

erschienen in: Werner Rammert / Gotthard Bechmann (Hrsg.) (1997): Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 9: Innovation - Prozesse, Produkte, Politik, Frankfurt/Main: Campus Verlag, S. 91-124

## **Innovation reziprok**

### Intermediäre Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie

#### **Ingo Schulz-Schaeffer**

Technische Universität Berlin, Institut für Sozialwissenschaften, Franklinstr. 28/29, D-10587 Berlin, e-mail: schulz-schaeffer@tu-berlin.de

#### **Michael Jonas**

Universität Dortmund, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Otto-Hahn-Straße 4, 44221 Dortmund, e-mail: m.jonas@wiso.uni-dortmund.de

#### **Thomas Malsch**

Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Technikbewertung & -gestaltung, Schwarzenbergstrasse 95, D-21071 Hamburg, e-mail: malsch@tuhh.de

## **1. Einleitung: Das Problem der Innovation als Problem der Etablierung intermedierer Kooperation**

Die forschungspolitische Debatte um den Wissenschafts- und Technikstandort Deutschland kann ihre Nähe zu der Diskussion über den Wirtschaftsstandort Deutschland nicht verleugnen und signalisiert damit deutlich, worum es ihr im Kern geht: nicht um eine Betrachtung des bundesdeutschen Forschungspotentials für sich genommen, sondern um den Beitrag wissenschaftlich-technologischer Forschung zur Entwicklung zukunftsträchtiger technischer Innovationen und zur Sicherung wirtschaftlicher Konkurrenzfähigkeit. Zusätzlich an Gewicht gewinnt diese Debatte insbesondere durch die Beobachtung, daß diejenigen Technologien, die heute als Schlüsseltechnologien im Wettlauf der führenden Industrieländer um komparative Konkurrenzvorteile angesehen werden, also etwa Informationstechnologie, Biotechnologie oder neue Werkstoffe (vgl. Hagedoorn/Schakenraad 1990: 3), in wachsendem Maße auf die Bereitstellung neuen wissenschaftlich-technologischen Grundlagenwissens angewiesen sind (vgl. Pavitt 1984: 362; Dosi 1988: 222; Welsch 1993: 286).

Allgemein gesprochen besteht, so Freeman, das Problem der Innovation darin, "Information aus unterschiedlichen Quellen zu nützlichem Wissen über Gestaltung, Herstellung und Verkauf neuer Produkte und Prozesse zu verarbeiten und umzuwandeln" (Freeman 1991: 501; Übers. d. Verf.). Geht man von dieser Problembestimmung aus, so kann man die Diskussion um eine verbesserte wirtschaftliche Ausnutzung der in Deutschland zweifellos vorhandenen F&E-Potentiale (vgl. Grupp (Hg.) 1993; Meyer-Krahmer 1994: 72ff) zumindest in einigen ihrer wesentlichen Aspekte reformulieren als Frage nach den Bedingungen und Möglichkeiten des innovationsbezogenen Transfers heterogenen Wissens und damit einhergehend als Frage nach den Bedingungen und Möglichkeiten der Kooperation zwischen den jeweiligen Trägern und den potentiellen Nutzern dieses Wissens, also etwa zwischen Universität und Industrie, zwischen innovierenden Unternehmen oder zwischen Technikentwicklern und -anwendern.

Angesichts dieser Überlegungen verdient es besondere Beachtung, daß sich zwischen der vermuteten Bedeutung von Kooperationsbeziehungen und dem Ausmaß tatsächlich vorfindlicher kooperativer Arrangements eine deutliche Kluft auftut. Während es in der Innovationsforschung auf der einen Seite nicht an empirischen Belegen und theoretischen Argumenten dafür fehlt, daß der Aufbau kooperativer Zusammenhänge eine zentrale Erfolgsbedingung gelingender Innovationsprozesse ist (vgl. z.B. Freeman 1991: 500f), läßt sich auf der anderen Seite eine beachtliche Reserviertheit innovierender Unternehmen gegen die Einbeziehung externer F&E-Beiträge feststellen, die sich empirisch etwa darin ausdrückt, daß bundesdeut-

sche Unternehmen durchschnittlich weniger als zehn Prozent ihrer F&E-Budgets zur Finanzierung externer Forschung und Entwicklung verwenden (vgl. Häusler et al. 1994: 48f). Es liegt dann nahe, in der Diskrepanz zwischen Bedarf und Realisierung innovationsbezogener Kooperationen eine wesentliche Ursache nationaler Innovationsschwäche zu sehen. Vor dem Hintergrund vergleichbarer Beobachtungen kommt die 'MIT Commission on Industrial Productivity' für den u.s.-amerikanischen Kontext dementsprechend zu der Schlußfolgerung, daß die "mangelnde Bereitschaft oder auch Fähigkeit zur Kooperation" (Dertouzos et al. 1990: 104) in vielen Industriesektoren ausgesprochen nachteilig wirkt, oder allgemeiner gesagt, "daß fehlende Kooperation auf allen Ebenen den technischen Fortschritt und die Steigerung der industriellen Leistung behindert" (ebd.).

Wie vor allem Teece herausgearbeitet hat, haben innovierende Unternehmen allerdings durchaus auch gute Gründe, nicht zu kooperieren. Interessanterweise steht hierbei häufig nicht die Erwägung im Vordergrund, durch vertikale Integration aller relevanten F&E-Aktivitäten individuelle Konkurrenzvorteile zu erlangen. Vielmehr erweist sich die Schwierigkeit, kooperative Arrangements hinsichtlich der von den Kooperationspartnern beizusteuernnden Innovationsbeiträge und deren Kosten präzise zu definieren und sie gegen opportunistischen Mißbrauch oder unerwünschte Mitnahmeeffekte wirkungsvoll abzusichern, als das zentrale Problem, das F&E-Kooperationen aus der Perspektive innovierender Unternehmen unattraktiv erscheinen läßt. Diese Unsicherheiten sind zu einem wesentlichen Teil darauf zurückzuführen, daß innovationsbezogene Kooperationsbeziehungen nur unzureichend an die bestehenden institutionell verankerten und sanktionsfähigen Austauschmechanismen des Marktes oder organisationaler Hierarchien rückgebunden werden können (vgl. Teece 1986: 294; Teece 1988: 258ff; Häusler et al. 1994: 49ff).

Kooperationsbeziehungen, die unter solchen Bedingungen dennoch entstehen, bezeichnen wir als Formen intermediärer Kooperation. Intermediäre Kooperation, so wie wir diesen Begriff verwenden, besitzt die folgenden drei Merkmale: Es handelt sich erstens um Kooperationsbeziehungen zwischen heterogenen (individuellen oder kollektiven) Akteuren, also zwischen Akteuren mit jeweils eigenständigen und möglicherweise divergierenden Interessen, Zielen und Orientierungsmustern. Es handelt sich zweitens um Kooperationsbeziehungen, die in doppelter Hinsicht grundlegend durch Erwartungsunsicherheit gekennzeichnet sind, zum einen hinsichtlich des zukünftigen Nutzens der ausgetauschten Innovationsbeiträge, zum anderen hinsichtlich des zukünftigen Verhaltens der Kooperationspartner. Sie können deshalb drittens beschrieben werden als Interaktionsprozesse, die zumindest partiell darauf angewiesen sind, sich über die Grenzen vorfindlicher Formen der sozialen Organisation von Austauschzusammenhängen (Markt, organisationale Hierarchie) hinweg eigenständig zu organisieren (vgl. Kowol/Krohn 1995: 89).

Die neuere Innovationsforschung bezeichnet entsprechende Kooperationsbeziehungen häufig als Innovationsnetzwerke bzw. als netzwerkförmige Kooperationsformen und fokussiert damit die Ebene der Koordination einer Mehrzahl heterogener Akteure (vgl. z.B. Freeman 1991; Gibbons et al. 1994; Häusler et al. 1994; Kowol/Krohn 1995; Lawton Smith et al. 1991; Welsch 1993). Mit dem Begriff der intermediären Kooperation wählen wir dagegen eine Herangehensweise, die es erlaubt, zwischen der Etablierung verschiedener dyadischer Kooperationsformen und deren netzwerkförmiger Koordination analytisch zu unterscheiden. Der zunehmend inflationäre Gebrauch des Netzwerk-Begriffes in der neueren Innovationsforschung führt dagegen leicht zu einer Verwischung dieser Unterscheidung und birgt dann die Gefahr übergeneralisierter Aussagen.

Ausgehend von den voranstehenden Überlegungen soll das Problem der Innovation - verstanden als Frage nach den Bedingungen und Möglichkeiten des innovationsbezogenen Transfers heterogenen Wissens - im folgenden untersucht werden als Problem der Etablierung interme-

diärer Kooperation. Wir beschränken uns dabei im wesentlichen auf die Betrachtung von Kooperationsbeziehungen zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen, der Form von Kooperationsbeziehungen also, die in der Diskussion um den Forschungsstandort Deutschland zur Zeit die größte Aufmerksamkeit genießt. Ziel des Beitrages ist es, mithilfe des Konzepts der intermediären Kooperation eine Reinterpretation einer Reihe interessanter Befunde und Ergebnisse der Innovationsforschung, insbesondere der neueren Innovationsökonomie vorzunehmen, die einen soziologischen Zugang zum Problem der Innovation eröffnet. Wir lassen uns dabei von der innerhalb der Innovationsökonomie selbst formulierten Erkenntnis leiten, daß eine Berücksichtigung sozialer Faktoren "eine notwendige Ergänzung zu engen 'ökonomischen' Erklärungen" (Freeman 1991: 503; Übers. d. Verf.) darstellt.

Die Argumentation unterteilt sich in fünf Schritte: Als Ausgangspunkt unserer Überlegungen haben wir in diesem Abschnitt das Problem der Innovation auf einer allgemeinen Ebene als Problem der Etablierung intermediärer Kooperation reformuliert und in diesem Zusammenhang den Begriff der intermediären Kooperation eingeführt. Im folgenden Abschnitt stellen wir die innovationsökonomische Argumentation zur Begründung der Notwendigkeit und zur Präzisierung der Funktionen von Kooperationsbeziehungen zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen dar. Anschließend soll begründet werden, weshalb sich die entsprechenden Austauschbeziehungen als Formen intermediärer Kooperation begreifen lassen. Im vierten Schritt weiten wir den Fokus der Beobachtung aus und fragen allgemein nach Strukturmerkmalen intermediärer Kooperation. Hier soll die Bedeutung von Informalität, Personengebundenheit, Vertrauensbasiertheit und Reziprozität als Mechanismen des Umgangs mit Erwartungsunsicherheit herausgestellt werden. Im letzten Schritt kehren wir zur Analyse von Kooperationsbeziehungen zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen zurück. Ausgehend von der Annahme, daß es in dieser Kooperation besonders schwierig ist, die Reziprozität des Austausches sicherzustellen, stellen wir hier abschließend einige vorläufige Überlegungen zur Orientierungsleistung von Leitvorstellungen und Prototypen bei der Sicherung reziproker Austauschstrukturen vor.

## **2. Notwendigkeit und Funktionen der Kooperation zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen**

In den westlichen Industrienationen hat sich spätestens nach dem zweiten Weltkrieg eine deutliche Arbeitsteilung zwischen akademischer und industrieller Forschung herausgebildet. Während die Verbesserung bestehender Produkte und Prozesse und die kommerzielle Entwicklung neuer Produktgenerationen fast ausschließlich in den Händen industrieller Forschung und Entwicklung liegt, wird der Großteil grundlagenbezogener Forschungstätigkeiten an den Universitäten und anderen öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen durchgeführt (vgl. Rosenberg/Nelson 1994: 339f; Meyer-Krahmer 1992: 427f; Patel/Pavitt 1991: 40ff). Diese Arbeitsteilung besteht auch in den sogenannten 'science-based sectors' fort, in den Industriesektoren also, in denen neues Grundlagenwissen ein wesentlicher Innovationsfaktor ist (vgl. Pavitt 1984: 362; Dosi 1988: 232). Als zentrales Argument für die Notwendigkeit staatlicher Förderung auch solcher Grundlagenforschung, der ein hoher ökonomischer Nutzen prognostiziert wird, benennt die ökonomische Innovationsforschung das Problem der Appropriierbarkeit dieses Nutzens.

