransfereinrichtungen übernommen werden.

Die Technologiepolitik übernahm offenbar diese Konzeption, und Bund und Länder initiierten in der Folge eine Vielzahl von be-

ratenden und vermittelnden Transfereinrichtungen. Auf diese Weise entstanden zahlreiche Transferagenturen und ein Netz von Innovationsberatungsstellen, z.B. bei den Industrie- und Handelskammern. Daneben wurden an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zentrale Transferstellen errichtet. Zusammen mit weiteren Transfereinrichtungen (Transfernetzwerke, Informationsvermittlungsstellen, Technologie- und Gründerzentren) entstanden bis Mitte der neunziger Jahre über 1000 intermediäre Transferorganisationen.

Etwa seit Anfang der neunziger Jahre wurde allerdings vermehrt die Frage gestellt, ob die Transfereinrichtungen ihrer primären Aufgabe, den Technologietransfer zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen zu initiieren oder zu unterstützen, mit der notwendigen Effizienz gerecht werden. Verschiedene Studien stellten die Effizienz vieler Einrichtungen wegen konzeptioneller und struktureller Mängel in Frage (Schroeder et al. 1991, S. 171 ff.; Becher et al. 1993, S. 53 ff.; Reinhard und Schmalholz 1996, S. 163). Unzureichende Ressourcen und Qualifikationen des Personals sowie eine ineffiziente Positionierung im Technologietransferprozess waren hierbei zentrale Kritikpunkte.

Darüber hinaus wurde die Orientierung des Technologietransfersystems am *linearen* Modell des Innovationsprozesses, in dem Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Entwicklung und Innovation streng aufeinander folgen, zunehmend in Frage gestellt. Bereits Mitte der achtziger Jahre wurde in der Literatur das lineare Modell von dem empirisch verifizierten *rekursiven* Modell des Innovationsprozesses abgelöst (Kline und Rosenberg 1986, S. 275 ff.). In diesem Ansatz gibt es keine sequenzielle Abfolge der oben genannten Phasen des Innovationsprozesses. (Schmoch 2000, S. 5 ff.). Diese sind stattdessen rekursiv miteinander vernetzt, so dass sie mehrfach durchlaufen werden können. Konkret bedeutet dies, dass der Wissenstransfer zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen häufig durch längerfristige, wechselseitige, zum Teil sehr komplexe Prozesse und weniger durch punktuelle unidirektionale Ereignisse gekennzeichnet ist.

Dieses veränderte Verständnis vom Ablauf von Technologieentwicklungsprozessen hat durch den *Netzwerk-Ansatz* eine maßgebliche Erweiterung erfahren. Theoretische Grundlage des Netzwerk-Ansatzes ist die Coase-Williamson-Theorie der Märkte und Hierarchien. Netzwerke unterscheiden sich von anderen organisatorischen Interaktionen dadurch, dass sie weder aufgrund von Marktmechanismen noch durch hierarchische Koordination zustande kommen, sondern als normative Basis die gegenseitigen objektiven und subjektiv wahrgenommenen Vorteile der Partner haben (Håkansson 1989, S. 15 ff.; Freeman 1991, S. 499 ff.). Sie stellen somit eine eigenständige Koordinationsform dar, die insbesondere für die effiziente Organisation innovativer Ak-

tivitäten geeignet ist. Merkmale von Netzwerken sind einerseits die Dauerhaftigkeit dieser Beziehungen und daraus resultierend der Aufbau von gegenseitigem Vertrauen und andererseits ihre Flexibilität, die die Abstimmung komplexer und risikoreicher Prozesse erleichtert. Auf diese Weise können Transaktionskosten gesenkt, Unsicherheit reduziert und unerwünschte Externalitäten kompensiert werden. Typische Beispiele innovationsbezogener Netzwerke sind FuE-Kooperationen zwischen Wissenschaftlern und Ingenieuren, Entwicklungskooperationen zwischen Lieferanten und Kunden oder horizontale Forschungsallianzen zwischen Firmen.

