

Michael Jonas

Transfer über F&E-Orte

Eine Typologie kombitechnologisch orientierter F&E-Einrichtungen aus dem Hochschulbereich

Abstract

Welchen Beitrag im Wissens- und Technologietransfer können Akteure und Einrichtungen aus dem Hochschulbereich verwirklichen, wenn sie mit industriellen Partnern zusammenarbeiten? Diese Frage steht im Zentrum der folgenden Ausführungen, die auf einer einjährigen empirischen Pilotstudie fußen. In der Studie werden qualitative Methoden genutzt, um den Transferbeitrag kombitechnologisch orientierter Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen (F&E) aus dem Hochschulbereich auf einer organisationalen Ebene zu beleuchten. Die untersuchten Orte legen es nahe, einerseits mithilfe von Invention/Innovation und andererseits von Interaktion/Organisation voneinander unterschieden zu werden. Auf der Basis dieser Differenzpaare läßt sich anschließend eine (Ideal-)Typologie von vier Ortsprofilen entwickeln, die als Untersuchungs- und Erklärungskonzept dient. Das Typologiekonzept wird abschließend genutzt, um die Transferpotentiale und -leistungen der unterschiedlichen F&E-Orte trennscharf herauszuarbeiten.

1 Qualitativer Forschungsansatz zur Evaluation von F&E-Orten im Bereich kombitechnologischer Problemstellungen

In Deutschland liegt eine Reihe unterschiedlicher empirischer (Evaluations-)Studien zum Wissens- und Technologietransfer aus dem Hochschulbereich vor. Zu nennen sind hier etwa die zumeist quantitativen Studien des Fraunhofer Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) (z.B.: Allesch/Preiß-Allesch/Spengler 1988; Berndts/Harmsen 1985) sowie andere, in denen regionalspezifische Aspekte des Wissenstransfers (Deilmann 1995), der institutionalisierte Transfer über Vermittlungseinrichtungen (Klönne/Borowczak/Voelzkow 1991) oder akteursspezifische Handlungsmuster in Forschungsorganisationen (Kluge/Oehler 1986) thematisiert werden. Wird der Blick über den nationalen Tellerrand hinaus ausgeweitet und beispielsweise auf US-amerikanische Untersuchungen zum Technologie- und Wis-

senstransfer sowie zur Innovationsproblematik gerichtet, ergibt sich ein weiter ausdifferenziertes Bild der Evaluationslandschaft. Es liegen Studien vor, die sich etwa mit den subjektiven Einstellungen von HochschulforscherInnen zum Technologietransfer (Lee 1996) sowie den Transferleistungen ganzer Universitätsfachbereiche (Feller 1990) und Universitäten (Rosenberg/Nelson 1994) beschäftigen. Die hier referierte Pilotstudie¹ unterscheidet sich von den meisten genannten Untersuchungen durch eine organisationsbezogene Perspektive auf die untersuchten Orte (1), durch eine Konzentration auf zukunftssträchtige kombitechnologische Problemstellungen (2) sowie durch den Einsatz qualitativer Erhebungs- und Analysemethoden (3).

(1) Fragt man nach den Gemeinsamkeiten der genannten Studien, fällt auf, daß in den überwiegenden Fällen entweder Phänomene auf einer (eher) individuellen Ebene oder solche auf einer (eher) institutionellen Ebene im Vordergrund stehen. Das hat durchaus seine Berechtigung. Technik-, wissenschafts- und industriesoziologische Untersuchungen (Knorr-Cetina 1984; Hack 1988; Knie 1991) verdeutlichen jedoch, daß wissenschaftliche und technologische Problemlösungen Ergebnisse sozialer Interaktionsprozesse sind, an denen sich eine Vielzahl von Akteuren beteiligen. Die Ergebnisse von F&E-Projekten sowie die Herstellung und Pflege von Kontakten zu privatwirtschaftlichen Partnern und Abnehmern ergeben sich demnach als Resultat der internen sowie externen Kommunikations- und Interaktionskompetenz teamförmig-arbeitsteilig agierender Organisationen (Rammert 1993; Dierkes 1993; Fuchs/Oehler 1994). Aus diesem Grund werden im Rahmen dieser Studie die Orte als zentrale Untersuchungseinheiten ausgewählt, welche zwischen der institutionellen und der individuellen Ebene zu finden sind. Hier läßt sich an neuere Ansätze anschließen, in denen Konzepte aus Anthony Giddens „Theorie der Strukturierung“ organisationsbezogen gewendet werden (Holmer-Nadesan 1997; Ortman/Sydow/Windeler 1997; Sahay 1997). In Anlehnung an das Locale-Konzept (Giddens 1989[84]) werden Organisationen im folgenden als Locales, d.h. als die zentralen Orte, die die Interaktionen und Kommunikationen der Akteure maßgeblich prägen, aufgefaßt. Diese Locales bzw. Orte fungieren einerseits als die zentralen interaktionalen Bezugsrahmen, auf die sich die relevanten Akteure fortlaufend beziehen, „um die Sinnhaftigkeit ihrer kommunikativen Handlungen zu konstituieren“ (Giddens 1989[84], 39). Wie John Urry kritisiert hat, sind Orte andererseits zugleich auch als Produkte der jeweiligen Akteurshandlungen und Routinen aufzufassen, die auf die Aktivitäten ihrer Akteure zurückwirken (Urry 1991, 171). Die Nutzung des Locale-Konzeptes hat vor allem zwei Vorzüge: Der Wissens- und der Technologietransfer kann erstens als

1 Die Studie wurde 1993/94 am Lehrstuhl Technik und Gesellschaft der Universität Dortmund im Auftrag des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung in NRW durchgeführt (MWF-Kz.: IV A7-302 01493). Für kritische Anregungen und Hilfen danke ich Susanne Ziegler und Ingo Schulz-Schaeffer, die mit mir das Projekt durchgeführt haben; dann aber auch Gerd Bender, Ute Luise Fischer, Hartmut Hirsch-Kreinsen, Marita Kampshoff, Thomas Malsch (Akquisition), Ulrich Mill, Sabine Nover, Aline Schäfer und Ursula Schumm-Garling, den AnsprechpartnerInnen aus dem MWF und last but not least den InterviewpartnerInnen.

soziales Handeln eines Kollektivs betrachtet und die Frage nach der Organisation von Innovationen in den Vordergrund gestellt werden (Bender 1998). Zweitens läßt sich mithilfe des Locale-Konzeptes der Blickwinkel auf der organisationalen Ebene präzisieren, weil es sich bei den untersuchten F&E-Orten im organisationssoziologischen Sinn (Mill 1991, Schumm-Garling 1972) nicht nur um Organisationen sondern auch um Gruppen handelt.

(2) Mit dem gewählten Blickwinkel auf F&E-Orte, die sich zentral mit kombitechnologischen Problemstellungen beschäftigen, wird die Frage des Forschungs- und Technologietransfers an solchen Technologien orientiert, denen schon heute eine hohe innovationswirksame Bedeutung beizumessen ist. Beispiele für derartige Kombitechnologien (Rip 1992; Malsch 1994) sind etwa die Mechatronik, die Biosensorik, die Mikrosystemtechnik sowie spezifische Regelungstechniken. Kombitechnologien sind miteinander verknüpfte Einzeltechnologien, die sich durch folgende drei Merkmale charakterisieren lassen. Dies ist erstens der maßgebliche Anteil der Informationstechnologie in ihrer Entstehung; zweitens den hierzu notwendigen disziplinübergreifenden Ablauf der F&E-Arbeiten und drittens der neuartigen Verknüpfung heterogenen technologischen Wissens (Jonas/Malsch/Schulz-Schaeffer 1994b).

