

In Kapitel III stand die Prozessperspektive, welche die Veränderungsmuster im Laufe eines Innovationsprozesses erfasste, im Vordergrund. Viele Strukturaspekte wurden hierbei bereits erwähnt, ohne dass ich näher darauf eingehen konnte. Erinnern wir uns zum Beispiel an das Feuerwerk-Modell, dessen dynamische Aspekte unter anderem daher rührten, dass eine Dyade oder gar ein ganzes Netzwerk von Organisationen an einem Innovationsverlauf beteiligt sind. Mit dem Netzwerk war hier schon ein Strukturaspekt angesprochen, der neben anderen auch in diesem Kapitel ausgebaut wird.

Es ist darauf hinzuweisen, dass der Begriff der Struktur zuweilen überstrapaziert wird. Sozialstruktur als der Aufbau von Gesellschaft bezieht sich zunächst auf generalisierbare Beziehungen von Individuen zueinander. Die klassische Sozialstrukturanalyse befasst sich mit den statistisch erhebbaren Merkmalen – davon ausgehend, dass diese Parameter die Beziehungen in der Gesellschaft regeln. Zu diesen Parametern gehören die den Individuen zugeschriebenen Merkmale, wie Geschlecht, Alter, ethnische Zugehörigkeit etc. und erworbene Eigenschaften, wie etwa Beruf, Bildung, Vermögen und Familienstand (Blau 1978). Die neuere Sozialstrukturforschung geht insofern über die klassische hinaus, als diese Analysemethode die Beziehung zwischen den Elementen in Gestalt von Netzwerken, Subkulturen, Milieus etc. in die Beobachtung integriert, um so ein umfassenderes Verständnis vom Aufbau der Gesellschaft zu bekommen (Schulze 1992).

In den folgenden Ausführungen zur Struktur von Innovationen will ich mich auf die Relationen zwischen den Elementen konzentrieren. Hierbei greife ich diejenigen Formen heraus, auf die sich in den letzten Jahren die wissenschaftliche Debatte konzentrierte: Das *Netzwerk* und die *Praktikgemeinschaft* (*Community of Practice*). Dabei differenziere ich wie auch im vorigen Kapitel zwischen einer Makro- und Mikroperspektive. Im Zentrum der *makrotheoretischen* Betrachtung steht das Netzwerk. Es ist gekennzeichnet durch eine Strukturlogik, die sich zwischen der auf Hierarchie gestützten Macht, wie sie in formalen Organisationen und staatlichen Institutionen etabliert ist, und dem von Preisen

gesteuerten Wettbewerb des Marktes einordnen lässt (Powell 1990). Ein solches Netzwerk bildet sich zu einem Großteil aus Interorganisationsbeziehungen, die in manchen Fällen einen nationalen (Lundvall et al. 2002), häufig sogar einen globalen Maßstab erreichen können (Leydesdorff/Etzkowitz 2001). Die Praktikgemeinschaft gilt auf der *Mikroebene* gesellschaftlicher Ordnungsbildung als diejenige Strukturform, in der sich die Personen, die durch ihr praktisches Handeln eine Innovation entwickeln, aufeinander beziehen. Mit dem Begriff der Praktikgemeinschaft möchte ich mich von der Vorstellung absetzen, ein einzelner auf sich gestellter Akteur sei der soziale Ursprung der Innovation. Darüber hinaus möchte ich damit auch der Ansicht widersprechen, die Organisation (also das Unternehmen) mit ihrer hierarchischen und funktional arbeitsteiligen Ordnungsbildung repräsentiere die Mikrostruktur für die Schaffung von Innovationen. Um dem Anspruch gerecht zu werden, sowohl die gesellschaftliche, als auch die technologische Facette des Phänomens Innovation zu verknüpfen (vgl. II/3), darf eine Strukturanalyse sich nicht allein auf die in der Soziologie einschlägigen Akteurskonstellationen wie Netzwerk und Gemeinschaft beschränken, ohne die Bedeutung von Artefakten in die Beobachtung mit einzubeziehen. Die Innovation darf nicht allein als ein Produkt von gesellschaftlichen Prozessen verstanden werden. Sie ist gleichfalls, wie ich im Folgenden darlegen werde, eine materialisierte Form, die den Innovationsprozess mit strukturiert und orientiert.