Die Hauptlinien dieses Arguments hat Nelson in seinem Artikel "The Simple Economics of Basic Research" bereits 1959 ausgebreitet. Neues Grundlagenwissen, so sein Ausgangspunkt, hat bezogen auf Innovationsprozesse typischerweise zwei Merkmale: Zum einen ist es häufig in vielen unterschiedlichen Bereichen der Technikentwicklung von praktischem Wert, zum anderen aber ist es selten direkt in konkrete Problemlösungen umsetzbar (vgl. Nelson 1959: 302). Beide Merkmale, so Nelson, erschweren es Unternehmen, die Grundlagenforschung

betreiben, deren Ergebnisse exklusiv zu nutzen. Denn einerseits ist kaum ein Unternehmen in der Lage, in allen Bereichen, für die die erzielten Forschungsergebnisse praxisrelevant sind bzw. werden könnten, Produktentwicklung zu betreiben und Patente zu erwerben. Andererseits lässt sich das Grundlagenwissen selbst nur sehr eingeschränkt urheberrechtlich schützen und nur schwer geheimhalten. Einmal bekannt, kann es von Konkurrenten nahezu kostenlos aufgegriffen werden (vgl. ebd.: 302f, 306).

Je weniger die Gewinne eigener Forschung approprierbar sind, desto kleiner ist der Anreiz für Unternehmen in Forschung zu investieren. Die geringe Approprierbarkeit grundlagenbezogener Forschungsergebnisse führt, so Nelson, dementsprechend dazu, daß Unternehmen sich im Bereich der Grundlagenforschung weitaus weniger engagieren, als volkswirtschaftlich betrachtet sinnvoll wäre. Die forschungspolitische Gegenstrategie einer Verbesserung des Urheberschutzes ist allerdings ebenfalls suboptimal. Sie verringert nicht nur die Effizienz der Forschung durch Einschränkung von Informationsflüssen, sondern verhindert zugleich auch eine volkswirtschaftlich zweckmäßige breite Nutzung von Wissen, das bereits besteht und von unterschiedlichen Unternehmen ohne große Zusatzkosten adaptiert werden könne (vgl. ebd.: 305f). In Anbetracht dieses "Effizienz-Dilemmas" (Rosenberg 1990: 166) ist es Nelson zufolge deshalb "gesellschaftlich wünschenswert, daß soviel unserer Bemühungen um Grundlagenforschung wie möglich in Institutionen durchgeführt werden, die an einer schnellen Veröffentlichung der Forschungsergebnisse interessiert sind" (ebd.: 306; Übers. d. Verf.), also an Universitäten und anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen.

Die Innovationsökonomie sieht Kooperationserfordernisse zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen mithin vor allem bei Innovationsvorhaben in wissensbasierten Sektoren, dort also, wo neues Grundlagenwissen ein wesentlicher Innovationsfaktor ist. Und sie begründet mit dem Problem der Approprierbarkeit eine Arbeitsteilung, die der akademischen Forschung einen Großteil der grundlagenbezogenen Forschungstätigkeiten zuweist. Bei genauerer Betrachtung der innovationsökonomischen Literatur lassen sich u.E. zwei Formen von Kooperationsbeziehungen zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen analytisch unterscheiden, die zwei unterschiedlichen Funktionen dienen: einer allgemeinen Informationsfunktion und einer spezifischen Unterstützungsfunction bei der Adaption neuen generischen Wissens.

Innovierende Unternehmen in wissensbasierten Sektoren halten den Kontakt zur akademischen Forschung nicht zuletzt deshalb aufrecht, weil sie daran interessiert sind, über den aktuellen Stand der Forschung informiert zu bleiben (vgl. Feller 1990: 337). Diese eher allgemeinen Informationen sind für die entsprechenden Unternehmen auch dann von großer Bedeutung, wenn das Wissen selbst in die Technikentwicklung nur wenig einfließt (vgl. Rosenberg/Nelson 1994: 342). Denn Kenntnisse über neueste wissenschaftliche Entwicklungen sind häufig unabdingbar, um Entscheidungen über Art und Richtung der produktbezogenen Forschung treffen und deren Ergebnisse und Implikationen abschätzen zu können (vgl. Rosenberg 1990: 113). Gerade in den wissensbasierten Sektoren, in denen der Wettbewerb durch eine hohes Maß technologischen Wandels gekennzeichnet ist (Welsch 1993: 286), müssen Unternehmen ihre eigenen Innovationsentscheidungen laufend an den aktuellen Forschungsstand rückbinden, um nicht neue Entwicklungstrends zu verpassen. Solange aber ein großer Teil auch der potentiell innovationsrelevanten Grundlagenforschung an den Universitäten und anderen staatlichen Forschungseinrichtungen durchgeführt wird, kann dies nur gelingen, wenn Unternehmen Zugang zu den maßgeblichen akademischen Forschungsprozessen haben.

In frühen Phasen der Entstehung grundlegend neuer technischer Entwicklungslinien, wie dies bei den als Schlüsseltechnologien bewerteten neuen wissensbasierten Hochtechnologien der Fall ist, reicht ein solcher allgemeiner Informations- und Evaluationsbeitrag der akademischen Forschung zu industriellen Innovationsprozessen jedoch nicht aus (vgl. Dosi 1988: 229). An-

ders als bei der durch industrielle F&E-Aktivitäten dominierten inkrementellen Verbesserung bestehender Produkte, hat man es hier mit Innovationsprozessen zu tun, die maßgeblich auf neuem wissenschaftlichen Wissen aufbauen (vgl. Pavitt 1984: 362; Mowery 1989: 25; Freeman 1991: 508), und deren Erfolg wesentlich von der Transformation dieses Wissens in anwendbare Technologien abhängig ist. Die Innovationsforschung bezeichnet solche Entwicklungsprozesse als 'radikale Innovationen' (vgl. Dosi 1982: 158ff; Freeman/Perez 1988: 46) und das dabei relevante neue Wissen als 'generisches Wissen', d.h. als generalisiertes Wissen über neue technische Funktionszusammenhänge und deren Schlüsselvariablen und Rahmenbedingungen, das in einem breiten Feld praktischer Problemlösungen potentiell anwendbar ist (vgl. Nelson 1988: 314).

Weiterreichende Kooperationserfordernisse zwischen akademischer und industrieller Forschung entstehen in frühen Entwicklungsphasen demzufolge unter den folgenden Bedingungen: Wenn erstens die Erzeugung und Adaption neuen generischen Wissens von zentraler Bedeutung für die Dynamik des technologischen Wandels in einem Industriesektor und damit für die Konkurrenzfähigkeit der dort agierenden Unternehmen ist; wenn zweitens das seitens der akademischen Forschung erzeugte Grundlagenwissen in diesen Sektoren als generisches Wissen potentiell innovationsrelevant ist; und wenn dieses Wissen drittens zu derart tiefgreifenden technologischen Diskontinuitäten führt, daß die unternehmenseigenen Forschungsabteilungen zunächst nicht über genügende eigene Fähigkeiten verfügen, um es rezipieren und anwendungsspezifisch ausnutzen zu können (vgl. Feller 1990: 337; Teece 1988: 266). Dies ist in der Vergangenheit etwa in der synthetischen Chemie, der Biochemie oder der Halbleiter-technologie der Fall gewesen und wiederholt sich heute für Bereiche wie Informationstechnologie, Biotechnologie oder neue Materialien (vgl. Nelson 1988: 320f; Pavitt 1984: 362; Rosenberg/Nelson 1994: 341ff; Teece 1988: 276; Hanusch/Cantner 1993: 20).

In einem der grundlegenden Aufsätze über Innovationsnetzwerke lässt es Freemann am Ende offen, ob "das Anwachsen neuer netzwerkförmiger Arrangements ... ein Übergangsphänomen bei der Adaption und Diffusion neuer generischer Technologien (ist)" (Freeman 1991: 510; Übers. d. Verf.), oder ob Netzwerkbildung "der normale Weg der Durchführung von Produkt- und Prozeßentwicklung werden wird" (ebd.). Läßt sich, wie dies im nächsten Abschnitt beabsichtigt ist, zeigen, daß sich die beiden eben benannten Funktionen des Austauschs vielfach nur in Form intermediärer Kooperation realisiert werden können, so kann man hier einen Schritt weitergehen und feststellen, daß in der intermediären Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie beides zugleich der Fall ist: Denn während Kooperationsbeziehungen, die einen allgemeinen Zugang innovierender Unternehmen zum aktuellen Stand der Forschung sicherstellen sollen, ihre Funktion nur dann erfüllen können, wenn dauerhafte Kontakte zwischen akademischer und industrieller Forschung bestehen, sind Kooperationsbeziehungen, die der Adaption und Transformation spezifischen neuen generischen Wissens dienen, typischerweise zeitlich auf die dazu erforderlichen Übergangsphasen begrenzt und werden anschließend in dem Maße abgebaut, in dem die kooperierenden Unternehmen selbst über das entsprechende Wissen verfügen (vgl. Nelson 1988: 320).

### **3. Kooperationsbeziehungen zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen als Formen intermediärer Kooperation**

Das Bild, das Nelson im Zusammenhang mit dem Appropriationsproblem von der Arbeitsteilung zwischen akademischer und industrieller Forschung zeichnet, lässt wenig Bedarf an intermediärer Kooperation erkennen läßt: Die akademische Forschung produziert neues Grundlagenwissen und legt es öffentlich zugänglich ab, die industrielle Forschung greift darauf bei der Entwicklung wissensbasierter Produkte als auf ein kostenloses Gut zurück. Koordinationserfordernisse bestehen mithin lediglich auf der Ebene der Übertragung von Informationen

aus der akademischen Forschung in die Industrie (vgl. Cohendet et al. 1993: 66f). Neuere innovationsökonomische Beobachtungen dagegen weisen darauf hin, daß weder der Zugang zum Stand der Forschung noch die anwendungsbezogene Adaption neuen generischen Wissens einfache Prozesse des Transfers und der Diffusion von Information darstellen.

Schon der Zugang zu neuem wissenschaftlich-technologischem Wissen, so argumentieren wichtige Vertreter der heutigen Innovationsökonomie wie Pavitt oder Rosenberg, ist in aller Regel ein voraussetzungsreicher Prozeß und nicht die einfache Nutzung eines 'öffentlichen Gutes' als eines 'freien Gutes'. Gegenüber der Behauptung, daß wissenschaftliches Wissen, das als 'öffentliche Gut' in kodifizierter, veröffentlichter und leicht reproduzierbarer Form vorliegt, zugleich auch ein 'freies Gut' darstelle, also ohne nennenswerte Kosten rezipiert und in der Technikentwicklung verwendet werden könne (vgl. Pavitt 1991: 112), betont Rosenberg, daß es "häufig beträchtlicher Forschungskapazitäten bedarf, um Wissen, das öffentlich zugänglich gemacht worden ist, verstehen, interpretieren und abschätzen zu können - sei es Grundlagen- oder angewandtes Wissen. Die Kosten der Aufrechterhaltung dieser Kapazitäten sind hoch, denn in der Regel ist dazu eine Gruppe hausinterner Wissenschaftler erforderlich, die diese Dinge tun können. Und um eine solche Gruppe aufrechterhalten zu können, muß die Firma bereit sein, sie Grundlagenforschung durchführen zu lassen." (Rosenberg 1990: 171; Übers. d. Verf.) Neues wissenschaftlich-technologisches Wissen wird dementsprechend erst dann als verwertbare Information rezipierbar, wenn die Unternehmen selbst als Teilnehmer des Forschungsprozesses auftreten (vgl. ebd.).