Das erste Merkmal zielt darauf ab, daß die Informationstechnologie als die zentrale Querschnittstechnologie gelten kann, durch die in vielen derzeitigen Innovationsprozessen technologisches Wissen zwischen unterschiedlichen Technologiefeldern transferiert wird. In der Genese von Kombitechnologien kann dies auf zweifache Weise verwirklicht werden: Zum einen besteht die Chance, daß in der Entwicklung spezifischer Kombitechniken von informationstechnologischen Innovationen profitiert wird, die ursprünglich in anderen Entwicklungs- oder Einsatzfeldern emergiert sind. Zum anderen ermöglicht der querschnittstechnologische Charakter der Informationstechnologie es, unterschiedliche technologische Verfahren überhaupt erst miteinander zu verbinden. Das zweite Merkmal hebt darauf ab, daß die Erforschung und Entwicklung kombitechnologischer Problemlösungen auf eine wechselseitige Rückkopplung zwischen Grundlagenforschung und Anwendungsbezug angewiesen ist (Gibbons u.a. 1995). Der Grund für diese doppelte Orientierung besteht darin, daß kombitechnologische F&E nicht nur sequenziell und zeitversetzt multidisziplinär ausgerichtet ist, wie dies in vielen Technikgeneseprozessen schon seit längerem üblich ist. Hier wird technologisches Grundlagenwissen peu à peu in wissensintensive Technologien transformiert. In der Genese spezifischer Kombitechniken müssen aber nicht nur unterschiedliche technologische Verfahren parallel aufeinander abgestimmt, sondern zugleich auch wissenschaftliche Grundlagen verschiedener Disziplinen rekursiv miteinander verknüpft und in die technologischen Verfahren eingespeist werden. Kombitechnologien zeichnen sich drittens durch eine neuartige Verknüpfung unterschiedlicher technologischer Wissensbestände aus, deren innovationswirksame Entfaltung sich vor allem in der Kombination von neuem mit altem, bewährtem Wissen herauszustellen scheint. Einerseits verspricht die Einbeziehung neuen Wissens, die

bisherigen technologischen Möglichkeiten in spezifischen Feldern erheblich zu erweitern. Andererseits kann mit einer solchen Verknüpfung auf die wertvollen Ressourcen bereits erprobten und gesicherten (Erfahrungs-)Wissens zugegriffen werden.

(3) Im Gegensatz zu vielen der oben genannten Studien basiert die hier referierte Studie auf qualitativen Methoden. Der qualitativen Sozialforschung geht es um die Erhebung einer typischen Anzahl von Einzelfällen, die als Resonanzboden für die Generierung aussagekräftiger Schlußfolgerungen fungieren (Lamnek 1988). Dem explorativen Charakter eines Pilotvorhabens entsprechend liegt der Studie ein Sample von vierzehn kombitechnologisch orientierten F&E-Orten zugrunde, die im (oder aus dem) Hochschulbereich entstanden und nicht in landesübergreifende F&E-Institutionen eingebunden sind. Im Untersuchungssample sind Orte aus ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen sowie der Mathematik, der Informatik und einigen naturwissenschaftlichen Disziplinen vertreten. Die Untersuchungsergebnisse basieren auf qualitativen Interviews (Leitfadeninterviews, Expertengespräche) mit den LeiterInnen und InhaberInnen von Lehrstühlen, Spin-Off-Firmen und An-Instituten. Mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse (Lamnek 1989) lassen sich im Interpretationsvorgehen Leitdifferenzen herausfiltern (Kap. 2). Diese werden anschließend zur Konstruktion vergleichend-kontrastierender Idealtypen (Weber 1975) vier unterschiedlicher Locale-Profile genutzt. Hierbei wird eine Vorgehensweise gewählt, bei der zuerst die intraortsspezifischen Aspekte und Merkmale der untersuchten Fallbeispiele im Vordergrund stehen (Kap. 3). Um einen differenzierten Einblick auf das Transferpotential der berücksichtigten F&E-Orte in die private Wirtschaft zu gewinnen, wird dieser Fokus anschließend um den Blickwinkel auf die Kooperationsbeziehungen zwischen den ortsinternen und den ortsfremden Akteuren aus der privaten Wirtschaft sowie den ortsspezifischen Transferleistungen zu den Unternehmen erweitert (Kap. 4).

2 Invention und Innovation sowie Interaktion und Organisation als ortstypische Leitdifferenzen

Die empirischen Befunde zeigen, daß sich die untersuchten Orte bezogen auf die zwei Leitdifferenzen Interaktion/Organisation und Invention/Innovation deutlich voneinander unterscheiden (Jonas/Malsch/Schulz-Schaeffer 1994a). Dies betrifft zum einen die Frage, worauf sich die F&E-Arbeiten beziehen: Handelt es sich primär um Entstehungsprozesse, also um wissenschaftlich-technologische Inventionen, oder werden die Aktivitäten durch einen angestrebten Marktbezug (Innovation) strukturiert? Dies betrifft zum anderen die Frage nach der Art und Weise ihrer Organisation: Verläuft der Prozeß der Wissenschafts- und Technikentwicklung in den jeweiligen

Orten primär innerhalb von Interaktionssystemen, also als Kommunikation und Kooperation zwischen allen Anwesenden, oder stehen die Regeln einer formalen Organisation im Vordergrund?

Die kombitechnologischen F&E-Prozesse in den untersuchten Orten verdeutlichen, daß die jeweiligen Forschungstätigkeiten keineswegs nur von wissenschaftlichen und technologischen Orientierungen geprägt werden. Gerade bezogen auf die untersuchten Fallbeispiele gilt es herauszustellen, daß eine rein wissenschaftlich geprägte Grundlagenforschung oder eine technologisch orientierte Anwendungsforschung ohne jeglichen Marktbezug ebenso selten anzutreffen gewesen ist wie eine reine Marktorientierung ohne Vergewisserungsbedarf an wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen. Um neben den sozialen, wissenschaftlichen und technologischen Orientierungen und Entwicklungsprozessen innerhalb der untersuchten Loci auch ökonomische Einflüsse explizit mitzubersichtigen, ist es deshalb geraten, statt der sonst gängigen Unterscheidung zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung die Unterscheidung zwischen Invention und Innovation zu nutzen.

Hier läßt sich etwa an die Arbeiten von Joseph Schumpeter anschließen, auf den u.a. die Unterscheidung zwischen Invention und Innovation zurückgeführt wird (Nelson/Winter 1982, 277). Der frühe Schumpeter (1911/1935) bezeichnet Innovationen als Durchsetzung neuer Kombinationen von Produktionsmitteln - ohne schon Inventionsprozesse, also vom Markt beeinflusste Wissens- und Technikgeneseprozesse, in den Blick zu nehmen². Der späte Schumpeter (1942) räumt jedoch über einen Umweg nicht nur der Innovations-, sondern auch der Inventionstätigkeit einen wichtigen Stellenwert zur Erklärung privatwirtschaftlicher Prozesse ein: Hier steht die planmäßige Innovationstätigkeit großer Unternehmen im Vordergrund, die eigene F&E-Abteilungen eingerichtet und somit zumindestens Teile der Inventionstätigkeit internalisiert haben. Allerdings bedarf eine heutige Nutzung der Schumpeter'schen Konzepte einiger zusätzlicher Annahmen. Denn auch mithilfe der späteren Konzeption von Schumpeter kann im Prinzip nicht recht plausibel gemacht werden, wie Inventionen in einem umfassenden Verständnis entstehen und wie Innovationen außer mit Hilfe marktförmiger Mechanismen durchgesetzt werden (Bieber/Möll 1993). So haben Techniksoziologen gegen eine vorwiegend ökonomische Perspektive eingewandt, daß Inventionen und Innovationen von expliziten (Konstruktions- und Nutzungs-) Visionen sowie von (organisationsspezifischen) Leitbildern geprägt werden (Rammert 1993; Dierkes 1993). Zudem ist es irreführend, Inventions- und Innovationsprozesse allein mit Hilfe sequenzieller Erklärungsmodelle zu analysieren, die zwar aufeinanderfolgende, aber voneinander unabhängige Phasen der Technik-

² Schumpeter nimmt zwar eine scharfe Trennung zwischen dem Erfinden (Invention) und dem Durchsetzen neuer Kombinationen von Produktionsmitteln (Innovation) vor. Innovative Produkt- und Prozeßideen werden aber gleichsam als exogen generiert betrachtet, die als „tote Möglichkeiten“ von einzelnen dynamischen Unternehmern aufgegriffen und umgesetzt werden müssen, ehe sie zum Leben erwachen.

entwicklung und -durchsetzung (Invention – Innovation – Diffusion usw.) in den Vordergrund stellen. Inventions- und Innovationsprozesse erfolgen in hohem Maße rekursiv (Asdonk/Bredeweg/Kowol 1991). Eine analytische Unterscheidung einzelner Phasen der Technikentwicklung ist deshalb nur unter der Prämisse sinnvoll, zugleich die hohe Vernetzung der einzelnen Phasen und die vielfältigen Rückkopplungsprozesse mitzubedenken (Grupp 1993, 36; Schmoch 1996). Unter Berücksichtigung dieser Einwände wird in dieser Studie die Differenz zwischen Invention und Innovation den F&E-Aktivitäten der untersuchten Orte zugrundegelegt: Invention und Innovation bezeichnen die beiden Pole eines interdependenten Prozesses. Einerseits gilt es, den ökonomischen Rückwirkungen auf den wissenschaftlich-technologischen Inventionsprozeß nachzuspüren. Andererseits ist die Annahme einer rein ökonomischen Steuerung des Innovationsgeschehens unangemessen, und es kommt darauf an, auch der Strukturierungsweise wissenschaftlich-technologischer Einwirkungen auf Innovationsprozesse nachzugehen (Callon u. a. 1992).