1. MAKROSTRUKTUR DER INNOVATION: NETZWERKE

Bevor wir die Argumentation aufnehmen, ist es sinnvoll, sich des tragenden Begriffes dieses Kapitels zu vergegenwärtigen. »Ein Netzwerk ist definiert als eine abgegrenzte Menge von Knoten oder Elementen und der Menge der zwischen ihnen verlaufenden Kanten« (Jansen 2003: 58). Knoten oder Elemente können Akteure in Gestalt von Individuen, Korporationen (Unternehmen, Ministerien etc.) und Objekte (z.B. technische Artefakte, Besitztümer etc.) sein. Kanten nennt man die zwischen den Knoten verlaufenden Beziehungen. Diese werden z.B. gestiftet durch Kom-

munikationen, Transaktionen (wie z.B. Einkäufe oder der Austausch von Patenten), Macht oder gemeinsame Werthaltungen. Unter Bedingungen, auf die ich später eingehen werde, ermöglichen Netzwerke eine Handlungskoordination, die sich von den Tauschakten des Marktes und den durch Macht durchgesetzten Handlungen der Hierarchie unterscheidet. Dieser für das Netzwerk typische Koordinationsmechanismus ist der Grund für den hohen Stellenwert des Begriffs in der Innovationsforschung. Deswegen konzentriere ich mich auch auf den mit der Strukturlogik des Netzwerkes verbundenen Koordinationsmechanismus und gehe weniger auf die formalen Netzstrukturen ein (vgl. Ahuja 2000). Netzwerkverbindungen sind zwar nicht auf Dauer gestellt, denn dadurch würden diese den Vorteil der Flexibilität verlieren, doch im Vergleich zu kurzfristigen Markttransaktionen weisen sie einen längeren Zeithorizont auf. Grund hierfür ist das *Vertrauen*, das innerhalb eines Netzwerkes einen Teil der Handlungen koordiniert (Nooteboom 2000: 925). Erst in einem etablierten Vertrauensverhältnis kann ein Netzwerk seine Funktion vollständig entfalten, wenn die Teilnehmer/-innen Informationen untereinander austauschen können, ohne dass diese mit hohem Zeitaufwand überprüft werden müssen oder ohne dass ein unkontrollierter Wissensabfluss befürchtet werden muss (zur Funktion und Dysfunktion von Vertrauen vgl. Ellrich et al. 2002).

Zur Konjunktur des Netzwerkbegriffes hat beigetragen, dass eine Reihe von soziologischen Ansätzen sich dieses Begriffs bedienten. Zu nennen wären unter anderem der Institutionalismus (Powell 1990), die Strukturationstheorie (Windeler 2001) und die Techniktheorie (Kowol/Krohn 1995; Rammert 2000a). Es würde zu viel Zeit beanspruchen, diese Ansätze darzustellen und zu diskutieren, ganz davon abgesehen, dass ein solches Bemühen nur beschränkt zur Beantwortung der Frage des Zusammenhangs von Netzwerkstruktur und Innovation beitragen würde. Anstelle eines Theorievergleichs halte ich es für sinnvoll, sich auf die Darstellung der drei wesentlichen Netzwerktypen – Unternehmensnetzwerke, heterogene Netzwerke, gesellschaftlich-technische Netzwerke – zu konzentrieren. Es handelt sich hierbei um theoretisch hergestellte Idealtypen, die es ermöglichen, einen strukturierenden Blick auf das gesellschaftliche Phänomen der Netz-

werkbildung zu werfen. In der empirischen Realität sind Mischformen eher die Regel als die Ausnahme.