Ein noch weiterreichender Einwand richtet sich dagegen, Grundlagenwissen überhaupt als vollständig kodifiziert und leicht reproduzierbar zu betrachten. Demgegenüber betont etwa Van de Ven, daß die Aneignung wissenschaftlichen Grundlagenwissens durch innovierende Unternehmen auch deshalb "selten ein einfacher Prozeß des Transfers und der Diffusion von Information (ist), weil viele Anteile dieses Wissens implizit oder heikel sein können, was bedeutet, daß das Wissen von seinem eigentlichen Ursprung nur schwer abgelöst und an den Ort angewandter Problemlösung übertragen werden kann" (Van de Ven 1993: 343; Übers. d. Verf.). Beide Einwände machen deutlich, daß schon die Rezeption extern erzeugten Grundlagenwissens ein voraussetzungsreicher und kostenträchtiger Interaktionsprozeß ist. Den hierbei erforderlichen Aufwand eigener Grundlagenforschung können sich nur große Unternehmen leisten. Erwartungsgemäß sind dies vor allem Firmen, die sich in den Bereichen wissensbasierter Technologien engagieren (vgl. Rosenberg 1990: 166; Pavitt 1991: 112f).

Neben dem Problem des Zugangs ist die Schwierigkeit der Evaluierbarkeit des ökonomischen Nutzens neuen wissenschaftlich-technologischen Wissens ein zweiter wichtiger Aspekt, der gegen die Vermutung einfacher Transfer- und Diffusionsprozesse spricht. So stellt Pavitt fest, daß die Ergebnisse von Grundlagenforschung selten direkten ökonomischen Wert besitzen (vgl. Pavitt 1991: 112). Im Gegenteil, die Schwierigkeiten, den ökonomischen Nutzen von Grundlagenforschung exakt zu bestimmen, können kaum überschätzt werden (vgl. Rosenberg 1990: 168). Rosenberg führt dies unter anderem darauf zurück, "daß der Ertrag von Grundlagenforschung nie irgendein endgültiges Produkt ist, an das der Markt ein Preisschild anheften kann" (ebd.; Übers. d. Verf.). Es handelt sich hierbei eher um "eine eigentümliche Art von intermediärem Gut, das zwar nicht bei der Produktion einer fertigen Ware genutzt werden kann, (möglicherweise) aber bei der Erfindung eines neuen Endprodukts eine weitere Rolle spielt. Wie auch immer, selbst ex post ist es außerordentlich schwierig, diese Verbindungen einigermaßen zuverlässig aufzuspüren." (ebd: 168f)

Auf der anderen Seite ist universitäre Forschung aus eigener Kraft kaum in der Lage, anwendungsreife neue Techniken hervorzubringen (vgl. Roberts/Peters 1981: 109), die dann direkt ökonomisch verwertbar wären. Entsprechende Bestrebungen insbesondere u.s.-amerikanischer Universitäten, ihre Forschung zu kommerzialisieren, stößt seitens der Industrie auf wenig Ge-

genliebe. In der Industrie, so Feller, herrscht vielmehr die Meinung vor, "daß Universitäten von der Produktion desjenigen Typs von Wissen, das für die Industrie von Wert ist, abgelenkt werden, wenn sie (die Universitäten) danach trachten, direkt spezifische Produkte zu entwickeln" (Feller 1990: 344f; Übers. d. Verf.). Gemeinsame Patententwicklung ist für Unternehmen deshalb kaum ein Anreiz für Kooperationen mit Universitäten (vgl. ebd.: 337). Ange-sichts dieser Befunde besteht in der Innovationsforschung weitgehende Einigkeit darüber, daß akademische Forschung in der Regel indirekt auf Innovationsprozesse einwirkt und Kooperationsbeziehungen mit innovierenden Unternehmen dementsprechend als einfache Prozesse des Transfers und der Diffusion von Information nicht angemessen erfaßt werden können.

Vor dem Hintergrund dieser Beobachtungen erscheint es uns sinnvoll, Kooperationsbeziehungen zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen, die auf den Zugang zum aktuellen Stand der Forschung gerichtet sind, wie solche, die der Adaption neuen generischen Wissens dienen, als Formen intermedialer Kooperation zu analysieren. Denn die benannten Schwierigkeiten führen dazu, daß es sich um Interaktionsprozesse handelt, die - wie eingangs als Merkmale intermedialer Kooperation definiert - in grundlegender Weise durch Erwartungsunsicherheit gekennzeichnet sind und die sich über die Grenzen vorfindlicher Formen der sozialen Organisation von Austauschzusammenhängen hinweg eigenständig organisieren müssen. Dies soll im folgenden kurz begründet werden.

Wie eben gezeigt, ist schon die Rezeption extern erzeugten neuen Wissens nicht einfach ein Problem der Übertragung von Information. Damit Grundlagenwissen für Unternehmen zu verwertbarer Information wird, bedarf es hauseigener Forschungskapazitäten, und selbst dann besteht das Problem der Ablösung des Wissens aus seinem Entstehungskontext. Unter diesen Bedingungen, so hatte Rosenberg argumentiert, erlangen Unternehmen Zugang zu neuem wissenschaftlichen Wissen nur dann, wenn sie selbst als Teilnehmer des Forschungsprozesses auftreten. Teilnehmer am akademischen Forschungsprozeß können unternehmenseigene Forschungsabteilungen dennoch nur in einem eingeschränkten Sinne sein. Immer bleiben sie zu einem bestimmten Maß an die sektor- bzw. firmenspezifischen Suchheuristiken rückgebunden, die ihren Blickwinkel auf einen begrenzten Ausschnitt möglicher F&E-Ziele einschränkt und damit auch die Reichweite der Suche nach potentiell relevantem neuen Wissen reduziert (vgl. Nelson/Winter 1977: 52ff; Dosi 1988: 225f; Hariant/Pennings 1994: 295). Nur dauerhafte Kooperationsbeziehungen zu Forschern aus dem akademischen Kontext können dieses strukturelle Wahrnehmungsdefizit kompensieren.

Auf der Basis eigener grundlagenbezogener Forschungskapazitäten am akademischen Forschungsprozeß zu partizipieren, ist für Unternehmen demzufolge zwangsläufig eine langfristige Investition mit indirekten und höchst unsicheren Rückflüssen (vgl. Rosenberg 1990: 173). Entsprechende Kooperationsbeziehungen haben für Unternehmen die Funktion, Zugang zu neuen wissenschaftlichen Entwicklungslinien zu gewinnen, die außerhalb des eigenen Suchhorizontes liegen, deren praktischer Nutzen deshalb aber auch ausgesprochen unsicher ist. Für die akademischen Wissenschaftler ist dagegen die Erlangung von Praxiskontakten der wesentliche Grund der Bereitschaft zum Wissensaustausch (vgl. Geisler/Rubenstein 1989: 44). Auf beiden Seiten ist die Motivation zur Zusammenarbeit mithin recht vage, keine der beiden Seiten kann im Vorhinein abschätzen, ob die verausgabte Zeit bzw. das verausgabte Geld die erhofften Rückflüsse zeitigt. Es entsteht mit anderen Worten eine durch Erwartungsunsicherheit gekennzeichnete und nur in geringem Maße formal organisierbare Austauschsituation, eine Situation also, die auf die Notwendigkeit intermedialer Kooperation verweist.

Noch deutlicher zeigt sich die Bedeutung aber auch die Problematik intermedialer Kooperation in Austauschzusammenhängen, die auf Adaption und Transformation neuen generischen Wissens abzielen. Kooperationsbeziehungen dieser Art sind, insbesondere dann, wenn das fragliche Wissen die Grundlage von Innovationsvorhaben mit hoher strategischer Bedeutung

für das innovierende Unternehmen ist, aus der Unternehmensperspektive durch ein grundlegendes Dilemma gekennzeichnet: Einerseits sind innovierende Unternehmen stets bestrebt, die für sie strategisch wichtigsten Bereiche der Forschung und Entwicklung hausintern durchzuführen (vgl. Freeman 1991: 501; Häusler et al. 1994: 49). Andererseits aber besteht bei hoher technologischer Dynamik hinsichtlich der Umsetzung neuen generischen Wissens ein außerordentlicher Zeitdruck, der es ihnen kaum erlaubt, erst noch die fehlenden Forschungskompetenzen hausintern zu erwerben, sondern es erforderlich macht, Kooperationen mit den externen Trägern dieses Wissens einzugehen, in vielen Fällen also mit akademischen Forschungseinrichtungen (vgl. Teece 1988: 266). In solchen Situationen tendieren innovierende Unternehmen dazu, zunächst in kooperative Arrangements einzutreten und die Kooperation zu nutzen, um eigene Forschungskompetenzen aufzubauen, dann aber die Abhängigkeit von externen F&E-Aktivitäten möglichst schnell wieder zu reduzieren. Entsprechend zeigt sich in den frühen Phasen der Entwicklung neuer wissensbasierter Technologien zumeist eine hohe Abhängigkeit von akademischer Forschung, die aber im Laufe der Etablierung dieser Technologien deutlich zurückgeht (vgl. Feller 1990: 338; Nelson 1988: 320f; Teece 1988: 276ff).

Die Notwendigkeit intermediärer Kooperation ergibt sich hier daraus, daß das extern vorhandene innovationsrelevante Wissen einerseits nicht schnell genug unternehmensintern reproduziert werden kann, andererseits aber sein Nutzen nicht hinreichend genau bestimmbar ist, um es marktförmig austauschen zu können. Genau darin besteht umgekehrt aber auch ihre Problematik. Denn angesichts hoher Unsicherheit des Verlaufs, der Ergebnisse und deren ökonomischer Verwertbarkeit ist es bei weitreichenden Innovationsvorhaben kaum möglich, die jeweiligen Innovationsbeiträge präzise vertraglich zu fixieren. Dies findet seinen Ausdruck etwa darin, daß entsprechende Kooperationsverträge in aller Regel weniger die Zusammenarbeit selbst regeln als deren Ausstiegsbedingungen (vgl. Teece 1988: 259ff; Häusler et al. 1994: 50f). Die geringe Abschätzbarkeit des ökonomischen Wertes neuen generischen Wissens und der Umstand, daß es als latent öffentliches Gut gegenüber konkurrierenden Unternehmen nur unzureichend abzuschirmen ist (vgl. Nelson 1988: 315), erschwert die Situation im Fall der Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie zusätzlich. Auch hier liegt mithin eine Situation hoher Erwartungsunsicherheit vor, die durch die Beschränkung der Kooperation auf eine Übergangsphase zeitlich eingegrenzt wird, während dieser Phase aber allem Anschein nach nur durch intermediärer Kooperation bewältigbar ist.

Die Argumentation bis hierher zusammenfassend, kann man erstens festhalten: Die Innovationsökonomie sieht Kooperationserfordernisse zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen vor allem in Innovationsprozessen, die auf die Rezeption bzw. Adaption neuen wissenschaftlich-technologischen Wissens angewiesen sind. Und zweitens: Die neuere innovationsökonomische Diskussion zeigt, daß solche Kooperationsbeziehungen durch hohe Erwartungsunsicherheit gekennzeichnet sind. Aus diesen Beobachtungen hatten wir auf die Notwendigkeit intermediärer Kooperation geschlossen. Dabei war offen geblieben, wie intermediäre Kooperation strukturiert ist, d.h. welche charakteristischen Merkmale sie aufweist, um trotz Erwartungsunsicherheit funktionsfähig zu sein. Dieser Frage wenden wir uns nun zu.