Schließlich ist auch die in der Wissenstheorie entstandene Unterscheidung zwischen *implizitem* und *explizitem* Wissen von Bedeutung. In der Regel liegt nicht das gesamte, für eine Innovation relevante Wissen in expliziter Form, z.B. als Publikation, Patent oder Blaupause, vor.¹ Relevantes Wissen beinhaltet auch Fähigkeiten, Erfahrungen und Methoden, die nicht vergegenständlicht sind. Solche Wissens-elemente sind personengebunden und werden deshalb als implizites oder stillschweigendes Wissen (tacit knowledge) bezeichnet (Nelson und Winter 1982, S. 76 ff.; Dasgupta und David 1994; Arora und Gambardella 1994). Implizites Wissen entsteht hauptsächlich durch Erfahrung der Wissensträger und steht in engem Kontext mit den Bedingungen seiner Entstehung und Nutzung. Der Transfer von implizitem Wissen erfordert aufgrund seines speziellen Charakters den persönlichen Kontakt zwischen Wissensgeber und Wissensnehmer, damit dieses Wissen nachvollziehbar gemacht werden kann.

Diese veränderte und erweiterte Wahrnehmung von Wissensentstehungs- und Innovationsprozessen hat sich nachhaltig auf die Gestaltung und Bewertung von Technologietransferkonzepten ausgewirkt. Im Mittelpunkt stehen nunmehr die Transfermechanismen, bei denen die Transferpartner aus Forschungseinrichtungen und Unternehmen in einen unmittelbaren Kontakt treten. Nur dadurch können Innovationsprozesse rekursiv verlaufen, Netzwerke entstehen und implizites Wissen transferiert werden. Dieses Modell des direkten Technologietransfers hat Konsequenzen für alle Akteure des Innovationssystems: Wissenschaftler müssen ihre Ergebnisse auf »Transferfähigkeit« überprüfen, Unternehmen müssen sich aktiv um die FuE-Potentiale der externen FuE-Einrichtungen kümmern, und intermediäre Transfereinrichtungen müssen ihr Leistungsangebot verändern.

Die Kritik am Technologietransfersystem in Deutschland und insbesondere an den Transfereinrichtungen hält bis in die jüngste Zeit an. Dabei werden häufig pauschale und seit vielen Jahren vorgebrachte Kritikpunkte wiederholt. Wenn da-

¹ Man spricht in diesem Zusammenhang auch von »codifiziertem« Wissen (Tece 1981).

mit zum Ausdruck kommen soll, dass sich in den letzten zwanzig Jahren kaum etwas verändert hat, wird die Realität nur ungenau beschrieben. Insbesondere in den vergangenen zehn Jahren haben Wissenschaftler in Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen exemplarisch gezeigt, dass sich exzellente Wissenschaft und aktiver Technologietransfer nicht ausschließen, sondern fruchtbar ergänzen können und sogar immer häufiger aufeinander angewiesen sind. Unternehmen steigern seit etlichen Jahren ihre externen FuE-Ausgaben, und auch unter den Technologietransfereinrichtungen haben sich teilweise neue, erfolgreiche Konzepte durchgesetzt. Auch der Blick in andere Industrieländer zeigt, dass im Vergleich Deutschland nicht generell schlecht abschneidet, sondern sowohl Stärken als auch Schwächen aufweist (Reinhard 2000, S. 43 ff.; Abramson et al. 1997, S. 35 ff.).

Trotz dieser, bei näherem Hinsehen zu registrierenden, positiven Veränderungen wird aber auch deutlich, dass die öffentliche technologierelevante Forschungsinfrastruktur noch nicht systematisch und in ihrer vollen Breite und Vielfalt in das nationale und europäische Innovationssystem integriert ist (Beise, Licht und Spielkamp 1995, S. 13 ff.; Reinhard und Schmalholz 1996, S. 204). Es würde dem Systemcharakter von Innovationsprozessen nicht entsprechen, würden für diesen Zustand bzw. seine Veränderung einzelne Akteursgruppen (Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Transfereinrichtungen) alleine verantwortlich gemacht. Vielmehr ist in allen Bereichen anzusetzen und zu fragen, welche spezifischen Beiträge im Hinblick auf die Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems geleistet werden können.