1.1 Unternehmensnetzwerke

Ein Unternehmensnetzwerk entfaltet sich in reziproken und kooperativen Beziehungen zwischen rechtlich selbständigen Unternehmen (Sydow 1992: 79). Motiv für ein solches Bündnis ist das Erzielen von solchen Wettbewerbsvorteilen, die einem einzelnen Unternehmen vorenthalten blieben. Auch wenn ein Unternehmen das Netzwerk dominiert, was nicht selten der Fall ist, so kann dieser nicht direkt in die Organisationsprozesse der übrigen Teilnehmer intervenieren (Ortmann/Sydow 1999). Auch wenn einzelne Mitglieder auf dem Markt als Konkurrenten auftreten, können sie in einem Unternehmensnetzwerk kooperieren, indem sie ein gemeinsames Innovationsprojekt durchführen. Auch wenn die Teilnehmer rechtlich unabhängige Organisationen bleiben, ist es häufig der Fall, dass kleinere Partner (zum Beispiel Zulieferer von Konzernen) in einem ökonomischen Abhängigkeitsverhältnis stehen. Es sind gerade die eben genannten Widersprüche, die das Unternehmensnetzwerk für die Innovationsforschung interessant machen. Als zentrales Argument für die Bildung von Netzwerken gilt die Bündelung von Ressourcen, um die jeweils eigenen Kapazitäten zu erhöhen, das Leistungsspektrum zu erweitern und flexibler auf Marktschwankungen zu reagieren, als dies in der Konstellation hierarchisch koordinierter Unternehmen möglich ist. Unternehmensnetzwerke werden unter den Synonymen ›Verbundprojekte‹, ›Kooperationen‹, ›Allianzen‹, ›Joint Ventures‹ etc. thematisiert (Freeman 1991). Will man Unternehmensnetzwerke in ihrer räumlichen Dimension erfassen, dann spricht man von industriellen Distrikten (*industrial districts*), *Clustern* oder Agglomerationen.

Der theoretische Kern der heutigen Diskussion über Netzwerke geht auf die institutionalistische Transaktionskostenökonomie zurück, die sich auf das Werk von Oliver Williamson (1975) bezieht. Die von ihm gestellte Schlüsselfrage lautet, weshalb bestimmte wirtschaftliche Transaktionen über die Institution des

Marktes und andere wiederum innerhalb von Organisationen vollzogen werden. Unter »Transaktion« versteht man den Prozess, der dem eigentlichen Gütertausch zeitlich vorausgeht und Kosten verursacht, zum Beispiel Anbahnungskosten durch Informationsbeschaffung; Vereinbarungskosten im Falle von Vertragsverhandlungen; Kontrollkosten, die dazu dienen, die Einhaltung von Termin-, Geheimhaltungs- und Qualitätsvereinbarungen sicherzustellen usw. (Picot 1982: 270). Die Transaktionskostenökonomie geht von der Annahme aus, dass Unternehmen neben den Produktions- auch die Transaktionskosten im Entscheidungsprozess bewerten. Ein Betrieb wird, so die Theorie, zwischen den Alternativen Markt und Hierarchie für diejenige Koordinationsform votieren, die bei gleichen Güterpreisen die niedrigeren Transaktionskosten aufweist. Je nach Leistung, die ein Unternehmen beziehen will – zum Beispiel Marketinganalysen für ein neues Produkt, dessen Endfertigung oder das Mittagessen für die Mitarbeiter/-innen –, fallen die Transaktionskosten im Vergleich zwischen Markt und Hierarchie unterschiedlich aus.

Der *marktförmige Tausch* wird in erster Linie durch die Preise geregelt und vollzieht sich im kurzfristigen Aufeinandertreffen von unabhängigen Akteuren. Werden keine vertraglichen Verpflichtungen eingegangen, haben Marktteilnehmer/-innen keine gemeinsame zeitliche Perspektive, die sie jenseits des Markttausches miteinander verbindet, sieht man von Garantieansprüchen und Ähnlichem ab. Markttransaktionen sind im Allgemeinen durch Schnelligkeit, Spontaneität und damit einhergehend durch größtmögliche Flexibilität gekennzeichnet. Treten Konflikte zwischen Marktteilnehmern auf, so werden sie in den meisten Fällen durch eine gerichtliche Instanz geregelt. Die durch eine *organisierte Hierarchie* koordinierten Transaktionen ereignen sich hingegen zwischen Akteuren, die in ein formales Regelwerk von Zuständigkeiten, Machtbefugnissen und Kompetenzen eingebunden sind. Die Akteure, insbesondere die weisungsgebundenen Mitarbeiter/-innen, sind aufgrund von Gehaltszahlungen von der Organisation abhängig, so dass auftretende Konflikte mit den Mitteln der Entscheidungsmacht »von oben« beendet werden. Anders als auf dem Markt wird der Zugang zur Organisation durch strenge Reglementarien überwacht. Der Zeithorizont ist für in ei-