#### **4. Strukturmerkmale intermediärer Kooperation**

Um ein vollständiges Bild der Bedeutung intermediärer Kooperation in Innovationsprozessen zu erhalten, wäre es erforderlich, in gleicher Weise wie für die Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie auch auf die Bedingungen und Funktionen intermediärer Kooperation zwischen innovierenden Unternehmen (vgl. z.B. Hagedoorn/Schakenraad 1990; Häusler et al. 1994), zwischen F&E- und Produktionsabteilungen innerhalb innovierender Unternehmen (vgl. z.B. Maidique/Zirger 1985) oder auch zwischen innovierenden Unterneh-

men und potentiellen Anwendern (vgl. z.B. Lundvall 1988; Asdonk et al. 1990; Kowol/Krohn 1995) einzugehen und anschließend deren wechselseitige Vernetzung zu analysieren. Das kann hier nicht geleistet werden. Stattdessen soll nach den Strukturmerkmalen intermediärer Kooperation gefragt werden. Hier sollen zum einen die allgemeinen Eigenschaften, die für intermediäre Kooperation insgesamt typisch sind, untersucht werden, zum anderen diejenigen Merkmale, die in spezifischer Weise die Kooperation zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen prägen.

Die neuere innovationstheoretische Literatur hebt vier Merkmale innovationsbezogener Kooperation als besonders bedeutsam hervor: Informalität, Personengebundenheit, Vertrauensbasiertheit und Reziprozität. Alle diese Merkmale, so soll im folgenden gezeigt werden, sind darauf ausgerichtet, Handlungserwartungen wechselseitig zu stabilisieren und gegen Enttäuschung abzusichern, deren Erfüllung angesichts hoher Erwartungsunsicherheit weder vertraglich noch durch Weisung sichergestellt werden kann. Wir vermuten, daß es im wesentlichen diese vier Merkmale sind, die die Struktur intermediärer Kooperation bestimmen, und zwar nicht nur bei Austauschbeziehungen zwischen akademischer Forschung und Industrie, sondern auch bei den benannten anderen Formen intermediärer Kooperation.

Geht man davon aus, daß intermediäre Kooperation jeweils dort entsteht, wo formal abgesicherte Strukturen der Handlungskoordination, wie es vertragliche oder organisationale Austauschbeziehungen sind, nicht greifen, so ist intermediäre Kooperation geradezu per definitio nem informell. Dies gilt nur dann nicht, wenn man die Lösung wechselseitigen Markt- und Organisationsversagens in einer Kombination markt- und organisationsförmiger Strukturmodelle sieht. Unter Verwendung des Netzwerkbegriffs ist eine solche Betrachtungsweise im Zusammenhang mit dem transaktionskostentheoretischen Ansatz vor allem als Modell der Erklärung zwischenbetrieblicher Kooperation entwickelt worden. Wir gehen auf das Modell im folgenden kurz ein und stellen in diesem Zusammenhang einige gemeinsame Probleme und Motive der Kooperation zwischen Unternehmen und der Kooperation mit akademischen Forschungseinrichtungen heraus, die informelle Abstimmungsprozesse jedenfalls bei weitreichenden Innovationsvorhaben zwingend erfordern.

Ausgangspunkt des transaktionskostentheoretischen Ansatzes ist die Beobachtung Williamsons, daß in informational intransparenten Märkten schon der Marktausch selbst hohe Transaktionskosten, also hohe Such- und Austauschkosten verursachen kann. Transaktionskostentheoretisch betrachtet legen Unternehmen ihren Innovationsentscheidungen dementsprechend sogenannte 'make or buy'-Abschätzungen zugrunde (vgl. Van de Ven 1993: 342), d.h. sie wägen die Kosten eigener Entwicklung gegenüber denjenigen externer Bereitstellung ab. Diesem Kalkül zufolge präferieren Unternehmen externe Ressourcen dann, wenn vertikale Integration angesichts hoher Entwicklungskosten und geringer unternehmenseigener Möglichkeiten, 'economies of scale' oder 'economies of scope' auszunutzen, als unökonomisch bewertet wird. Hohe Transaktionskosten bei der Nutzung externer Ressourcen andererseits schaffen einen Anreiz für vertikale Integration (vgl. Williamson 1975: 20ff; Teece 1988: 276f).

Der Austausch innovationsbezogener F&E-Beiträge ist ohne Zweifel in besonderem Maße durch informationale Intransparenz geprägt. Dies liegt, wie Rosenberg herausstreckt, daran, "daß der Markt für Wissen inhärent unvollkommen und dünn ist, denn um den Wert der Information zu bestimmen, ist es im allgemeinen erforderlich, die Information zu kennen. Dies erzeugt natürlich eine grundlegende Schwierigkeit, weil der Käufer, kennt er die Information erst einmal, keinen Anreiz hat, für sie zu bezahlen." (Rosenberg 1990: 166; Übers. d. Verf.) Vor allem bei weitreichenden Innovationsvorhaben ist andererseits jedoch aus den genannten Gründen auch vertikale Integration vielfach keine gangbare Alternative. Angesichts dieses Dilemmas spricht aus der Perspektive des transaktionskostentheoretischen Ansatzes zur Vermeidung wechselseitigen Markt- und Organisationsversagens vieles für die Verknüpfung bzw.

Interpenetration markt- und organisationsförmiger Koordinationsformen (vgl. Imai/Itami 1984: 298ff). Die Vorteile eines solchen dritten Weges zwischen Markt und Hierarchie beschreibt Goto am Beispiel japanischer 'business groups' in Sektoren mit einer hohen Rate technologischen Wandels folgendermaßen: "Die Firma kann, von ihrem Standpunkt aus gesehen, indem sie eine Gruppe bildet oder in eine eintritt, Transaktionskosten einsparen, die sie auf sich geladen hätte, wenn die Transaktion auf dem Markt durchgeführt worden wäre, und zugleich kann sie skalenbedingte Ausgaben oder Kontrollverluste vermeiden, die entstanden wären, wenn sie intern expandiert hätte und die Transaktion firmenintern durchgeführt hätte. Wenn der Nettogewinn bei Bildung einer oder Eintritt in eine Gruppe den der Durchführung der Transaktionen innerhalb der Firma oder auf dem Markt übersteigt, hat die Firma den Anreiz, eine Gruppe zu bilden oder in eine einzutreten." (Goto 1982: 61; Übers. d. Verf.)

Koordinationsprozesse, die auf einer Verknüpfung markt- und organisationsförmiger Austauschformen beruhen, setzen somit zum einen voraus, daß sich Kosten und Gewinne der fraglichen Transaktionen zahlenmäßig evaluieren lassen, zum anderen, daß die Reduktion von Kosten das Ziel ist, das der Entscheidung für oder gegen Kooperation zugrundeliegt. Für den Fall innovationsbezogener Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie hatten wir bereits gesehen, daß keine dieser beiden Vorannahmen zutrifft. Interessanterweise ergibt sich für zwischenbetriebliche Kooperation insbesondere bei Innovationsprozessen, die auf grundlegende technologische Neuerungen abzielen, ein ähnliches Bild. Für Innovationen in den Bereichen Informationstechnologie, Biotechnologie und neue Materialien zeigt die umfangreiche empirische Untersuchung von Hagedoorn und Schakenraad, daß das Ziel, hohe Entwicklungskosten zu reduzieren und Entwicklungsrisiken abzufedern, als Motiv zwischenbetrieblicher F&E-Kooperation von geringerer Bedeutung zu sein scheint. Die beiden mit Abstand am häufigsten genannten Gründe der F&E-Kooperation zwischen innovierenden Unternehmen dieser Sektoren sind vielmehr die Ausnutzung technologischer Komplementaritäten zwischen Firmen und die Verkürzung von Innovationszeiträumen. Hinzu kommen langfristige strategische Erwägungen (vgl. Hagedoorn/Schakenraad 1990: 11, 13f; vgl. auch Häusler et al. 1994: 49).

Plausibel wird dieser Befund, wenn man genauer untersucht, um welche Form von Wissen es bei zwischenbetrieblicher Kooperation geht. Hatte Van de Ven schon bei wissenschaftlichem Grundlagenwissen auf Zugangsbarrieren, verursacht durch dessen teilweise impliziten Charakter, hingewiesen, so gilt dies umso mehr für das technologische Wissen innerhalb von Unternehmen. Allgemein besteht in der innovationsökonomischen Literatur weitreichende Einigkeit darüber, daß, wie Pavitt formuliert, das meiste dieses Wissens "sich nicht als generell anwendbare und leicht reproduzierbare 'Information' darstellt, sondern firmen- und anwendungsspezifisch, in seiner Entwicklung kumulativ und zwischen den Sektoren in Ursprung und Richtung verschiedenartig" (Pavitt 1984: 343; Übers. d. Verf.) ist. Unter der Bedingung hoher technologischer Differenzierung sind Unternehmen kaum in der Lage, alle Innovationsmöglichkeiten gleichermaßen zu evaluieren. Sie sind, wie oben bereits angesprochen, in ihrer Suche vielmehr im wesentlichen auf die Bereiche beschränkt, in denen sie bereits eigenes Wissen und eigene Fertigkeiten besitzen, und nutzen die bestehende technologische Basis und die etablierten Routinen in einem firmenspezifischen und kumulativen Prozeß als jeweiligen Ausgangspunkt ihrer Innovationsentscheidungen (vgl. Rosenberg 1976: 111; Pavitt 1984: 353; Nelson/Winter 1982: 96ff; Dosi 1988: 225). Unternehmensinterne Innovationen sind anders ausgedrückt Lernprozesse, die in hohem Maße durch firmenspezifische Erfahrungen hinsichtlich erfolgreicher bzw. gescheiterter früherer Problemlösungen geprägt sind, und die in Kontexten stattfinden, deren Kombination aus bereits kumuliertem Wissen, verwendeten Suchheuristiken, Routinen und verfügbaren Ressourcen auch in Unternehmen eines Sektors nie identisch sind (vgl. Cohendet et al. 1993: 68f; Maidique/Zirger 1985: 240f).

Für die Frage zwischenbetrieblicher Kooperation ergeben sich hieraus zwei wichtige Konsequenzen: Zum einen sind die Ergebnisse unternehmensinterner Innovationsprozesse nur mit einem Aufwand aus ihren jeweiligen Entstehungszusammenhängen ablösbar. Ihre kumulative und erfahrungsgebundene Natur führt zum anderen dazu, daß einmal eingeschlagene Entwicklungsrichtungen nur schwer wieder verlassen werden können bzw. daß es ein langwieriger Prozeß ist, bis ein Unternehmen in einem neuen technologischen Bereich über das erforderliche Erfahrungswissen verfügt (vgl. Harianto/Pennings 1994: 295). Dies aber stellt in vielen heutigen Entwicklungszusammenhängen ein ernsthaftes Innovationshemmnis dar. Die zunehmende Bedeutung der sogenannten 'Kombi-Technologien' wie Bioinformatik, Mechatronik oder Mikrosystemtechnik weist deutlich darauf hin, daß weitreichende Innovationen vor allem in den wissensbasierten Sektoren immer stärker auf die Verknüpfung unterschiedlicher technologischer Entwicklungslinien angewiesen sind (vgl. Welsch 1993: 286; Malsch 1994: 16; Jonas et al. 1994; Meyer-Krahmer 1994). Ein schneller Zugang zu dem aus der Perspektive des innovierenden Unternehmens erforderlichen komplementären technologischen Wissen kann dementsprechend nur durch zwischenbetriebliche F&E-Kooperation erlangt werden. Dies aber entspricht genau dem angeführten Befund Hagedoorns und Schakenraads.