Die Komplexität heutiger Inventions- und Innovationsprozesse erzeugt Kooperations- und Koordinationsanforderungen, deren Erfüllung die organisierte Tätigkeit einer Vielzahl von Akteuren voraussetzt. Die zu klärende Anschlußfrage ist dann zweifellos die nach der Organisationsform dieser Tätigkeiten. Ausgehend von den empirischen Befunden bietet sich die Unterscheidung zwischen Interaktion und Organisation an. Mit dieser Unterscheidung soll zum Ausdruck gebracht werden, daß die untersuchten F&E-Orte in einer Spanne unterschiedlicher Organisationsformen lokalisiert werden. Während das eine Ende der Spanne durch spezifische Formen nicht oder wenig formalisierter Kooperations- und Koordinationsprozesse zwischen Anwesenden bestimmt wird, wird das andere Ende durch festgelegte und teilweise formal fixierte Regeln, Routinen und Zielbestimmungen einer Organisation strukturiert.

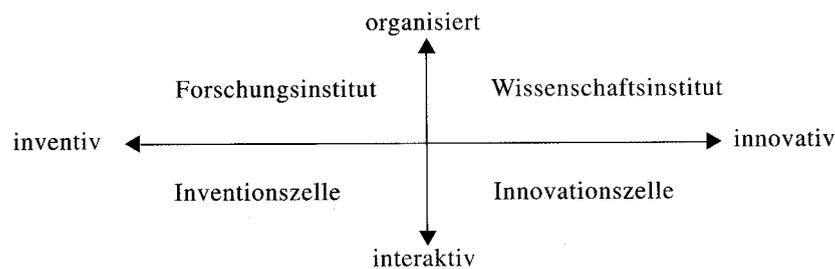
Wie im Fall der Unterscheidung zwischen Invention und Innovation handelt es sich auch hier um eine analytische Unterscheidung. Kein formal organisierter F&E-Ort kommt ohne einen gewissen Anteil informaler Interaktion aus, und gleiches gilt umgekehrt für informell strukturierte F&E-Orte. Mit der Differenz von Interaktion/Organisation wird also vielmehr die Dominanz der einen bzw. der anderen Form zum Ausdruck gebracht. Interaktion und Organisation sind zwei komplementäre Formen der Reduktion von Komplexität (Luhmann), also der Entlastung von Kooperations- und Koordinationsprozessen. Organisation stabilisiert bestimmte Abläufe und stellt sie auf Dauer. Durch formale Regeln und Routinen werden Kooperations- und Koordinationsprozesse objektiviert und technisiert. Einige Möglichkeiten werden realisiert und fixiert, und zwar auf Kosten möglicher Flexibilität und Variabilität. Interaktion entlastet in genau komplementärer Weise von Dauerhaftigkeit und nutzt die Vorteile der Vorläufigkeit, um Grenzen zu überspringen und neuartige Kombinationsmöglichkeiten wahrzunehmen. In der Interaktion zwischen Anwesenden kann ausprobiert und experimentiert werden. Die Vorläufigkeit der Interaktionssituation erlaubt es, disziplinäre Grenzen zeitweilig außer Kraft zu setzen und Wissensbestände

versuchsweise inter- bis transdisziplinär zu verkoppeln. In gewissen Grenzen kann hier alles das geschehen, worauf man nicht unbedingt festgenagelt werden möchte. Dies geschieht allerdings auf Kosten der Sicherheit, die mit etablierten Routinen verbunden ist (Jonas/Malsch/Schulz-Schaeffer 1994a).

3 Idealtypische Profile von F&E-Orten

Welche ortsspezifischen Typen lassen sich nun mithilfe der beiden vorgestellten Differenzpaare aus dem empirischen Material herauskristallisieren? Vor allen Dingen vier idealtypische Profile (Jonas 1994; Jonas/Ziegler 1997) haben sich als äußerst fruchtbar erwiesen, die im folgenden mit den Bezeichnungen „Innovationszelle“, „Wissenschaftsinstitut“, „Inventionszelle“ und „Forschungsinstitut“ belegt werden.

Abb. 1: Idealtypische Profile der F&E-Orte



(1) Die *Innovationszelle* ist der ideale Tummelplatz für ErfinderInnen und TüftlerInnen. Sie wird durch den Pol der Innovation und den Pol der Interaktion bestimmt. Innovationszellen sind in der Regel sehr klein und üblicherweise an Fachhochschulen zu finden. Als Orte organisieren sie sich entweder um einzelne oder mehrere Lehrstühle. Bislang selten bestehen sie in der Form fachhochschulzugehöriger An-Institute. Neben HochschullehrerInnen arbeiten in ihnen kaum mehr als zwei oder drei WissenschaftlerInnen sowie eine größere Anzahl von DiplomandInnen. Innovationszellen orientieren sich an den unbürokratischen, überwiegend interaktiv strukturierten Kommunikations- und Kooperationsformen anwendungsorientierter Produktentwicklung. Wenn solche Orte öffentlichen Verwaltungsorganen wie etwa Hochschulverwaltungen ausgesetzt sind, versuchen sie, zwischen den regelgebundenen Programmen der Verwaltung und den eigenen flexiblen Programmen Grenzen einzuziehen,

die sie von der Bürokratie weitgehend unabhängig machen. Ihr Zweck besteht in der Durchführung anwendungsorientierter und innovationsverdächtiger Projekte, deren Ergebnisse entweder selbst vermarktet oder von anderen Organisationen erworben werden können. Hierbei wird der Innovationsprozeß zumeist vom Markt angestoßen. Um Ideen ist die Innovationszelle zwar nicht verlegen, es existieren jedoch weder das ökonomische Potential noch die wissenschaftlichen Ressourcen, um aus eigenen Mitteln vertiefende F&E-Projekte durchführen zu können. Die Innovationszelle verfolgt deshalb keine angebotsorientierte Innovationsstrategie, sondern greift bei guter Marktbeobachtung (mehr oder minder leicht) umsetzbare Problemfälle auf, die zumeist mit den vorhandenen Problemlösungsstrategien bewältigt werden können.

(2) Das *Wissenschaftsinstitut* wird gleichfalls durch den Pol der Innovation, aber im Gegensatz zur Innovationszelle durch den Pol der Organisation dominiert. Orte dieses Typs liegen entweder in der Form von universitären An-Instituten oder in der Form privatwirtschaftlicher GmbHs, welche aus Hochschulen ausgegründet wurden, vor. Im Vergleich zu den kleinen Innovationszellen sind Wissenschaftsinstitute organisatorisch stark ausdifferenziert. F&E-Orte dieses Typs sind das geeignete Betätigungsfeld für WissenschaftsmanagerInnen. In ihnen agieren mitunter 50-60 Akteure, die sich aus HochschullehrerInnen, WissenschaftlerInnen, LaborantInnen, SekretärInnen sowie studentischen Hilfskräften zusammensetzen und von einer Schar DiplomandInnen unterstützt werden. Wissenschaftsinstitute fungieren entweder als „Dach“ mehrerer integrierter Einheiten oder sind eng mit vor- und nachgelagerten Forschungs- und Vermarktungseinheiten verkoppelt. Sie sind oftmals intern in unterschiedliche Cost-Centers aufgesplittet, die durchaus gegeneinander konkurrieren sollen. Darüber hinaus verfügen sie meistens über einen technologischen Kern, der ihnen das Basisgeschäft in einem ausgewähltem Dienstleistungssegment (etwa: Auftragsanalytik) sichert. Der Zweck der Wissenschaftsinstitute ist oft ambivalent: Ihrer Herkunft nach sind sie zumeist Ausgründungen universitärer Institute oder Lehrstühle. In ihrer F&E-Tätigkeit sind sie jedoch weitgehend nicht mehr inventiv, sondern vornehmlich innovativ ausgerichtet. Ihre Forschungstätigkeit bewegt sich somit im Spannungsfeld zwischen angestammter Wissenschaftsorientierung und marktbedienender Nachfrageorientierung. Doch auch bei starker Marktorientierung wissen Organisationen dieses Typs um ihre wissenschaftliche Herkunft. Ist sie es doch, die den Markteintritt ermöglicht. Von daher gilt es, das eigene Fachwissen durch grundlagenorientierte Projekte vorgelagerter F&E-Einheiten oder integrierter Forschungszellen auf dem neuesten Stand zu halten, ehe der Wissenspool austrocknet.