Zu diesem Zweck beauftragte das Bundesministerium für Bildung und Forschung das *Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung*, das *ifo Institut für Wirtschaftsforschung* und das *Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung*, ein umfassendes Gutachten zur Situation und zu den Verbesserungsmöglichkeiten des Technologietransfers in Deutschland zu erstellen. Das Gutachten wurde im Oktober 2000 fertig gestellt und ist mittlerweile veröffentlicht worden (Schmoch, Licht und Reinhard 2000). Die Studie ist in die drei großen Teile »Wissens- und Technologietransfer in öffentlichen Forschungseinrichtungen«, »Absorptionsfähigkeit der Unternehmen« und »Vermittlung zwischen Wissensangebot und -nachfrage« gegliedert. Entsprechend werden die Feststellungen und Empfehlungen des Gutachtens von den jeweils federführenden Instituten in den nachfolgenden drei Aufsätzen ausführlich dargestellt. An dieser Stelle werden deshalb nur die zentralen Ergebnisse kurz zusammengefasst:

Technologietransfer erweist sich vor allem dann als erfolgreich, wenn er über direkte Mechanismen erfolgt, d.h. wenn Forscher aus wissenschaftlichen Einrichtungen und Unter-

nehmen direkt miteinander interagieren. Dies schließt nicht aus, dass ein Transfer auch in indirekter Weise über Publikationen oder die Verwertung von Spin-offs stattfinden kann; doch auch hier verläuft der Transfer in der Regel effizienter, wenn Technologiegeber und -nehmer frühzeitig direkt miteinander in Verbindung treten.

In vielen *Forschungseinrichtungen*, insbesondere in den Hochschulen, haben sich die Transferaktivitäten zwar deutlich intensiviert. Eine Steigerung und Nachhaltigkeit der Transferfähigkeit lässt sich auf breiter Basis aber nur durch Realisierung eines integrierten Wissenschafts- und Transfermanagements sowie durch organisatorische und institutionelle Maßnahmen (Dezentralisierung der Transferverantwortung, Etablierung von Anreizsystemen, Schaffung neuer betrieblicher, umsetzungsorientierter Einheiten, Hilfen bei Ausgründungen) erreichen. Darüber hinaus sollte eine kontinuierliche Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Forschungseinrichtungen im Hinblick auf die Übertragung von Wissen in Unternehmen stattfinden.

Auf der *Unternehmensseite* ist zu beobachten, dass insgesamt die Bereitschaft zur externer Kooperation mit FuE-Einrichtungen zugenommen hat, dass aber die Dynamik bei kleinen und mittleren Unternehmen relativ verhalten ist. Ein entscheidendes Hindernis ist die oftmals unzureichende Absorptionskapazität dieser Unternehmen, die verhindert, dass neues externes Wissen systematisch beobachtet, in interne Wissensbestände übernommen und in Innovationen umgesetzt wird. Hier ist deshalb ein umfassender Aufbau von Innovationskompetenz erforderlich. Dabei liegt der Engpass nicht so sehr beim technologischen Wissensniveau als vielmehr bei der Verfügbarkeit von methodischem Prozesswissen (z.B. Innovationsmanagement, Projektmanagement) und dem Einsatz von Instrumenten zur Entwicklung einer betrieblichen Innovationskultur.

Eine Stärkung des direkten Transfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft erfordert schließlich auch eine Neupositionierung vieler *Transfereinrichtungen*. Hier ist eine Spezialisierung auf bestimmte Aufgabenbereiche (Schaffung von Kontaktplattformen, Initiierung von Netzwerken, Unterstützung von Forschungseinheiten im administrativen Bereich und im Marketing) zur effizienteren Nutzung der begrenzten Ressourcen geboten. Ein weiterer wichtiger Aufgabenbereich von Intermediären bleibt die Patentberatung und -verwertung. Durch die Fokussierung auf bestimmte, am Bedarf ihrer Klientel orientierte Aufgabenfelder können die Transferdienstleister spezifische Fachkompetenz aufbauen und dadurch auch die für die Erbringung ihrer Leistungen erforderliche Akzeptanz in Forschungseinrichtungen und Unternehmen erreichen. Ebenso wie bei den Forschungseinrichtungen sollte auch bei den intermediären Transfereinrichtungen eine regelmäßige Evaluation ihrer transferorientierten Tätigkeiten stattfinden.