Bei weitreichenden Innovationsprozessen weisen Kooperationen zwischen akademischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen und zwischenbetriebliche Kooperationsbeziehungen somit einige bemerkenswerte Parallelen auf. In beiden Fällen geht es um den Zugang zu Wissen in Bereichen, in denen den Unternehmen selbst die notwendigen F&E-Kompetenzen fehlen, und dessen eigenständige Erarbeitung deshalb ausgesprochen zeitaufwendig wäre. In keinem der beiden Fälle liegen der Kooperationsentscheidung primär Kostengesichtspunkte zugrunde, im Vordergrund steht vielmehr die strategische Überlegung, angesichts hoher technologischer Dynamik in zukunftsträchtige Entwicklungsfelder zu investieren, auch wenn sich deren Gewinnaussichten und damit auch der ökonomische Wert der jeweiligen Innovationsbeiträge kaum evaluieren läßt. Beidesmal aber wird der Zugang zu dem erforderlichen Wissen durch bestimmte Merkmale dieses Wissens erschwert, im Fall der Kooperation mit akademischen Forschungseinrichtungen durch die Neuheit des generischen Wissens und - wie weiter unten noch begründet wird - durch kognitive Differenzen zwischen akademischen und industriellen Forschungszusammenhängen, im Falle zwischenbetrieblicher Kooperation durch die jeweilige technologische Spezialisierung der Unternehmen und hohe Kontextgebundenheit firmenspezifischen Wissens.

Wenn man so will, erzeugen diese Zugangsbarrieren und die Unsicherheit bei der Evaluation der Innovationsbeiträge eine informationale Intransparenz, die marktförmige Austauschprozesse insgesamt aushebelt. Denn, um das Argument von Rosenberg weiter zuzuspitzen, wenn die Etablierung von Kooperationsbeziehungen die Voraussetzung dafür ist, überhaupt erst Zugang zu dem fraglichen Wissen zu erlangen, und wenn sich dessen ökonomischer Wert - falls überhaupt - erst während oder nach Abschluß des Innovationsvorhabens herausstellt, dann können transaktionskostenbezogene Überlegungen der Kooperationsentscheidung sicherlich nicht zugrunde gelegt werden. Dies gilt umso mehr, wenn ein zeitgerechter Aufbau eigener Kompetenzen nicht möglich ist, also auch die Alternative vertikaler Integration verbaut ist. Ein dritter Weg kann unter diesen Bedingungen nicht mehr in einer Kombination markt- und organisationsförmiger Koordinationsformen gefunden werden, notwendig sind vielmehr Austauschmechanismen, die zu wesentlichen Anteilen informell strukturiert sind. Das Merkmal der Informalität, so soll im folgenden gezeigt werden, steht hierbei in engem Zusammenhang mit Personengebundenheit, Vertrauensbasiertheit und Reziprozität, den drei anderen oben benannten Strukturmerkmalen intermediärer Kooperation.

Die Notwendigkeit informeller Arrangements ergibt sich unter den genannten Voraussetzungen schon bei der Einrichtung innovationsbezogener Kooperationsbeziehungen. Bereits der

Prozeß der Partneridentifikation erweist sich angesichts der geringen Evaluierbarkeit potentiell relevanter Innovationsbeiträge als ausgesprochen schwierig. Sehr häufig wird die Partnersuche deshalb in Ermangelung anderer Suchkriterien durch persönliche Kontakte strukturiert. Persönliche Beziehungen, so Hakansson, "sind eine der wertvollsten Ressourcen, die ein Unternehmen besitzt. ... sie sind große und wichtige Investitionen, auf die achtgegeben werden muß und die auf unterschiedliche Weise aufrechterhalten werden müssen" (Hakansson 1987: 10; Übers. d. Verf.). Oder wie Lawton Smith et al. formulieren: "Persönliche Beziehungen sind nicht allein ein Resultat von Zusammenarbeit, sondern ein Schlüsselfaktor ihres Erfolgs. Zusammenarbeit erzeugt Verpflichtung und Reziprozität - wodurch eine Beziehung etabliert wird, auf die zurückgegriffen werden kann, wenn der Bedarf danach entsteht. Die Zusammenarbeit selbst kann ein Resultat persönlichen und professionellen Vertrauens sein, das in vielen Bereichen innerhalb von Unternehmen besteht." (Lawton Smith et al. 1991: 466; Übers. d. Verf.) Persönliche Beziehungen erweisen sich, so signalisieren dies Befunde, offensichtlich deshalb als geeignet, Erwartungsunsicherheit zu reduzieren, weil sich auf ihrer Basis Vertrauen und Reziprozität erzeugen läßt.

Der Rückgriff auf persönliche Kontakte aus früheren oder bestehenden Kooperationen kann die Partnersuche erleichtern, er hat im Fall weitreichender Innovationsvorhaben auf der Basis neuartigen Wissens aber auch seine Beschränkungen. Denn, so betonen Häusler et al., wenn "das Forschungsprojekt es erfordert, Partner in technologischen Feldern zu finden, deren Erforschung gerade erst beginnt, sind bereits bestehende Verbindungen möglicherweise nicht nur wenig hilfreich, sondern versperren, berücksichtigt man die 'Pfadabhängigkeit' von Netzwerk-Strukturen, eventuell sogar den Prozeß der Etablierung notwendiger neuer Verbindungen" (Häusler et al. 1994: 50; Übers. d. Verf.). Hierin zeigt sich, daß es durchaus sinnvoll ist, persönliche Beziehungen auch ohne konkrete Kooperationsabsicht aufzubauen und aufrechterzuerhalten, sofern sich mit ihnen die zukünftige Möglichkeit verbindet, neue Optionen für Kooperationen jenseits bereits bestehender Kooperationspfade zu eröffnen. Ein solches Kalkül hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Motivation, die der auf Zugang zur akademischen Forschung bezogenen Kooperation zugrundeliegt oder auch der Kooperation in industriefinanzierten Forschungsvereinigungen im Bereich vorwettbewerblicher Forschung (vgl. Nelson 1988: 287; Kay 1988: 319). Man kann deshalb vermuten, daß im Bereich wissensbasierter Innovationsvorhaben nicht zuletzt dies die Orte sind, an denen persönliche Kontakte dieser Art gepflegt werden können.

Ein zentrales Problem bei der Initiierung innovationsbezogener Kooperationsbeziehungen besteht darin, daß die Kooperationspartner selbst dann, wenn sich die jeweiligen Innovationsbeiträge in befriedigender Weise vertraglich festlegen lassen, in der vorkontraktuellen Phase der Aushandlung dieser Beiträge Informationen preisgeben müssen, die die erforderlichen Abstimmungsprozesse überhaupt erst ermöglichen. Zumindest in dieser Phase besteht immer die Gefahr, daß potentielle Kooperationspartner Zugang zu nur durch Geheimhaltung geschütztem proprietärem Wissen erlangen und dies zum Nachteil des jeweiligen potentiellen Partners nutzen (vgl. Teece 1986: 260; Asdonk et al. 1991: 299; Lawton Smith et al. 1991: 464). Weitreichende Innovationsprozesse in wissensbasierten Sektoren, die eine Einbeziehung neuen generischen Wissens erfordern und technologische Komplementaritäten unterschiedlicher Unternehmen einbeziehen, lassen sich, so hatten wir argumentiert, jedoch insgesamt nur unzureichend vertraglich absichern. Das Problem der mißbräuchlichen Nutzung in der Kooperation gewonnen Wissens begleitet hier dementsprechend den gesamten Innovationsprozeß. Unter diesen Bedingungen, dies streichen Häusler et al. in Übereinstimmung mit vielen der neueren innovationstheoretischen Ansätze heraus, "(kann) nur Interaktion auf der Basis wechselseitigen Vertrauens ... Unsicherheit in Innovationsprozessen ausreichend reduzieren, um einen freien Informationsfluß zu erlauben und gleichzeitig opportunistisches Verhalten zu

begrenzen" (Häusler et al. 1994: 48; vgl. z.B. auch Freeman 1991: 503; Lundvall 1988: 352; Kowol/Krohn 1995: 88, 98f).

In einem solchen Zusammenhang, der durch unterschiedliche und zum Teil konkurrierende Interessen und Ziele heterogener Akteure geprägt ist, von Vertrauen zu sprechen, bedarf selbstverständlich weiterer Erklärung und Präzisierung. Daß es sich nicht um blindes oder bedingungsloses Vertrauen handeln kann, ist evident. Die von Sabel für entsprechende Beziehungen geprägten Begriffe des "wachsamen Vertrauens" und der "ausgehandelten Loyalität" treffen u.E. den Kern dessen, worum es hier geht (vgl. Sabel 1993: 334ff): um Formen wechselseitiger Handlungserwartungen, deren Erfüllung zwar kaum direkt einklagbar ist, die aber dennoch so gut irgend möglich gegen Enttäuschung abgesichert werden. Innovationsbezogene Vertrauensbeziehungen verfügen dementsprechend in der Regel über eine Reihe von Merkmalen, die dieser Absicherung dienen bzw. sie unterstützen: Erstens werden Vertrauensbeziehungen nach Möglichkeit unter Rückgriff auf frühere Erfahrungen aufgebaut, die eine Einschätzung der Vertrauenswürdigkeit des Partners erleichtern können (vgl. Kowol/Krohn 1994: 98f). Sie basieren zweitens auf der gemeinsam geteilten Erwartung, daß für beide Seiten der langfristige Nutzen der Aufrechterhaltung der Kooperationsbeziehung den kurzfristigen Vorteil opportunistischen Verhaltens übersteigt. Sie werden drittens stabilisiert durch das Phänomen des 'lock-in', d.h. dadurch, daß die Kooperationspartner, je mehr Zeit, Kosten und Wissen in eine Kooperationsbeziehung bereits investiert ist desto enger aneinander gebunden sind (vgl. Teece 1986: 260f). Und viertens schließlich werden Vertrauensbeziehungen laufend anhand der Reziprozität des Austausches überprüft (vgl. Häusler et al. 1994: 59).

Für die Überprüfung von Vertrauensbeziehungen wie für die Funktionsfähigkeit des informellen Austauschs von Innovationsbeiträgen insgesamt ist Reziprozität als vierter der von uns benannten allgemeinen Merkmale intermediärer Kooperation ohne Zweifel ein ausgesprochen wichtiger Regulationsmechanismus. So beobachten etwa Cohendet et al., daß trotz der Gefahr von Spillovereffekten, d.h. von Effekten der unentgeltlichen Nutzung des in einem Unternehmen generierten Wissens durch andere Unternehmen (vgl. König et al. 1993: 221), eine Zunahme von Formen technologischer Partnerschaft besonders im Bereich fortgeschrittenen Technologien zu verzeichnen ist. Und sie führen dies darauf zurück, daß solche Spillovers "zu einem großen Teil durch Reziprozitätsvereinbarungen gemeistert werden" (Cohendet et al. 1993: 70; Übers. d. Verf.). Der informelle Austausch innovationsrelevanten Wissens, so die Autoren, ist hier "häufig ein kontrollierter Prozeß, bei dem die Reziprozitätsregel in einem lange wiederholten Spiel vorherrscht" (ebd.: 71). Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt von Hippel in seiner Untersuchung dessen, was er als 'informal know-how trading' bezeichnet. Seine Untersuchung beschränkt sich zwar auf proprietäres Wissen, das für keines der beteiligten Unternehmen überlebensnotwendig ist und von jedem der Unternehmen zur Not auch eigenständig hergestellt werden könnte. Immerhin kann er nachweisen, daß selbst Firmen, die direkt miteinander konkurrieren, den Mechanismus informeller Reziprozität zum Austausch von Innovationsbeiträgen nutzen (vgl. von Hippel 1987: 291ff, 298f; vgl. auch Nelsons Beobachtung des "implicit patent pooling", ders. 1988: 318).