(3) Die *Inventionszelle* wird durch den Pol der Invention und den Pol der Interaktion geprägt. Normalerweise sind Orte dieses Typs in die Infrastrukturen von Universitäten oder Gesamthochschulen eingebunden, gruppieren sich um einzelne Lehrstühle und werden im Idealfall von EntdeckerInnen geleitet. Sie erfüllen an den Hochschulen zunehmend die Funktion, die in der klassischen Konzeption der Universität dem einzelnen Hochschullehrer zugemessen wurde. Im Vergleich zum Wissenschaftsin-

stitut ist die Inventionszelle thematisch hochspezialisiert. Im Gegensatz zur Innovationszelle, der sie von Anzahl und Organisation der Mitglieder ähnelt (HochschullehrerIn, zwei bis sechs WissenschaftlerInnen, SekretärIn und StudentInnen), ist sie nicht auf die schnelle Umsetzung einer ganzen Palette von Tätigkeiten ausgerichtet, sondern orientiert ihre spezialisierten Forschungsarbeiten an längeren Zeiträumen. Dies erfordert eine hohe interaktive Vernetzung der beteiligten ForscherInnen, aufgrund des hohen Spezialisierungsgrades zugleich aber auch eine gewisse personelle Kontinuität. Inventionszellen stecken notwendigerweise in einem Dilemma: Einerseits kann wissenschaftliche Reputation nur durch die Originalität des hervorgebrachten Wissens erworben werden. Dazu ist es erforderlich, bestehende Wissensbestände zu revidieren, neue Themen zu besetzen und vielversprechende NachwuchswissenschaftlerInnen zu rekrutieren. Andererseits läßt sich neues Wissen vornehmlich in hochspezialisierten wissenschaftlichen Diskursen gewinnen. Dies macht es erforderlich, die beteiligten Akteure in einem langwierigen Prozeß auf ein hohes Niveau gemeinsamen ortsspezifischen Wissens zu versetzen, was jedoch die inventive Flexibilität der Inventionszellen verringert. Inventionszellen sind somit zum einen auf eine kontinuierliche Arbeit an einer geringen Anzahl von Forschungsthemen ausgerichtet. Sie sind zum anderen aber darauf angewiesen, ihre inventive Flexibilität ständig wieder zurückzugewinnen. Dann kommt es darauf an, thematisch neue Wege zu beschreiten und verkrustete Problemlösungsmuster aufzubrechen.

(4) Last but not least zeichnen sich *Forschungsinstitute* dadurch aus, daß die jeweiligen Forschungsprozesse durch den Pol der Invention und durch den Pol der Organisation bestimmt werden. Im Zentrum ihrer Forschungstätigkeiten steht die Erzeugung neuen Wissens. Im günstigsten Fall gelingt es in diesen Orten, neue Forschungsthemen zu erschließen, indem sie den organisatorischen Rahmen für zukunftssträchtige multi- bis transdisziplinäre Verknüpfungen wissenschaftlich-technologischer Fachrichtungen bereitstellen. In der Regel organisieren sie sich wie Orte vom Typ der Inventionszelle um Lehrstühle an Universitäten oder Gesamthochschulen, unterscheiden sich jedoch von diesen erheblich durch ihre Größe und das dadurch bedingte Ausmaß an Organisationserfordernissen. Deshalb haben in Forschungsinstituten nicht EntdeckerInnen sondern ForschungsmanagerInnen ein geeignetes Betätigungsfeld. Die AbteilungsleiterInnen sowie die bis zu 20 MitarbeiterInnen rekrutieren sich aus dem wissenschaftlichen Mittelbau und werden von StudentInnen, StipendiatInnen sowie dem Sekretariat unterstützt. Eine zentrale Aufgabe von Forschungsinstituten ist die Erarbeitung mittel- bis langfristiger Forschungsperspektiven, die zugleich als Gesamtkonzept wirksam sein und trotzdem eine Spezialisierung der eigenen Abteilungen und Forschungsgruppen erlauben müssen. Auf diesem Wege verfolgen sie eine Strategie, die an einer geringen Anzahl identitätsstiftender Oberthemen orientiert ist, welche sowohl nach innen als auch nach außen an schlußfähig sind. Zwar ist die strategische Orientierung dieser Orte erst sekundär an den aktuellsten Bedürfnissen des Marktes ausgerichtet. Gerade aber in den Ingenieurwissenschaften kann

der mögliche Anwendungsbezug auch in den frühen Abschnitten von Innovationsprozessen nicht ausgeblendet werden.

Abb. 2: Verteilung der untersuchten Orte auf die vier Typen³

Typ	Innovationszelle	Wissenschafts- institut	Inventionszelle	Forschungsinstitut
Anzahl	4	3	1	3
davon:				
Lehrstuhl	2		1	3
Fachbereich	1			
An-Institut	1	1		
GmbH		2		

4 Wissens- und Technologietransfer der vier Ortstypen

Nun wird es darum gehen, die jeweiligen Beiträge der einzelnen Typen im Wissenschafts- und Technologietransfer näher zu beleuchten: Auf welchen Anwendungsgebieten arbeiten die untersuchten F&E-Orte? Welche kombitechnologischen Forschungsfragen verfolgen sie? Mit welchen industriellen Kooperationspartnern und Abnehmern arbeiten sie zusammen, und wo sind diese zu finden? Werden darüber hinaus Projekte durchgeführt, die mithilfe öffentlicher Förderprogramme finanziert werden? Wie lange dauern die F&E-Projekte durchschnittlich? Diese Fragen sollen dazu dienen, die eigentliche Kernfrage zu beantworten helfen: Welchen Transferbeitrag können die einzelnen Locales ihren Adressaten aus der privaten Wirtschaft anbieten und übermitteln? Es liegt natürlich nahe, das ortstypenorientierte Vorgehen weiterzuführen und zu präzisieren: Da alle untersuchten F&E-Orte vor allem kombitechnologische Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchführen, werden im Folgenden die Antworten auf die Transferfragen an den jeweils geleisteten (und leistbaren) ortsgebundenen F&E- und Dienstleistungsprojekten ausgerichtet und der Blickwinkel erweitert, um die Kooperationsbeziehungen zu den ortsfremden Kooperationspartnern aus der privaten Wirtschaft zu thematisieren. Dies erfordert im Folgenden eine zweifache Präzisierung des Locale-Konzeptes, welche sich einerseits auf die ortsspezifischen Projektformen bezieht und andererseits auf die ortsspezifischen F&E-Arbeiten konzentriert ist.

³ Zusätzlich zu diesen elf Fallbeispielen wurden zwei F&E-Orte im Aufbau und eine Hybridorganisation, d.h. eine F&E-Einrichtung, die zu 50% aus Landesmitteln und zu 50% aus Industriemitteln grundfinanziert wird, untersucht. Diese drei Fallbeispiele sind in obiger Abbildung nicht enthalten.

Eine Präzisierung an den jeweiligen typenspezifischen F&E-Projekten bietet sich deshalb an, weil alle untersuchten Orte darauf angewiesen sind, eine Vielzahl von Drittmittelakquisitionen erfolgreich durchzuführen. Denn um ihr ortsspezifisches Profil zu erhalten, kontinuierlich an ihren Themen zu arbeiten und die Anzahl der (Personal-) Stellen mehr oder minder konstant zu halten, versuchen die jeweiligen Orte gleich welchen Typs umfangreiche Mitteleinwerbungen zu erzielen. Diese stammen entweder aus öffentlichen oder aus privatwirtschaftlichen Töpfen. Sie betreffen projektförmig organisierte Kooperationen, die in den Spannen kleiner bis großer sowie kurzzeitiger bis langdauernder Formen liegen. Ein Überblick über die Projektpartner aus der Industrie, die Auskunft über deren Größe und räumliche Verankerung gibt, erlaubt auf diese Weise unter anderem Rückschlüsse über die räumliche Reichweite des jeweiligen typenspezifischen Wissens- und Technologietransfers.