ne Hierarchie eingebundene Teilnehmer/-innen im Falle einer Festanstellung langfristig. So lässt sich zum Beispiel eine unternehmerische Entscheidung wie »Selbermachen« oder »Kaufen« (»make or buy?«) in eine transaktionskostenökonomische Fragestellung überführen: Soll ein Automobilhersteller seine Autolacke selbst (*inhouse*), also innerhalb der formalen Organisation entwickeln, oder auf dem Markt besorgen? Für die organisationsinterne Entwicklung spricht, dass das Unternehmen die Kontrolle über diese technologische Sparte behält. Für den Einkauf von Lacken spricht, dass spezialisierte Lackhersteller über eine Kompetenz verfügen, an die ein Automobilhersteller nicht ohne weiteres herankommen kann.

Beobachtet man aus einer solchen transaktionskostenökonomischen Perspektive die Entstehung von Innovationen, so kommt man zum Ergebnis, dass weder Markt noch Hierarchie geeignet sind, Innovationsvorgänge zu koordinieren (Asdonk et al. 1991; Haagedorn/Schakenraad 1992; Imai/Itami 1984). Der Grund hierfür liegt im Faktor Wissen, der für viele Innovationsprozesse heute entscheidend ist. Wissen lässt sich *einerseits* nur begrenzt über den Markt beschaffen. Eine Firma kann durch Lizenzverträge durchaus Patente käuflich erwerben. Doch das implizite Wissen – wir kommen darauf zurück –, das häufig zur Nutzbarmachung und Weiterentwicklung von Innovationen notwendig ist, kann nicht auf dem Markt erworben werden, da es in den Köpfen der Mitarbeiter/-innen verkörpert ist (Hennart 1988). Der Transfer von implizitem Wissen verweigert sich dem punktuellen und spontanen Markttausch. *Andererseits* lässt sich Wissen auch nur bedingt innerhalb einer hierarchisch arbeitsteiligen Organisation produzieren. Selbstverständlich werden Wissenschaftler/-innen und Ingenieur/-innen durch Arbeitsverträge an ein Unternehmen gebunden. Doch ohne die Verbindung zur wissenschaftlichen bzw. technischen Gemeinschaft (vgl. Kap. IV/2) wird dieses Personal kaum seine Funktion erfüllen, Innovationen zu entwickeln. Anspruchsvolles Wissen wird eher in den Kommunikationen einer egalitären Gemeinschaft aus Insidern als auf Anweisung hin produziert (Steward/Convay 1996). Aufgrund seiner spezifischen Merkmale gilt das Netzwerk als eine für das Hervorbringen von Innovationen probate Struktur. Im Idealfall ist davon auszugehen,

dass ein Unternehmensnetzwerk die Flexibilität marktförmiger Koordination mit der Verlässlichkeit und Effizienz von Hierarchie vereint (Rammert 1997). Idealtypisch lassen sich zwei Typen von Unternehmensnetzwerken unterscheiden: Strategische Netzwerke und historisch gewachsene regionale Systeme der Innovation.

Strategische Netzwerke zeichnen sich dadurch aus, dass sie – anders als die historisch gewachsenen regionalen Netzwerke – Ergebnis eines intentionalen Handelns sind. Ein strategisches Netzwerk verfügt über »explizit formulierte Ziele, über eine formale Struktur mit formalen Rollenzuweisungen und über eine eigene Identität« (Sydow 1992: 82). Zwar bildet auch ein strategisches Netzwerk verteilte Entscheidungszentren aus (was die Koordination zwischen den Teilnehmern nicht gerade vereinfacht), doch wird dieser Typus des Unternehmensnetzwerkes oftmals von einer fokalen Firma dominiert. Ein solches im Mittelpunkt stehendes Unternehmen kann deshalb mehr als die übrigen Teilnehmer die Strategie und den Inhalt der Netzwerkprojekte prägen, weil es in der Regel den Markt für die gemeinsam entwickelten Innovationen definiert. Deshalb besetzen zumeist Endprodukthersteller (Automobilkonzerne wie »Daimler-Chrysler« oder Handelsunternehmen wie »Ikea«) die Position des fokalen Unternehmens. Eher selten sind strategische Unternehmensnetze das Resultat des Zusammenschlusses von unabhängig agierenden Organisationen, die nach Wahrnehmung gemeinsamer Interessen kooperieren.