Unter der Bedingung hoher Erwartungsunsicherheit, unter der Bedingung also, daß der zukünftige Nutzen von Innovationsbeiträgen *ex ante* kaum abgeschätzt werden kann und das zukünftige Verhalten der Kooperationspartner nur in geringem Maße einklagbar ist, scheint die Reziprozitätsregel der einzige wirkungsvolle Mechanismus zu sein, um ein wenn auch labiles Gleichgewicht des Austauschs sicherzustellen (vgl. Normann 1971: 211f; Häusler et al. 1994: 50). Allgemein gesprochen funktioniert Reziprozität als ein Verhältnis wechselseitiger Verpflichtung, das durch Vorleistungen und Gegenleistungen konstituiert wird. Sofern die Kooperationspartner in der Wahrnehmung übereinstimmen, daß sich die jeweiligen Leistungen im Durchschnitt ausgleichen, entsteht ein stabiles Reziprozitätsverhältnis. Andernfalls gilt

die Reziprozitätsregel als verletzt, was in aller Regel die Aufkündigung intermediärer Kooperation zur Folge hat. Reziprozität zielt mithin darauf, Ungleiches vergleichbar zu machen, und zwar ohne daß direkt auf Geld als Medium der Verrechnung zurückgegriffen werden kann. Der Erfolg reziproken Austauschs hängt dementsprechend davon ab, daß die Kooperationspartner zu einer übereinstimmenden Einschätzung des jeweiligen Nutzens der ausgetauschten Leistungen gelangen, um auf dieser Basis kompatible wechselseitige Erwartungen formulieren zu können. Dies aber erweist sich als um so schwieriger je unsicherer die potentielle Bedeutung von Innovationsbeiträgen ist. Reziproke Austauschzusammenhänge sind deshalb, je unsicherer die potentielle Bedeutung von Innovationsbeiträgen ist umso stärker auf die Aushandlung übereinstimmender Bedeutungszuweisungen angewiesen.

Zusammenfassend kann man festhalten: Als Strukturmerkmale intermediärer Kooperation sind Informalität, Personengebundenheit, Vertrauensbasiertheit und Reziprozität darauf ausgerichtet, Austauschzusammenhänge zu ermöglichen und zu stabilisieren, die sowohl bezogen auf den Innovationsprozeß als auch bezogen auf das Verhalten der Kooperationspartner durch hohe Erwartungsunsicherheit gekennzeichnet sind. Dabei ist zu beobachten, daß sich diese Strukturmomente wechselseitig bedingen bzw. verstärken, indem etwa persönliche Kontakte fehlende formalisierbare Austauschstrukturen substituieren und den Aufbau von Vertrauen erleichtern oder reziproke Austauschstrukturen der Überprüfung von Vertrauensbeziehungen dienen.

Die Analyse intermediärer Kooperation bleibt jedoch unvollständig, solange der unter dem Stichwort der doppelten Loyalität verhandelte Problemkomplex ausgespart bleibt. Den bisherigen Überlegungen lag implizit die Annahme zugrunde, daß die fraglichen Kooperationsbeziehungen zwischen Organisationen geknüpft werden bzw. zwischen individuellen Akteuren, die bruchlos als Repräsentanten des jeweiligen Organisationsinteresses behandelt werden können. Dies ist sicherlich, insbesondere stellt man die Bedeutung persönlicher Kontakte in Rechnung, eine Übersimplifikation. Ein realistischeres Bild ergibt sich, betrachtet man intermediäre Kooperation als einen Abstimmungsprozeß auf zwei Ebenen, also nicht nur zwischen den an der Kooperation konkret beteiligten Akteuren, sondern zugleich auch zwischen ihnen und den sie jeweils delegierenden Organisationen: "Auf der einen Ebene sind sie einbezogen in Aushandlungen mit externen Gruppen ... Diese Aushandlungen bringen möglicherweise Ergebnisse hervor, die dann auf der zweiten Ebene durch ... die delegierenden Organisationen ratifiziert werden müssen." (Häusler et al. 1994: 59; Übers. d. Verf.) Diese zweiseitige Aushandlungssituation ist, so Häusler et al. für die beteiligten Akteure nicht unproblematisch: "Je erfolgreicher die Mitglieder der Forschungsgruppe die Probleme des Mißtrauens auf der ersten Ebene lösen, desto mehr werden sie mit wachsendem Mißtrauen auf der zweiten Ebene konfrontiert sein. Besteht ein gewisses Maß an Reziprozität auf der interorganisationalen Ebene, so kann bei den konstituierenden Organisationen die Befürchtung entstehen, daß die Werte und Normen der Gruppe mit den Werten und Normen der an der Zusammenarbeit beteiligten Firmen konfliktieren. Als Konsequenz müssen die Mitglieder der Forschungsgruppe nicht allein einen Mittelweg zwischen Solidarität und Konkurrenz auf der interorganisationalen Ebene einschlagen, sondern genauso auch innerhalb ihrer Organisation Mißtrauen reduzieren." (ebd.) Dies aber bedeutet nichts anderes, als die Entwicklung doppelter Loyalität, also Loyalität gegenüber den Interessen und Zielen der Forschungsgruppe ebenso wie auch gegenüber denen der Herkunftsorganisation.

Mit Blick auf die Struktur doppelter Loyalität unterscheiden sich Kooperationsbeziehungen zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen jedoch sichtlich von solchen etwa zwischen Unternehmen. Hierin sehen wir einige spezifische Merkmale insbesondere der auf Adaption neuen generischen Wissens ausgerichteten Form intermediärer Kooperation zwischen diesen Kooperationspartnern begründet. Denn während in zwischenbetrieblichen

Kooperationsbeziehungen die Loyalitäten auf der zweiten Ebene durch das jeweils firmenspezifische Innovationsinteresse vorstrukturiert sind und den betrieblichen Repräsentanten dadurch einen gewissen Grad an Verhaltenssicherheit bieten, stellt sich die Situation für akademische Forscher aus zwei Gründen anders dar: Zum einen besitzen akademische Forschungseinrichtungen in aller Regel kein eigenständiges Interesse an der ökonomischen Nutzung der fraglichen Innovationen bzw. nicht die Ressourcen, die eine solche Nutzung ermöglichte. Ein ökonomisches Interesse, an dem die akademischen Forscher ihre Loyalitätsabwägungen orientieren können, besteht deshalb höchstens indirekt (etwa in Form der Sicherung von Forschungsressourcen durch Akquisition von Drittmitteln). Zum anderen ist die Loyalität akademischer Wissenschaftler der eigenen Organisation gegenüber insgesamt weniger durch einforderbare Organisationsinteressen und -ziele geprägt, sondern besteht eher in der Übereinstimmung mit der kognitiven und sozialen Matrix einer Forschungsgruppe bzw. einer 'scientific community' im speziellen (vgl. Krohn/Küppers 1989: 37ff) bzw. mit grundlegenden Normen und Reputationsregeln des Wissenschaftssystems im allgemeinen.

Auf der zweiten Ebene sind die Loyalitätsbeziehungen akademischer Wissenschaftler also weniger durch mehr oder minder konkrete Interessen und Ziele einer delegierenden Organisation bestimmt als vielmehr durch die kognitive Orientierung akademischer Forschung. Die aber weist deutliche Unterschiede zu denjenigen Orientierungsmustern auf, welche industrieller Forschung und Entwicklung zugrundeliegen (vgl. Freeman 1988: 337; Geisler/Rubenstein 1989: 44ff). Denn akademische Forschungszusammenhänge sind in der Regel darauf ausgerichtet, wenige Variable auf generalisierbare Aussagen hin zu untersuchen. Industrieller Forschung und Entwicklung hingegen geht es um spezifisches und nur begrenzt verallgemeinerbares Wissen über eine Vielzahl von Variablen, die für die Funktionsfähigkeit eines angezielten Produktes von Bedeutung sind (Pavitt 1991: 111). Beide Orientierungen spiegeln jeweils unterschiedliche Reputationsmechanismen wieder: Während wissenschaftliche Reputation "Verdienste zum Ausdruck (bringt), die speziell in der Wissenschaft ... um die Wissenschaft erworben werden" (Luhmann 1990: 247), hängt die Reputation von Technikentwicklern von der Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit neuer Geräte ab und führt dort, so Knie, zu einer "enge(n) Anbindung an bereits bewährte Verfahrensweisen und eine(r) sehr kontrollierte(n) Übernahme neuer Erkenntnisse" (vgl. Knie 1990: 99).

Damit erschweren die Orientierungsmuster, die die Loyalitätsbeziehungen akademischer Wissenschaftler auf der zweiten Ebene strukturieren, in ihren Differenzen zu denen industrieller Forschung und Entwicklung zugleich auch die Aushandlung der Kooperationsbeziehung zwischen akademischer Forschung und Industrie, also den Aufbau von Loyalität auf der ersten Ebene. Geisler und Rubenstein unterscheiden hierbei Differenzen in sachlicher, sozialer und zeitlicher Hinsicht. In der zeitlichen Dimension steht eine vorwiegend kurz- bis mittelfristige produktorientierte Perspektive industrieller Forschung dem zumeist langfristigen Horizont akademischer Forschung gegenüber (vgl. Geisler/Rubenstein 1989: 45, 50). In der sozialen Dimension unterscheiden sich Unternehmen durch "die relative Rigidität der Entscheidungs- und Kommunikationskanäle" (ebd.: 47; Übers. d. Verf.) von der eher amorphen und offenen Struktur der Kommunikation in akademischen Forschungszusammenhängen. Und in der sachlichen Dimension schließlich ist, wie bereits benannt, das akademische Ziel der Erlangung neuer und verallgemeinerungsfähiger wissenschaftlicher Aussagen dem der anwendungsspezifischen Entwicklung und Nutzung technologischen Wissens in industriellen Forschungs- und Entwicklungszusammenhängen entgegengesetzt. Diese Differenzen, so Geisler und Rubenstein, führen zur Entstehung "einer Kulturlücke oder eines Mangels an Verständigung selbst in solchen Interaktionen, die ein annehmbares Maß an Erfolg vorweisen können. Industrielle Forscher nehmen Fakultätsmitglieder als unfähig, direkte Forschung effektiv durchzuführen, wahr. Universitätsfakultäten neigen dazu, industrielle Forschung als auf nicht-akademisches Problemlösen ausgerichtet wahrzunehmen" (ebd.: 50).

Am Problem des Aufbaus doppelter Loyalität insbesondere bei der entwicklungsbezogenen Kooperation zwischen akademischer und industrieller Forschung, und das heißt insbesondere bei der auf Adaption neuen generischen Wissens bezogenen Kooperation, zeigt sich mithin als ein spezifisches Merkmal intermediärer Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie, daß das zentrale Aushandlungsproblem dieser Kooperationsbeziehung nicht zuerst ein Problem der Differenz konkreter organisationaler Interessen und Ziele ist, die die beteiligten Organisationen im Zusammenhang eines gemeinsamen Innovationsvorhabens verfolgen, sondern ein Problem differierender kognitiver Orientierungsmuster. Weiter oben hatten wir argumentiert, daß der Erfolg reziproken Austauschs davon abhängt, daß die Kooperationspartner zu einer übereinstimmenden Einschätzung des jeweiligen Nutzens der ausgetauschten Leistungen gelangen, sich dies aber als um so schwieriger erweist je unsicherer die potentielle Bedeutung von Innovationsbeiträgen ist. Ausgehend von der Beobachtung, daß eine solche Unsicherheit im Fall der Adaption neuen generischen Wissens in besonderem Maße besteht, stellt sich schon auf der Basis dieser Argumentation die Sicherstellung reziproken Austauschs bei entsprechenden Kooperationsbeziehungen als ausgesprochen problematisch dar. Die anhand des Problems doppelter Loyalität angestellten Überlegungen weisen nun aber darauf hin, daß eine weitere, noch grundlegendere Schwierigkeit hinzutritt, nämlich die, zu einem gemeinsamen Orientierungsrahmen zu gelangen, der die Formulierung übereinstimmender Bedeutungszuweisungen überhaupt erst ermöglicht. Es spricht demzufolge, berücksichtigt man die hohe Erwartungsunsicherheit hinsichtlich des Nutzens neuen generischen Wissens in weitreichenden Innovationsvorhaben und die skizzierten kognitiven Differenzen, u.E. einiges dafür, in der Schwierigkeit der Aushandlung reziproken Austausches ein besonderes Strukturmerkmal dieser Form intermediärer Kooperation zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen zu sehen. Wir wenden uns deshalb abschließend der Frage nach möglichen Mechanismen zu, die sich beim Aufbau reziproker Austauschstrukturen als hilfreich erweisen können.