Eine Präzisierung an den kombitechnologischen F&E-Vorhaben ist schließlich deshalb von Nutzen, weil mithilfe einer Charakterisierung der typenspezifischen Arbeitsweisen und -produkte eine konkrete Antwort nach dem Transferpotential der einzelnen Orte gegeben werden kann. Um die Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Orte im Wissens- und Technologietransfer trennscharf herauszuarbeiten, bietet es sich an, Konzepte aus der konstruktivistischen „actor-network-theory“ (Michel Callon, Bruno Latour usw.) aufzugreifen. Denn die kombitechnologischen F&E-Projekte münden vor allem in der Kooperation von Akteuren aus dem akademischen und dem industriellen Bereich häufig in die Erstellung sogenannter „intermediaries“ (Callon 1991, 134), hier im Sinne wissenschaftlicher und/oder technologischer Vermittlungsformen, die den wechselseitigen Bezug der involvierten Akteure sowohl innerhalb der Orte als auch zwischen den Orten und ihren industriellen Kooperationspartnern konturieren und (vor)strukturieren (Schulz-Schaeffer/Jonas/Malsch 1997).⁴ In Anlehnung an die Arbeiten von Michel Callon und seiner Forschungsgruppe (Callon 1991; Callon u. a. 1992; Callon 1995) werden im folgenden drei allgemeine Formen von Intermediaries unterschieden: Die erste besteht in wissenschaftlichen Vermittlungsformen (in den spezifischen Formen von Wissenskonzepten, Methoden, Verfahren, Patente usw.), welche zumeist als „literary inscriptions“ (Latour 1987) vorliegen. Zweitens transferieren die untersuchten Orte technische Artefakte (Komponenten, Prototypen, Pilotlösungen, Produkte, Systemlösungen usw.), deren Ausgestaltung sich in den Projekten ergibt. Und drittens bieten einige der untersuchten Orte ihren tatsächlichen und potentiellen Kunden Dienstleistungen (Seminare, Beratungen, Geräteprüfungen, Vorstudien, Tagungen usw.) an, in denen

⁴ Das Intermediary-Konzept dient als Kritik des Visionenkonzeptes von Werner Rammert oder des Leitbildkonzeptes von Meinolf Dierkes. Diese Kritik kann hier nicht ausgeführt werden (Jonas 1999).

wissenschaftlich-technologisches Wissen demonstriert und auf diese Weise transferiert wird⁵.

(1) Die untersuchten *Innovationszellen* (an Fachhochschulen) sind innovative kleine Orte, die vor allem regelungstechnische aber auch andere anwendungsnahe Forschungsgebiete bearbeiten und Problemlösungen in regional relevanten Anwendungsgebieten wie der Umwelttechnik, der Automatisierungstechnik oder der Steuerungstechnik verwirklichen. Im Idealfall sind sie zu überaus produktiven F&E-Orten herangewachsen und haben einen Kranz mehrerer kleinerer Produktions- und Vermarktungsunternehmen um sich herum aufgebaut. Mit deren Hilfe können innovationsverdächtige Ideen entweder selbständig oder in Kooperationen mit Unternehmen realisiert werden. Die untersuchten Fallbeispiele zeigen, daß die ortsinternen Akteure in einigen Fällen sogar die Patentierungen ihrer kombitechnologischen Problemlösungen nicht an fremde Unternehmen abtreten, sondern selbst übernehmen. Die untersuchten Orte dieses Typs verdeutlichen zudem, daß Innovationszellen die idealen Kooperationspartnerinnen für regional ansässige kleine und mittelgroße Unternehmen (KMU) sind, auch wenn diese nur zu oft erst von den Vorteilen einer Kooperation überzeugt werden müssen: „Der Technologietransfer läuft normalerweise viel zu langsam. Was vor zehn Jahren bei SNI entwickelt wurde, findet sich jetzt allmählich in mittelständischen Produkten. Man muß den Mittelstand auch ein bißchen antreiben.“ (Zitat I2) Aufgrund ihrer Marktnähe und den hieraus resultierenden Anforderungen einer nachfrageorientierten Projektbearbeitung orientieren sich Orte dieses Typs vornehmlich an innovativ ausgerichteten Tätigkeiten. In ihrem Kern sind sie zwar überwiegend monodisziplinär konstituiert. Doch für die Mitarbeit in Projekten, die auf eine schnelle Umsetzung innovationsverdächtiger Ideen abzielen, ist eine multi- bis interdisziplinäre Zusammenarbeit häufig unabdingbar. In einem der untersuchten Fälle (I4) arbeiten etwa an der Entwicklung eines aktiven Sitzes für LKWs vier unterschiedliche Berufsgruppen (Mechaniker, Elektroniker, Softwareingenieur, Ärzte) zusammen. Dabei schenken die Akteure aus Innovationszellen der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit ihrer Leistungsangebote größte Aufmerksamkeit: „Wenn Sie den Kunden nicht davon überzeugen können, daß die neue Anwendung kostengünstiger ist als die alte, brauchen Sie gar nicht anzufangen“ (Zitat I3).

5 Aus Übersichtlichkeits- und Vergleichsgründen wird in die jeweils typenbezogene Darstellung auch ein tabellarischer Überblick aufgenommen, der eine knappe Auflistung der Anwendungs- und F&E-Gebiete des jeweiligen Locale-Typs, eine Zusammenstellung der industriellen Kooperationspartner und öffentlichen Geldgeber und schließlich einen Vergleich des jeweiligen Transferbeitrags beinhaltet.

Abb. 3: Wissens- und Technologietransfer des Typs Innovationszelle

Ort	11	12	13	14
Form	FH-Lehrstuhl	FH-Lehrstuhl	FH-Fachbereich	FH-An-Institut
Anwendungsgebiete	Umweltechnik Fertigungssteuerung Logistik	Abgastechnik Kraftwerkstechnik Umweltechnik Walztechnik u.a.	Steuerungstechnik Qualitätssicherung Flugzeugwartung	Automatisierungstechnik Gerontotechnik Entwurfungs- & Umweltechnik
F&E-Gebiete	Regelungstechnik	Prozeßinformatik Regelungstechnik Antriebstechnik	Fuzzy Control Bildverarbeitung Mustererkennung	Sensorik Regelungstechnik
Industriepartner	KMU in NRW Unternehmen in d. EU	KMU in NRW Unternehmen in D	KMU in NRW	KMU in NRW Partnerfirmen Großunternehmen
F&E-Projekte*	Keine	Keine	Keine	DFG
Projektdauer	Ca. 6 Monate	Ca. 6 Monate	Ca. 0,5 bis 1 Jahr	Ca. 0,5 bis 2 Jahre
Intermediaries	Komponenten (Regler)	Vorstudien Komponenten (Regler)	Komponenten (Regler)	Komponenten (Sensoren) Prototypen Patente

* mit öffentlichen, nichtindustriellen Mitteln

Um sich jedoch nicht zu sehr mit kaufmännischen Problemen zu belasten, werden diese Arbeitsschritte oftmals an angrenzende Kleinstunternehmen oder andere Kooperationspartner aus der Industrie abgetreten. Innovationszellen bieten ihren industriellen Kooperationspartnern in durchschnittlich sechs Monaten bis ein Jahr dauernden Projekten in den spezifischen Intermediaryformen von Wirtschaftlichkeitsstudien (Vorstudien) und Patenten über Prototypen bis hin zu implementierten, einsatzfähigen Komponenten und Endprodukten (etwa: Fuzzy-Regler eines Maschinensteuerungsprogrammes oder Regler zur Verbesserung eines vorhandenen Produktes, Sensoren usw.) eine Vielzahl kombitechnologischer Lösungen an. Nur in einigen wenigen Fällen sind sie in der Lage, gegen F&E-Orte etwa aus Universitäten um öffentliche Projektmittel zu konkurrieren, gilt es dann doch, „mit dem Pferdekarren gegen den Ferrari“ (Zitat I4) anzutreten. Nichts desto trotz sind es aber gerade Orte vom Typ Innovationszelle, die mit Abstand am geeignetsten für einen regionalen Technologie- und Wissenstransfer sind: Sie fungieren als technologische Innovationsinitiatorinnen vor allem für die regionale klein- und mittelständische Industrie

(Ziegler/Malsch 1994), treten aber auch durchaus in Konkurrenz zu F&E-Abteilungen großer Unternehmen.