Für die Forschungs- und Technologiepolitik ergibt sich als Schlussfolgerung, dass für eine Effizienzsteigerung des Technologietransfersystems weniger neue Organisationen oder vermehrte öffentliche Mittel erforderlich sind; entscheidend sind vielmehr institutionelle und Verhaltensänderungen sowohl auf Seite der Wissenschaft als auch bei den Unternehmen. Die Politik sollte deshalb dort, wo sie für die wissenschaftliche Forschung zuständig ist, vor allem für wirksame transferorientierte Verhaltensanreize und transferfördernde institutionelle Strukturen sorgen. Daneben sollte sie die erforderlichen Rahmenbedingungen für den Aufbau und die Sicherstellung der Innovationskompetenz in den Unternehmen schaffen und Hilfestellung bei der Schaffung von mehr Informationstransparenz im Technologietransfersystem geben. Die öffentliche Finanzierung intermediärer Einrichtungen sollte auf Aufgaben, die den direkten Transfer wirkungsvoll unterstützen, sowie auf die Verwertung von Patenten beschränkt werden, sofern diese Aufgaben nicht effizienter von privaten Dienstleistern wahrgenommen werden können. Nicht zuletzt als Folge der intensiven Debatten in den vergangenen Jahren gibt es in Deutschland heute zahlreiche Beispiele für effizienten und wirkungsvollen Technologietransfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft. Es muss nun darum gehen, die Voraussetzungen zu schaffen, dass sich diese bewährten Praktiken stärker verbreiten können und daneben Raum für neue effiziente Transferformen entsteht.

Literatur

- Abramson, H.N. et al. (Hrsg.) (1997), *Technology transfer systems in the United States and Germany. Lessons and perspectives*, Washington, D.C.: National Academy Press.
- Arora, A. und A. Gambardella (1994), »The changing technology of technological change: general and abstract knowledge and the division of innovative labour«, *Research* 23, 523–532.
- Becher, G. et al. (1993), *Entwicklung und Bedeutung des Technologietransfersystems in Bayern*, Basel: Prognos AG.
- Beise, M., G. Licht und A. Spielkamp (1995), *Technologietransfer an kleine und mittlere Unternehmen – Analysen und Perspektiven für Baden-Württemberg*, Baden-Baden: Nomos.
- Dasgupta, P. und P.A. David (1994), »Toward a new economics of science«, *Research Policy* 23, 487–521.
- Freeman, C. (1991), »Networks of innovators: a synthesis of research issues«, *Research Policy*, 499–514.
- Hakansson, H. (1989), *Corporate technological behaviour. Co-operation and networks*, London: Routledge.
- Kline, S. und N. Rosenberg (1986), »An overview of innovation«, in: R. Landau und N. Rosenberg (Hrsg.), *The positive sum strategy*, Washington, 275–305.
- Kommission für wirtschaftlichen und sozialen Wandel (1977), *Wirtschaftlicher und sozialer Wandel in der Bundesrepublik Deutschland*, Göttingen: Schwartz.
- Nelson, R.R. und S.G. Winter (1982), *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Harvard University Press.
- Reinhard, M. (2000), *Knowledge and technology transfer and innovation policy*; TSEER study for the European Commission, München: Ifo Institute for Economic Research.
- Reinhard, M. und H. Schmalholz (1996), *Technologietransfer in Deutschland: Stand und Reformbedarf*, Berlin: Duncker & Humblot.
- Schmoch, U. (2000), »Konzepte des Technologietransfers«, in: Schmoch, Licht, Reinhard (2000), 3–13.
- Schmoch, U., G. Licht, M. Reinhard (Hrsg.), (2000), *Wissens- und Technologietransfer in Deutschland*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Schroeder, D., F.U. Fuhrmann und W. Heering (1991), *Wissens- und Technologietransfer*, Berlin: Duncker & Humblot.

Täger, U.C. (1988), *Technologie- und wettbewerbspolitische Wirkungen von Forschungs- und Entwicklungskooperationen*, Gutachten für die Monopolkommission, München: Ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

Täger, U.C. und L. Uhlmann (1984), *Der Technologietransfer in der Bundesrepublik Deutschland: Grundstrategien auf dem Technologiemarkt*, Berlin: Duncker & Humblot.

Teece, D.J. (1981), »The market for know-how and the efficient international transfer of technology«, *Annals of the Academy of Political and Social Science* 458, 81–86.