## **5. Die Orientierungsfunktion von Leitvorstellungen und Prototypen bei der Sicherung reziproken Austausches**

Die Frage nach einer verbesserten wirtschaftlichen Ausnutzung vorhandener F&E-Potentiale, so hatten wir anfangs festgestellt, stellt sich zumindest in einigen ihrer wesentlichen Aspekte als Frage nach den Bedingungen und Möglichkeiten des innovationsbezogenen Transfers heterogenen Wissens. In dem Maße, in dem Wissenschaft und Technologie als zentrale Innovationsfaktoren Aufmerksamkeit gewinnen, mehren sich die Stimmen, die hieraus die Forderung nach einem direkteren Anwendungsbezug akademischer Forschung ableiten (vgl. Meyer-Krahmer/Kuntze 1992: 95). Gibbons et al. sprechen geradezu von der Entstehung einer grundlegend neuen Form der Wissensproduktion, die im Gegensatz zur herkömmlichen akademischen Wissenschaft direkt im Anwendungskontext durchgeführt werde, transdisziplinär und heterogen sei und eine größere gesellschaftliche Verantwortung und Reflexivität aufweise als jene (vgl. Gibbons et al. 1994: 3ff).

Betrachtet man die oben herausgearbeiteten Strukturmerkmale intermediärer Kooperation im allgemeinen und diejenigen der Kooperation zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen im speziellen, so erscheint es allerdings als ausgesprochen zweifelhaft, ob schon ein bestimmter Anwendungskontext ausreicht, um die Handlungsorientierungen und -ziele heterogener Kooperationspartner aufeinander abzustimmen. Insbesondere, wenn man die zumeist indirekte Wirkungsweise neuen generischen Wissens in Innovationsprozessen und damit verbunden die geringe Evaluierbarkeit ihres potentiellen Nutzens berücksichtigt, sowie den Befund, daß sich die akademische Forschungsorientierung nicht umstandslos mit der industrieller Forschung und Entwicklung in Übereinstimmung bringen läßt, wird doch sehr

fraglich, ob ein direkterer Anwendungsbezug akademischer Forschung eine sinnvolle forschungspolitische Forderung sein kann (vgl. Pavitt 1991: 117). Gerade diese letzten beiden Beobachtungen machen u.E. deutlich, daß Anwendungskontexte und -bezüge keine voraussetzbaren Gegebenheiten sind, sondern erst als Resultat der Aushandlung übereinstimmender Bedeutung von Innovationsbeiträgen und -zielen entstehen. Dann aber stellt sich die Frage nach den Bedingungen und Möglichkeiten des innovationsbezogenen Transfers neuen wissenschaftlichen Wissens nicht zuletzt als Frage nach möglichen Mechanismen, die diese Aushandlungsprozesse unterstützen und damit zugleich dazu beitragen, die Reziprozität des Austausches sicherzustellen.

Einige innovationsökonomische und technikgenetische Ansätze stellen heraus, daß angesichts von Erwartungsunsicherheit in Innovationsprozessen Zukunftsvisionen oder Leitbilder eine zentrale Orientierungsfunktion besitzen. Zukunftsvisionen, so beobachtet Freeman am Beispiel des japanischen Innovationssystems, "erheben nicht den Anspruch, akkurate Vorhersagen zu sein oder Unternehmen auf unflexible Pläne festzulegen. Sie zeichnen die grobe Richtung des Fortschritts der Wirtschaft und der Technologie und geben Unternehmen ausreichend Zutrauen in diese Vision, um ihre eigenen langfristigen Investitionen in Forschung, Entwicklung, Software, Ausrüstung und Ausbildung vorzunehmen." (Freeman 1988: 344; Übers. d. Verf.) Zwar kann auch eine auf den Entwurf von Zukunftsvisionen gerichtete gründliche Aushandlung von Entwicklungsmöglichkeiten und -alternativen Unsicherheit nicht ausschalten, sie dient jedoch dazu, "Ressourcen zu mobilisieren, Schwierigkeiten und Engpässe aufzudecken und vor allem die Partizipanten zu motivieren, Konsens zu sichern und Aufmerksamkeit zu erhöhen" (ebd.). Je grundlegender eine technische Neuentwicklung, desto weniger kann auf bewährtes technologisches Wissen zurückgegriffen werden. Zukunftsvisionen, oder wie Dierkes et al. sagen: Technikleitbilder, können, so die Autoren, unter solchen Bedingungen die Rolle "funktionale(r) Äquivalente für noch nicht existierende diskursive Regelsysteme" (Dierkes/Hoffmann/Marz 1992: 49) übernehmen. Um als "zentraler Orientierungsrahmen für Entscheidungen mit noch unsicheren Ergebnissen" (Dierkes 1993: 268) wirksam zu werden, müssen sie als kollektive Projektionen mit Blick auf ein gemeinsames Ziel formuliert werden, "das man erreichen will, weil dieser Fluchtpunkt die eigenen Träume, Visionen, Hoffnungen usw. enthält und das man zugleich erreichen zu können meint, weil es einem, zwar nicht umstandslos aber prinzipiell als machbar erscheint" (Dierkes/Marz 1992: 43).

Trifft dies zu, so ist zu vermuten, daß Leitvorstellungen um so bedeutsamer sind, je größer die kognitiven Diskrepanzen zwischen den Kooperationspartnern sind. Dann aber dürften Leitvorstellungen bei der Aushandlung übereinstimmender Bedeutungszuweisungen zwischen akademischer Forschung und innovierenden Unternehmen von besonders hoher Bedeutung sein. In der Tat lassen sich allgemeine Zielvorstellungen im Sinne erst vage umrissener Konstruktions- und Nutzungsvisionen vor allem in frühen Phasen der Technikgenese häufig beobachten (vgl. Rammert 1993: 171, 230ff). Wenn allerdings zur Erklärung der Orientierungsleistungen solcher Zielvorstellungen auf die "Stärke, Anziehungskraft und Stabilität des Leitbildes" (Dierkes/Hoffmann/Marz 1992: 52), die sich vor allem in dessen bildlicher Überzeugungskraft realisiere (vgl. ebd.: 52ff), verwiesen wird oder auf deren visionären Gehalt, so wird doch sehr deutlich, daß entsprechende Leitvorstellungen eher mit Freeman als übergreifende Orientierungsrahmen anzusehen sind, die die grobe Richtung der zukünftigen Entwicklung in weitreichenden Innovationsvorhaben vorgeben, denn als Orientierungsmuster, die in Innovationsprozessen konkret handlungs- und entscheidungsleitende Funktionen besitzen, wie dies das Leitbild-Konzept von Dierkes et al. vorsieht (vgl. Dierkes/Hoffmann/Marz 1992: 41ff).

Wenn aber die fraglichen Innovationsprozesse weder schon durch den Anwendungskontext selbst noch durch Leitvorstellungen hinreichend vorstrukturiert werden, um die heterogenen

Orientierungen der beteiligten Akteure und hier insbesondere die kognitiven Differenzen zwischen akademischer und industrieller Forschung aufeinander beziehen zu können, so stellt sich die Frage, ob sich nicht auf einer konkreteren Ebene Strukturen finden lassen, die möglicherweise in direkterer Weise in der Lage sind, entsprechende Orientierungsleistungen bereitzustellen. Eine solche Struktur sehen wir in Prototypen und den sich um die Erstellung und Modifikation von Prototypen gruppierenden Aushandlungsprozessen. Es spricht u.E. einiges dafür, daß die auf die Spezifikation von Prototypen gerichteten Aushandlungsprozesse eine wichtige Funktion bei der Erlangung gemeinsamer Bedeutungszuweisungen mit Blick auf Innovationsbeiträge und -ziele übernehmen und damit zugleich eine wichtige Funktion bei der Sicherstellung der Reziprozität des Austauschs. Vor diesem Hintergrund scheint es sinnvoll, die Rolle von Prototypen in Innovationsprozessen näher zu beleuchten.

Kooperative Forschungsprojekte, die der produktbezogenen Umsetzung neuen generischen Wissens dienen, sind häufig auf die Erstellung von Prototypen ausgerichtet. Prototypen sind in dem Sinne intermediäre Produkte, als sie sowohl der akademischen wie auch der industriellen Forschungsorientierung bestimmte Spielräume offenlassen. Einerseits bezieht die Prototypenentwicklung noch nicht den vollen Umfang der Variablen ein, der für die endgültige Produktreife erforderlich ist, und trägt damit dem akademischen Forschungsinteresse an den grundlegenderen Funktionszusammenhängen einer neuen Technologie Rechnung. Andererseits aber muß die Entwicklung hinreichend viele Parameter berücksichtigen, so daß es möglich wird, zukünftige Anwendungspotentiale abzuschätzen und zumindest ein grobkörniges Bild der Anforderungen an die weitere Produktentwicklung zu erlangen. Prototypen strukturieren mithin neue technische Entwicklungslinien vor und müssen dementsprechend genügend elaboriert sein, um innerhalb der industriellen Forschung und Entwicklung anwendungsbezogen weiterentwickelt werden zu können.

Aber nicht nur in der sachlichen, auch in der zeitlichen Dimension ermöglichen Prototypen es, die unterschiedlichen Orientierungen akademischer und industrieller Forschung aufeinander zu beziehen. Denn Prototypen bieten nicht nur den Ansatzpunkt für das Bestreben innovierender Unternehmen, möglichst schnell zur Anwendungsreife neuer Produkte zu gelangen, sie dienen auch vielfach der akademischen Forschung bei der Validierung von Zwischenschritten in langfristig angelegten Forschungszusammenhängen. Ein weiteres Merkmal von Prototypen, das die Aushandlung heterogener Ziele und Orientierungen in der zeitlichen Dimension erleichtert, ist ihre Vorläufigkeit. Denn die Erstellung von Prototypen zielt typischerweise darauf ab, wesentliche Funktionszusammenhänge auszutesten, gleichzeitig aber die Testergebnisse in die weitere Entwicklung einzubeziehen. Eine Orientierung an Prototypen erhöht dementsprechend die Offenheit und Revidierbarkeit der Forschung und Entwicklung und trägt damit der hohen Unsicherheit vor allem weitreichender Innovationsvorhaben Rechnung. Sie unterstützt eine experimentell-rekursive Vorgehensweise, die es erlaubt, Entwicklungsabläufe, -ziele und vermutete Innovationsbeiträge auch noch während des Entwicklungsprozesses zum Teil neu auszuhandeln, und damit auf veränderte Rahmenbedingungen oder einen veränderten Stand des Wissens einzugehen (vgl. Asdonk et al. 1991: 291ff; Schulz-Schaeffer 1996: 124ff).

In der Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie, so kann man zugespitzt sagen, sind Prototypen zugleich konkretisierte Konzepte und abstrakte Produkte. Dadurch eröffnen sie sowohl dem akademischen wie dem industriellen Partner die Möglichkeit, die Kooperation auf der Basis der jeweils eigenen, akademischen bzw. industriellen Forschungsorientierung zu bewerten. Dies aber ist die Voraussetzung dafür, hinsichtlich der jeweiligen Innovationsbeiträge zu übereinstimmenden Bedeutungszuweisungen zu gelangen, und damit die Voraussetzung intermediärer Kooperation auf der Basis reziproken Austauschs. Prozesse der Spezifikation und Modifikation von Prototypen können damit Orientierungsleistungen übernehmen, die weder durch den Anwendungskontext selbst noch durch Zukunftsvisionen

oder Technikleitbilder bereitgestellt werden. Erweisen sich die hier erst vorläufig formulierten Überlegungen als stichhaltig, so ließe sich die Frage nach Mechanismen der Integration heterogenen Wissens insbesondere in weitreichenden Innovationsvorhaben durch die Untersuchung der Orientierungsleistungen von Prototypen gegenüber dem Lösungsvorschlag des Leitbild-Konzepts deutlich konkretisieren.