(2) Wissenschaftsinstitute existieren vornehmlich als universitäre An-Institute oder als GmbHs in Technologieparks. Die organisatorische Ausdifferenzierung in Organisationseinheiten, die oftmals eine Kombination aus universitären Lehrstühlen und privatrechtlichem Institut einbezieht, hilft nicht nur die Forschungs-, Entwicklungs- und Vermarktungskomponenten arbeitsteilig zu bewältigen. Sie hilft auch, zwischen den kurzfristigen auf den Markt hin orientierten Projekten und den innovativen F&E-Aktivitäten der zeit- und kostspieligen Grundlagenforschung zu vermitteln. Wie Orte vom Typ Innovationszelle sind auch sie die Orte für stark anwendungsorientierte F&E-Projekte, deren Intermediaries in nicht allzuferner Zukunft in einer Reihe von Anwendungsgebieten ertragbringend umgesetzt werden und für die zumindestens privatwirtschaftliche Wissenschaftsinstitute (W2, W3) gegenüber ihren Kunden auch haften⁶. Um den Technologie- und Wissenstransfer realisieren zu können, ist es in Wissenschaftsinstituten erforderlich, daß ihre Akteure sich immer wieder auf Marktveränderungen einstellen und potentielle Kundenwünsche frühzeitig antizipieren: „Man muß auch die Szene der Anwender der eigenen Technologie kennen, damit man weiß, was können sie denn morgen verlangen. Wenn sie es verlangen, will ich es schon haben“ (Zitat W1). Wie die Akteure in Innovationszellen streben auch ihre Akteure – falls möglich - eine eigenständige Patentierung selbst entwickelter Problemlösungen an. Organisationen dieses Typs verfügen oftmals über eine dauerhafte oder temporäre Grundfinanzierung aus öffentlichen Mitteln. Sie sind aufgrund ihrer Größe auf umfangreiche Mitteleinwerbungen angewiesen, die im Gegensatz zu denen der Innovationszellen nicht nur ungleich höher sind. Zudem stammen diese Mittel sowohl von industriellen Partnern als auch von öffentlichen Geldgebern. Die untersuchten Fallbeispiele verdeutlichen, daß Wissenschaftsinstitute durchaus mit den regional ansässigen Unternehmen kooperieren (wollen). Aufgrund ihrer Größe und ihrer Arbeitsweise rekrutieren sich die industriellen Kunden jedoch oftmals vorwiegend aus Unternehmen, die in ganz Deutschland oder auch in europäischen Nachbarländern angesiedelt sind.

6 An das universitäre An-Institut W1 ist u.a. aus Haftungsgründen zusätzlich eine kleine GmbH angeschlossen.

Abb. 4: Wissens- und Technologietransfer des Typs Wissenschaftsinstitut

Ort	W1	W2	W3
Form	Uni-An-Institut	GmbH	GmbH
Anwendungsgebiete	Chem. & biochemische Analytik Biotechnologie & Biomedizinische Techn.	Produktionsplanung Qualitätskontrolle Verfahrenstechnik Absatzprognostik u.a.	Fertigungssteuerung Medizintechnik Qualitätskontrolle Umwelttechnik u.a.
F&E-Gebiete	Chemo- & Biosensorik Analytik	Fuzzy-Datenanalyse (Fuzzy-Logic)	Fuzzy-Datenanalyse Fuzzy-Control
Industriepartner	Unternehmen in D KMU in NRW Angeschlossene GmbH	Unternehmen in D (KMU) Unternehmen in der EU	KMU in D.
F&E-Projekte*	BMBF, EU, DFG	BMBF, EU, DFG	?
Projektdauer	Ca. 1 Monat bis 5 Jahre	Ca. 6 Monate bis 4 Jahre	Ca. 6 Monate bis 4 Jahre
Intermediaries	Konzepte Methoden Geräteprüfungen (Auftrags-)Analysen Vorstudien Prototypen (Sensoren) Produkte Komplettlösungen Patente	Seminare Anwendersymposien Vorstudien Fuzzy-Tools Demonstratoren (Software) Fuzzy-Bibliothek Prototypen Softwaresysteme	Seminare Vorstudien Softwaretools Patente Prototypen Softwaresysteme

* mit öffentlichen, nichtindustriellen Mitteln

Nicht zuletzt wegen der Abhängigkeit von Drittmittelgebern setzt man in Wissenschaftsinstituten auf eine längerfristige Zusammenarbeit mit industriellen Partnern, wobei bei allen Projekten, die mit der Industrie zusammen durchgeführt werden, eine substantielle – sei es auch langfristige – Kostenersparnis nachgewiesen wird: „Ich muß auf Massenmärkte drängen. Das heißt, bevor ich ... Arbeiten verberge, mache ich so eine Marktschätzung... Das hat dann wieder Interesse für die Produktion, für die Firmen, die das dann eventuell übernehmen und damit eine Produktion, einen Export aufbauen“ (Zitat W1). Die Arbeitsweise von Wissenschaftsinstituten wird entweder nach einer eher forschungsorientierten oder einer eher marktorientierten Ausrichtung strukturiert. Während marktorientierte Wissenschaftsinstitute primär die industrielle Nachfrage nach spezifischen Problemlösungen (etwa: Datenanalyse in der Verfahrenstechnik, der Qualitätskontrolle usw.) und nach mehr oder weniger standardisierten Dienstleistungen (etwa: Beratungen, Seminare, Tools) befriedigen, bearbeiten forschungsorientierte Orte dieses Typs mehrjährige Projekte, die in der breiten Spanne zwischen Grundlagenforschung und Vermarktung einzuordnen sind: Im

Wissenschaftsinstitut W1 wird beispielsweise von einem der F&E-Bereiche das Ziel verfolgt, neuartige chemische und biologische Sensoren bis zur Serienreife zu entwickeln, diese dann in hochwertige Sensorsysteme zu integrieren und als komplette Problemlösungen anzubieten. Um sich am Markt fest zu etablieren, bewegt sich das nachfrageorientierte Angebot an transferierbaren Intermediaries sowohl der markt- als auch der forschungsorientierten Wissenschaftsinstitute in der Spanne selbständig entwickelter Endprodukte, weiterverwendbarer Software Tools, spezialisierter technologischer Dienstleistungen, Machbarkeitsstudien, ertragbringender Schulungen sowie Informationsveranstaltungen.

(3) *Inventionszellen* lassen sich als (kleine) Forschungsgruppen an Universitäten finden. Ganz im Gegensatz sowohl zu Innovationszellen als auch zu Wissenschaftsinstituten orientieren sich die Transferleistungen dieser Orte nicht an den direkt umsetzbaren Bedürfnissen kleiner und mittelständischer Unternehmen, die gar noch in NRW lokalisiert sind. Denn im Zentrum des Forschungsinteresses steht die Erzeugung neuen spezialisierten technologischen Wissens, das einer vermarktungsfähigen industriellen Nutzbarkeit um etwa ein Jahrzehnt voraus sein muß und vor allem in den Intermediary-Formen neuer Methoden und hochspezialisierter Pilotlösungen verwirklicht wird. Die Inventionszelle IZ1 beschäftigt sich beispielsweise mit dem Entwurf, der Optimierung und dem Testen extrem schneller Schaltungselektronik, die in glasfasergeschützten Schaltungen eingesetzt werden (Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik). Die Organisationsform der Inventionszelle ist im Idealfall das inter- oder transdisziplinäre ForscherInnenteam, welches in seiner Arbeitsweise weniger durch die formale Position der Akteure als durch deren Sach- und Sozialkompetenz strukturiert ist. Eine hohe interaktive Vernetzung der beteiligten Personen ist demnach auch eine unabdingbare Voraussetzung der Forschungs- und Transferkompetenz dieser Orte. Das untersuchte Fallbeispiel dieses Typs legt es nahe, daß Inventionszellen ideale Transferpartner vor allem für international agierende Großunternehmen in forschungsintensiven kombitechnologischen Feldern sind, denen sie in mehrjährigen Projekten ihr Know How anbieten. Denn nur diese verfügen über eigene F&E-Abteilungen, die in der Lage sind, die Pilotlösungen von Inventionszellen weiter zu entwickeln. Dabei wird in Inventionszellen darauf geachtet, daß sie als universitär eingebundene Forschungsgruppen keine Haftungen übernehmen können: „Wenn hinter der Schaltung einhundert Millionen Mark stehen, machen mir zwei Prozent Risiko schlaflose Nächte. Man sollte dann lieber eine Routineanwendung verwenden“ (Zitat IZ1). Zugleich orientieren Orte dieses Typs ihre Forschungsarbeiten an umsetzungsferneren Förderprogrammen, um über öffentlich finanzierte Forschungsprojekte ihr Know-How auf dem neuesten Stand zu halten. In Zeiten wirtschaftlicher Rezession, in denen einerseits Unternehmen ihre F&E-Aktivitäten herunterfahren und andererseits manche öffentlichen Förderprogramme zu stark auf eine sofortige Umsetzung der Forschungsarbeiten abzielen, geraten Inventionszellen jedoch leicht in Gefahr, ihr hochspezialisiertes Wissen nicht mehr verkaufen zu können.

Abb. 5: Wissens- und Technologietransfer des Typs Inventionszelle

Ort	IZI
Form	Universitätslehrstuhl
Anwendungsgebiete	Entwurf, Optimierung & Test schneller Schaltungen
Forschungsgebiete	Mikroelektronik
Industriepartner	Großunternehmen (internationale)
F&E-Projekte*	EU, DFG, (BMBF)
Projektdauer	Ca. 3 bis 5 Jahre
Intermediaries	Konzepte Methoden Prototypen Pilotlösungen (schnelle Schaltungen)

* mit öffentlichen, nichtindustriellen Mitteln

(4) Orte vom Typ *Forschungsinstitut* sind, anders als die ebenfalls formal ausdifferenzierten Wissenschaftsinstitute, noch vollständig in die Infrastruktur der Hochschulen eingebunden. Inventionsorientierte Forschungsinstitute sind ähnlich den beiden innovationsorientierten Ortstypen oftmals mit weiteren zumeist nachgelagerten Einheiten (An-Institute, GmbHs) verkoppelt. Sie arbeiten vorwiegend mit mittelgroßen und großen Unternehmen zusammen und bemühen sich, langjährige Kooperationen aufzubauen. Forschungsorte dieses Typs bieten ihren Industriepartnern Intermediaries als Transferleistungen an, welche vor allem in der Form technologischer Basiskonzepte, neuer Methoden und Verfahren (etwa: fuzzy-technologische, mikromechanische oder regelungstechnische Problemlösungsmechanismen) sowie weiter entwicklungsfähiger Prototypen (etwa: Roboter, Software usw.) bis hin zu einsatzfähigen Pilotlösungen (etwa für die technische Anlagendiagnose) emergieren (sollen). Sind die Arbeiten innerhalb dieser Forschungsorte zu patentierbaren Lösungen herangereift, werden sie zumeist an die industriellen Kooperationspartner abgetreten. Wie den Inventionszellen ist es ihnen generell nicht möglich, ihren Kooperationspartnern aus der privaten Wirtschaft Gewährleistungsansprüche über die Funktionstüchtigkeit der transferierten Problemlösungen zuzusichern (F1, F3) - es sei denn, einem derartigen Institut ist eine Vermarktungs-GmbH angegliedert (F2). Wie Orte vom Typ der Inventionszelle verfolgen sie also eine angebots- und forschungsorientierte Transferstrategie. Um die zeitintensive Forschungskomponente zu erhalten und

im Technologietransfer nutzbringend einzusetzen, ist es ihren Akteuren oftmals nicht geraten, sich nachfrageorientiert nach den Bedürfnissen vor allem der regionalen KMU auszurichten: „Ich habe noch nie Aufträge für Firmen bearbeitet ... Sondern wir sind immer zu den Firmen hingegangen und haben gesagt: `Das ist es, was wir im Augenblick als Thema haben´“ (Zitat F1). Denn in Forschungsinstituten werden in den meisten Fällen spezifische Themen projektförmig bearbeitet, die sich nicht für jede Art von Technologietransfer eignen. In den Projekten stehen vielmehr Fragestellungen zur Lösung an, in denen es um die Entwicklung und Transformation neuer theoretischer (etwa: mechatronischer oder informationstechnologischer) Konzepte geht⁷. Die Probleme der regionalen KMU sind hingegen im allgemeinen von den Problemlösungsmöglichkeiten dieser Institute zu weit entfernt. Wichtig für die Arbeitsweise und die Forschungsprojekte in Forschungsinstituten sind nicht die bei innovationsorientierten Orten relevanten Kategorien wie Marktnähe oder Nachfrageausrichtung, sondern die langfristige Orientierung an identitätsstiftenden Oberthemen (etwa: Mechatronik, Fuzzy Control), die ein spezifisches angebotsorientiertes Forschungs- und Transferprofil verleihen.

Diese Oberthemen haben neben der in den Außenraum zielenden Profilbildung vor allem eine interne Strukturierungsfunktion für die bearbeiteten Projekte und Intermediaries. Sie eignen sich zudem sowohl ortsintern als auch in Kooperation mit externen Akteuren zur Verwirklichung vielfältiger Möglichkeiten inter- bis transdisziplinärer Arbeitsprozesse. Allerdings ist auch die Generierung derartiger langfristiger Oberthemen nicht unabhängig von der Nachfragestruktur der Industrie.⁸ Forschungsinstitute verstehen sich im Idealfall als Vermittlungsorte zwischen Theorie und Praxis, in denen der Praxis die Ergebnisse des theoretischen Forschens geliefert und zugleich Praxisaspekte in die Theorien integriert werden. Wenn sich Forschungsorte diesen Typs am öffentlichen und privatwirtschaftlichen (Projekt-)Markt etabliert haben, kommen ihre industriellen Partner nicht umhin, ihnen einen Teil der lebenserhaltenden Grundlagenforschung zu bezahlen.

7 Das F3 arbeitet beispielsweise auf theoretischem Neuland, indem es heterogene informationstechnologische Formalismen neu kombiniert; etwa indem Formalismen aus der Fuzzy Logic mit neuroinformatischem Wissen oder mit Modellen lernender Systeme verbunden werden.

8 So war etwa das Oberthema des untersuchten Institutes F1 die Robotik. Da die Unternehmen in diesem Feld jedoch nur ihre alten Modelle variieren, anstatt neue kombitechnologische Konstruktionskonzepte mit mehr Selbstorganisation zu wagen, gilt die Robotik als „vorerst ausgebrannt“ (Zitat F1).

**Abb. 6: Wissens- und Technologietransfer des Typs
Forschungsinstitut**

Ort	F1	F2	F3
Form	GH-Lehrstuhl	Uni-Lehrstuhl	Uni-Lehrstuhl
Anwendungsgebiete	Automatisierungstechnik Regelungstechnik Verkehrsleitsysteme	Meß- & Regelungstechnik Anlagendiagnose	
F&E-Gebiete	Mechatronik Parallelverarbeitung unter Echtzeitbedingungen	Optimierung der Fehlerrobustheit von Fuzzy-Systemen	Fuzzy Control (Entscheidungstheorie, genetische Algorithmen)
Industriepartner	Großunternehmen in D Ausgegründete GmbH	Großunternehmen in NRW Unternehmen in EU Ausgegründete GmbH	Mittelgröße Ug. in NRW
F&E-Projekte*	BMBF, DFG	EU	BMBF, DFG
Projektdauer	Ca. 2 bis 5 Jahre	Ca. 2 bis 4 Jahre	Ca. 2 bis 4 Jahre
Intermediaries	Methoden Konzepte Verfahren Prototypen Pilotlösungen	Vorstudien Konzepte Verfahren Prototypen Pilotlösungen	(Tagungen) Vorstudien Konzepte Prototypen Pilotlösungen

* mit öffentlichen, nichtindustriellen Mitteln

5 Zusammenfassung

Mit der Idealtypologie der vier Locale-Formen liegt ein Konzept vor, das sich zur Untersuchung des Wissens- und Technologietransfers aus dem Hochschulbereich in die Industrie in mehrfacher Weise eignet: Die Transferproblematik wird auf einem organisationalen Niveau verortet und die untersuchten F&E-Orte lassen sich je nach Typ trennscharf voneinander unterscheiden, so daß die Anforderungen eines differenzierten Vorgehens erfüllt werden. Wie gezeigt wurde, können die Orte je nach Typ einen spezifischen Beitrag im Wissens- und Technologietransfer leisten, der zum einen die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und zum anderen die F&E-Kompetenz der Hochschulen verbessert und stärkt. Vergleicht man die jeweils transferierten und transferierbaren Intermediary-Formen, bieten F&E-Orte vom Typ Innovationszelle den regionalen KMU vor allem schnell realisierbare technische Intermediaries an. Die Orte vom Typ Wissenschaftsinstitut hingegen decken nachfrageorientiert nicht nur alle drei Intermediary-Formen gleichermaßen ab. Sie offerieren im Idealfall sogar die umfangreichste Angebotspalette von der Erstberatung bis zur Komplettlösung, die allerdings weniger den regionalen KMU zugute kommt. Dahingegen konzentrieren

sich Orte der beiden Typen Forschungsinstitut und Inventionszelle eindeutig auf solche technischen und wissenschaftlichen Vermittlungsformen, die erstmal nicht eine Produktreihe erlangen sollen. Im Gegensatz zu hochspezialisierten Forschungsorten vom Typ Inventionszelle bearbeiten Forschungsinstitute eine breitere Themenspanne und ihre Akteure sind auch für Projekte zu begeistern, deren Arbeitsergebnisse nicht unbedingt in der fernen Zukunft einer industriellen Umsetzung zugeführt werden können.