## Literatur

Asdonk, J. / U. Bredeweg / U. Kowol (1990): Technikgenese im Kontext von Hersteller-Anwender-Beziehungen, in: R. Tschiedel (Hg.), S. 121-136

Asdonk, J. / U. Bredeweg / U. Kowol (1991): Innovation als rekursiver Prozeß. Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik, in: Zeitschrift für Soziologie 20, S.290-304

Cohendet, P. / J.-A. Héraud / E. Zuscovitch (1993): Technological Learning, Economic Networks and Innovation Appropriability, in: D. Foray / Ch. Freeman (Hg.), S. 66-76

Dertouzos, M. L. / R. K. Lester / R. M. Solow und die "MIT Commission on Industrial Productivity" (1990): Die Krise der USA. Potential für neue Produktivität "Made in America", Frankfurt/Main: Keip Verlag

Dierkes, M. (1993): Organisationskultur und Leitbilder als Einflußfaktoren der Technikgenese. Thesen zur Strukturierung eines Forschungsfeldes, in: ders.: Die Technisierung und ihre Folgen: zur Biographie eines Forschungsfeldes, Berlin: edition sigma, S. 263-276

Dierkes, M. / U. Hoffmann / L. Marz (1992): Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen, Berlin: edition sigma

Dierkes, M. / L. Marz (1992): Technikleitbilder und Anwenderinteressen. Ein Beitrag zum vorbeugenden Verbraucherschutz, in: Verbraucherpolitische Hefte 15, Dez. 1992, S. 39-58

Dosi, G. (1982): Technological Paradigms and Technological Trajectories. A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change, in: Research Policy 11, S. 147-162

Dosi, G. (1988): The Nature of the Innovative Process, in: G. Dosi et al. (Hg.), S. 221-238

Dosi, G. / Ch. Freeman / R. Nelson / G. Silverberg / L. Soete (1988): Technical Change and Economic Theory, London u.a.: Pinter Publishers

Feller, I. (1990): Universities as Engines of R&D-based Economic Growth: They Think They Can, in: Research Policy 19, S. 335-348

Foray, D. / Ch. Freeman (Hg.) (1993): Technology and the Wealth of Nations. The Dynamics of Constructed Advantage, London u.a.: Pinter Publishers

Freeman, Ch. (1988): Japan: A New National System of Innovation?, in: G. Dosi et al. (Hg.), S. 330-348

Freeman, Ch. (1991): Networks of Innovators: A Synthesis of Research Issues, in: Research Policy 20, S. 499-514

Freeman, Ch. / C. Perez (1988): Structural Crisis of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour, in: G. Dosi et al. (Hg.), S. 38-66

Freeman, Ch. / M. Sharp / W. Walker (Hg.) (1991): Technology and the Future of Europe. Global Competition and the Environment in the 1990s, London u.a.: Pinter Publishers

Freeman, Ch. / L. Soete (Hg.) (1990): New Explorations in the Economics of Technical Change, London u.a.: Pinter Publishers

Fricke, E. (Hg.) (1994): Zur Zukunftsorientierung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern, Forum Humane Technikgestaltung, Heft 12, hg. vom Forschungsinstitut der Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn

Gahlen, B. / H. J. Ramser / H. Hesse (Hg.) (1993): Ökonomische Probleme der europäischen Integration, Schriftenreihe des wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Ottobeuren, Bd. 23, Tübingen

Geisler, E. / A. H. Rubenstein (1989): University - Industry Relationships: A Review of Major Issues, in: A. N. Link / G. Tassey (Hg.), S. 43-62

Gibbons, M. / C. Limoges / H. Nowotny / S. Schwartzman / P. Scott / M. Trow (1994): The New Production of Knowledge, London: Sage Publications

Goto, A. (1982): Business Groups in a Market Economy, in: European Economic Review 19, S. 53-70

Grimmer, K. / J. Häusler / S. Kuhlmann / G. Simonis (Hg.) (1992): Politische Techniksteuerung, Opladen: Leske + Budrich

Grupp, H. (Hg.) (1993): Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts, Heidelberg: Physica

Hagedorn, J. / J. Schakenraad (1990): Inter-Firm Partnerships and Co-operative Strategies in Core Technologies, in: Ch. Freeman / L. Soete (Hg.), S. 3-37

Hakansson, H. (1987): Introduction, in: ders. (Hg.): Industrial Technological Development. A Network Approach, London u.a.: Croom Helm, S. 3-25

Halfmann, J. / G. Bechmann / W. Rammert (Hg.) (1995): Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8: Theoriebausteine der Techniksoziologie, Frankfurt/Main u.a.: Campus Verlag

Hanusch, H. / U. Cantner (1993): Neuere Ansätze in der Innovationstheorie und der Theorie des technischen Wandels - Konsequenzen für eine Industrie- und Technologiepolitik, in: F. Meyer-Krahmer (Hg.), S. 11-46

Harianto, F. / J. M. Pennings (1994): Technological Convergence and Scope of Organizational Innovation, in: Research Policy 23, S. 293-304

Häusler, J. / H.-W. Hohn / S. Lütz (1994): Contingencies of Innovative Networks: A Case Study of Successful Interfirm R&D Collaboration, in: Research Policy 23, S. 47-66

Hellige, H. D. (Hg.) (1996): Technikleitbilder auf dem Prüfstand: Leitbild-Assessment aus Sicht der Informatik- und Computergeschichte, Berlin: Edition Sigma

Imai, K. / H. Itami (1984): Interpenetration of Organization and Market. Japan's Firm and Market in Comparison with the U.S., in: International Journal of Industrial Organization 2, S. 285-310

Jonas, M. / Th. Malsch / I. Schulz-Schaeffer (1994): Kombitechnologien und die Bedeutung anwendungsbezogener Innovationsstrategien, in: E. Fricke (Hg.), S. 93-114

Kay, N. (1988): The R&D Function: Corporate Strategy and Structure, in: G. Dosi et al. (Hg.), S. 282-294

Knie, A. (1990): Was leistet die Technikgeneseforschung? Der "herrschende Stand der Technik" als unsichtbarer "Käfig" im Entstehungsprozeß neuer technischer Artefakte, in: R. Tschiedel (Hg.), S. 91-105

König, H. / G. Licht / M. Staat (1993): FuE-Kooperationen und Innovationsaktivität, in: B. Gahlen et al. (Hg.), S. 219-242

Kowol, U. / W. Krohn (1995): Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese, in: J. Halfmann et al. (Hg.), S. 77-105

Krohn, W. / G. Küppers (1989): Selbstorganisation der Wissenschaft, Frankfurt/Main: Suhrkamp

Lawton Smith, H. / K. Dickson / S. L. Smith (1991): "There are Two Sides to Every Story": Innovation and Collaboration within Networks of Large and Small Firms, in: Research Policy 20, S. 457-468

Link, A. N. / G. Tassey (Hg.) (1989): Cooperative Research and Development: The Industry - University - Government Relationship, Boston u.a.: Kluwer Academic Publishers

Luhmann, N. (1990): Die Wissenschaft der Gesellschaft, Frankfurt/Main: Suhrkamp

Lundvall, B.-A. (1988): Innovation as an Interactive Process: From User-Producer Interaction to the National System of Innovation, in: G. Dosi et al. (Hg.), S. 349-369

Maidique, M. A. / B. J. Zirger (1985): The New Product Learning Cycle, in: Research Policy 14, S. 299-313

Malsch, Th. (1994): Technologiepolitik braucht Innovationsmanagement. Ein Beitrag zur "Standortdebatte", in: W. Fricke (Hg.): Jahrbuch Arbeit und Technik, Bonn: Dietz, S. 13-20

Meyer-Krahmer, F. (1992): The German R&D System in Transition: Empirical Results and Prospects of Future Development, in: *Research Policy* 21, S. 423-436

Meyer-Krahmer (Hg.) (1993): *Innovationsökonomie und Technologiepolitik. Forschungsansätze und politische Konsequenzen*, Heidelberg: Physica-Verlag

Meyer-Krahmer, F. (1994): Das Innovationssystem in Deutschland, in: *wt-Produktion und Management* 84, S. 72-76

Meyer-Krahmer, F. / U. Kuntze (1992): Bestandsaufnahme der Forschungs- und Technologiepolitik, in: K. Grimmer et al. (Hg.), S. 95-118

Mowery, D. C. (1989): Collaborative Ventures between US and Foreign Manufacturing Firms, in: *Research Policy* 18, S. 19-33

Nelson, R. R. (1959): The Simple Economics of Basic Research, in: *The Journal of Political Economy* 67, S. 297-306

Nelson, R. R. (1988): Institutions Supporting Technical Change in the United States, in: G. Dosi et al. (Hg.), S. 312-329

Nelson, R. R. / S. G. Winter (1977): In Search of a Useful Theory of Innovation, in: *Research Policy* 6, S. 36-76

Nelson, R. R. / S. G. Winter (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass. u.a.: Harvard University Press

Normann, R. (1971): Organizational Innovativeness: Product Variation and Reorientation, in: *Administrative Science Quarterly* 16, S. 203-215

Patel, P. / K. Pavitt (1991): Europe's Technological Performance, in: Ch. Freeman et al. (Hg.), S. 37-58

Pavitt, K. (1984): Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, in: *Research Policy* 13, S. 343-373

Pavitt, K. (1991): What makes Basic Research Economically Useful?, in: *Research Policy* 20, S. 109-119

Rammert, W. (1993): *Technik aus soziologischer Perspektive*, Opladen: Westdt. Verlag

Roberts, E. / D. Peters (1981): Commercial Innovation from University Faculty, in: *Research Policy* 10, S. 109-126

Rosenberg, N. (1976): *Perspectives on Technology*, Cambridge u.a.: Cambridge University Press

Rosenberg, N. (1990): Why Do Firms Do Basic Research (With Their Own Money)?, in: *Research Policy* 19, S. 165-174

Rosenberg, N. / R. R. Nelson (1994): American Universities and Technical Advance in Industry, in: *Research Policy* 23, S. 323-348

Sabel, Ch. F. (1993): Studied Trust: Building New Forms of Cooperation in a Volatile Economy, in: D. Foray / Ch. Freeman (Hg.), S. 332-352

Schulz-Schaeffer, I. (1996): Software-Entwicklung zwischen Ingenieur- und Designwissenschaft: Überzeugungskraft und nützliche Widersprüchlichkeit von Software-Engineering und Software-Gestaltung, in: H. D. Hellige (Hg.), S. 115-140

Teece, D. J. (1986): Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy, in: *Research Policy* 15, S. 285-305

Teece, D. J. (1988): Technological Change and the Nature of the Firm, in: G. Dosi et al., S. 256-281

Tschiedel, R. (Hg.) (1990): *Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit*, München: Profil

Van de Ven, A. H. (1993): The Emergence of an Industrial Infrastructure for Technological Innovation, in: *Journal of Comparative Economics* 17, S. 338-365

von Hippel, E. (1987): Cooperation between Rivals: Informational Know-how Trading, in: *Research Policy* 16, S. 291-302

Welsch, J. (1993): Forschung und Technologie an der Schwelle zum 21. Jahrhundert, in: WSI Mitteilungen 5/1993, S. 282-293

Williamson, O. E. (1975): Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications. A Study in the Economics of International Organization, New York: The Free Press