Literatur

- Allesch, Jürgen, Dagmar Preiß-Allesch, Ulrich Spengler (1988): Hochschule und Wirtschaft. Bestandsaufnahme und Modelle der Zusammenarbeit. Köln
- Asdonk, Jürgen, Udo Bredeweg, Uwe Kowol (1991): Innovation als rekursiver Prozeß – Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik; in: Zeitschrift für Soziologie 20, 4, 290-304
- Bieber, Daniel, Gerd Möll (1993): Technikentwicklung und Unternehmensorganisation. Zur Rationalisierung von Innovationsprozessen in der Elektroindustrie. Frankfurt/M./New York.
- Bender, Gerd (1998): Innovation als Ziel und als Prozeß - Einige Anmerkungen zu einem in der Empirie und Theorie kritischer Sozialforschung etwas vernachlässigten Thema. Manuskript. Dortmund
- Berndts, Peter, Dirk-Michael Harmsen (1985): Technologieorientierte Unternehmensgründungen in Zusammenarbeit mit staatlichen Forschungseinrichtungen. Köln
- Callon, Michel (1991): Techno-economic networks and irreversibility; in: John Law (Hg.): A Sociology of Monsters – Essays on Power, Technology and Domination. London/New York, 132-161
- Callon, Michel (1995): Technological Conception and Adoption Network: Lessons for the CTA Practitioner; in: Arie Rip, Thomas M. Misa, Johan Schot (Hg.): Managing Technology in Society. London, 307-330
- Callon, Michel u.a. (1992): The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economic networks: The case of the AFME; in: Research Policy 21, 215-236
- Deilmann, Benedikt (1995): Wissens- und Technologietransfer als regionaler Innovationsfaktor. Dortmund
- Dierkes, Meinolf (1993): Organisationskultur und Leitbilder als Einflußfaktoren der Technikgenese. Thesen zur Strukturierung eines Forschungsfeldes; in: Meinolf Dierkes: Die Technisierung und ihre Folgen. Berlin, 263-276
- Feller, Irwin (1990): Universities as engines of R&D-based economic growth: They think they can; in: Research Policy 20, 335-348
- Fuchs, Marek, Christoph Oehler (1994): Organisation und Effizienz von Forschungsinstituten, Fallstudien zu technikwissenschaftlicher Forschung an westdeutschen Hochschulen. Kassel
- Gibbons, Michael u.a. (1995): The New Production of Knowledge. London

- Giddens, Anthony (1989[84]): Die Konstitution der Gesellschaft, Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Frankfurt/M./New York
- Grupp, Hariolf (Hg.) (1993): Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts. Heidelberg
- Hack, Lothar (1988): Vor Vollendung der Tatsachen, Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der dritten Phase der industriellen Revolution. Frankfurt/M.
- Holmer-Nadesan, Majia (1997): Dislocating (Instrumental) Organizational Time; in: *Organization Studies* 18, 481-510
- Jonas, Michael (1994): Organisationen im Wissens- und Technologietransfer. Manuskript, Dortmund
- Jonas, Michael, Thomas Malsch, Ingo Schulz-Schaeffer (1994a): Evaluationen von Spitzenforschungseinrichtungen in NRW - Organisationsbezogene Überlegungen zu einer zukunftsorientierten Forschungs- und Technologiepolitik“, 1. Teilbericht der der Pilotstudie „Evaluation der Forschungs- und Technologieförderung des MWF“. Dortmund
- Jonas, Michael, Thomas Malsch, Ingo Schulz-Schaeffer (1994b): Kombitechnologien und die Bedeutung anwendungsbezogener Innovationsstrategien; in: Else Fricke (Hg.): *Zur Zukunftsorientierung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern*, Forum Humane Technikgestaltung, Heft 12, Bonn, 93-114
- Jonas, Michael, Susanne Ziegler (1997): Eine Typologie technologieorientierter F&E-Organisationen; in: *UniReport – Berichte aus der Forschung der Universität Dortmund*, 24, 10-12
- Jonas, Michael (1999): Temporalisierungsstrategien von F&E-Orten im Wissens- und Technologietransfer, in *Arbeit*, Dortmund
- Klönne, Arno, Winfried Borowczak, Helmut Voelzkow (1991): Institutionen regionaler Technikförderung – Eine Analyse in Ostwestfalen-Lippe und im Östlichen Ruhrgebiet. Opladen
- Kluge, Norbert, Christoph Oehler (1986): *Hochschulen und Forschungstransfer, Bedingungen, Konfigurationen und Handlungsmuster*. Kassel
- Knie, Andreas (1991): *Diesel, Karriere einer Technik. Genese und Formierungsprozesse im Motorenbau*. Frankfurt/M.
- Knorr-Cetina, Karin (1984): *Die Fabrikation von Erkenntnis, Zur Anthropologie der Naturwissenschaft*. Frankfurt/M.
- Lamnek, Siegfried (1988): *Qualitative Sozialforschung, Band 1, Methodologie*. Weinheim
- Lamnek, Siegfried (1989): *Qualitative Sozialforschung, Band 2, Methoden und Techniken*. Weinheim
- Latniak, Erich, Dieter Rehfeld (1994): Betriebliche Innovation und regionales Umfeld, Erfahrungen aus Nordrhein-Westfalen; in: *ARBEIT* 3, 3, 238-253
- Latour, Bruno (1987): *Science in Action. Milton Keynes*
- Lee, Yong S. (1996): ‘Technology transfer’ and the research university: a search for the boundaries of university-industry collaboration; in: *Research Policy* 25, 843-863
- Malsch, Thomas (1994): Technologiepolitik braucht Innovationsmanagement. Ein Beitrag zur „Standortdebatte“; in: Werner Fricke (Hg.): *Jahrbuch Arbeit und Technik*. Bonn, 13-20
- Mill, Ulrich (1991): Organisationen – Einführung in den soziologischen Begriff eines zentralen sozialen Sachverhaltes. Manuskript, Dortmund
- Nelson, Richard R., Sidney G. Winter (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass. (USA)

- Ortmann, Günther, Jörg Sydow, Arnold Windeler (1997): Organisation als reflexive Strukturierung; in: Günther Ortmann u. a. (Hg.): Theorien der Organisation: die Rückkehr der Gesellschaft, 315-359
- Rammert, Werner (1993): Technik aus soziologischer Perspektive. Berlin
- Rip, Arie (1992): Science and Technology as Dancing Partners; in: Peter Kroes, Martijn Bakker (Hg.): Technological Development and Science in the Industrial Age: New Perspectives on the Science-Technology Relationship. Dordrecht, 231-270
- Sahay, Sundeep (1997): Implementation of Information Technology: A Time-Space Perspective; in: Organization Studies 18, 229-260
- Schmoch, Ulrich (1996): Die Rolle der akademischen Forschung in der Technikgenese; in: Soziale Welt. Nr. 2. 250-265
- Schulz-Schaeffer, Ingo, Michael Jonas, Thomas Malsch (1997): Innovation reziprok – Intermediäre Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie; in: Werner Rammert, Gotthard Bechmann (Hg.): Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 9: Innovation – Prozesse, Produkte. Politik, Frankfurt/M., 91-123
- Schumm-Garling, Ursula (1972): Herrschaft in der industriellen Arbeitsorganisation. Frankfurt/M.
- Schumpeter, Joseph A. (1911/1935): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. München
- Schumpeter, Joseph A. (1942): Capitalism, Socialism and Democracy. New York
- Shapira, Philip, Jan Youtie, David Roessner (1996): Current practices in the evaluation of US industrial modernization programs; in: Research Policy 25, 185-214
- Urry, John (1991): Time and space in Giddens' social theory, in: Christopher G. A. Bryant, David Jary (Hg.): Giddens' Theory of Structuration, A critical Appreciation. London/New York, 160-175
- Weber, Max (1975): Wirtschaft und Gesellschaft, Grundriß der verstehenden Soziologie. Köln
- Ziegler, Susanne; Malsch Thomas (1994): Technologietransfer in Sachen unscharfer Logik - ein scharfes Stück NRW? Eine organisationsbezogene Untersuchung zur Förderung der Fuzzy Logik in Nordrhein-Westfalen, 2. Teilbericht der Pilotstudie „Evaluation der Forschungs- und Technologieförderung des MWF“. Dortmund

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-oec. Michael Jonas
 Universität Dortmund
 Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Fakultät
 Lehrstuhl Technik und Gesellschaft
 44221 Dortmund

Schlagworte: akademische Forschung & Entwicklung, Idealtypologie, Technologietransfer

Hinweis: Die Zeitschrift ARBEIT hat einen Preis für den besten Aufsatz ausgeschrieben. Zu Beginn des Heftes sind die Bedingungen beschrieben.