Häufig ist zu beobachten, wie solche Netzwerke als Ergebnis einer *Outsourcing*-Politik entstehen. Wenn ein Unternehmensteil (wie zum Beispiel die Forschungs- und Entwicklungsabteilung, das Produktdesign oder das Marketing) ausgelagert wird, dann werden die von den ausgelagerten Abteilungen erbrachten Funktionen nicht einfach durch über den Markt vermittelte Dienstleistungen erfüllt. Gerade um die Funktionserfüllung zu gewährleisten, arbeitet das Unternehmen mit den ehemals betriebseigenen Abteilungen und nun rechtlich selbstständig agierenden Unternehmen eng zusammen. *Outsourcing* substituiert nicht einfach hierarchische Verhältnisse durch marktvermittelte, sondern lässt oftmals ein netzwerkförmiges Arrangement zurück. Dies zielt auch auf die für Innovationen zuständige Forschung und Ent-

wicklung. Seit längerem ist zu beobachten, dass Konzerne diese Funktion auslagern, anstatt sie selbst voranzutreiben. Kleineren Firmen wird eine größere Beweglichkeit und Innovativität als ihren Mutterkonzernen unterstellt. Diese Tendenz der Auslagerung von Forschung und Entwicklung in Unternehmen, an denen der Konzern finanziell beteiligt ist, findet man insbesondere in technologieintensiven Branchen. Die Motivationen und die Formen solcher Kooperationen variieren beträchtlich (Powell 1990: 315). Unternehmen gehen Kooperationen ein, um Zugang zu neuen Märkten zu erhalten, um sich das Know-how für neue Technologien anzueignen, um die Kosten durch die Zusammenlegung der Forschung und Entwicklung abzusenken und – *last but not least* – das Risiko solcher Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu minimieren, das zu umfangreich für eine einzige Firma wäre (Kowol/Krohn 2000: 138).

Regionale Innovationssysteme sind definiert als »räumlich konzentrierte, soziokulturell eingebettete und institutionell stabilisierte Unternehmensnetzwerke, die über besondere Vorteile bei der Akkumulierung, Neukombination und Nutzung technischen Wissens in ausgewählten technologischen Feldern verfügen« (Heidenreich 2000: 89). Es handelt sich hierbei um eine geographische Konzentration von Unternehmen und Institutionen eines bestimmten Wirtschaftszweiges. Man spricht in der Wirtschaftsgeographie von *Cluster*. Anders als strategische Netzwerke, die das Resultat absichtsvollen Handelns der Akteure sind, entstehen regionale Innovationssysteme in einem historischen Prozess, der nur sehr vermittelt durch absichtsvolles Handeln angestoßen werden kann. Sie erstrecken sich über die Vertriebskanäle abwärts bis hin zu den Kunden und vertikal hin zu den Produzenten komplementärer Produkte sowie zu Unternehmen, die über ähnliche Fähigkeiten und Techniken verfügen (Porter 1999: 52). Weniger strategisch angelegte Kooperationen denn räumliche Nähe und persönlicher Kontakt zeichnen regionale Netzwerke aus, denen neben Unternehmen auch nicht-private Organisationen, wie Universitäten, normsetzende Instanzen, Denkfabriken (*think tanks*), Berufsausbildungsstätten und Unternehmerverbände angehören können.

Weil die Interaktionen in einem solchen heterogenen Netz-

werk eine rekursive Dynamik bekommen, die sowohl in einen kreativen Zirkel der wechselseitigen Unterstützung als auch in einen Teufelskreis der Blockade führt, kann man auch von einem ›System‹ sprechen (Lundvall 1992: 2). Es mag einem auf den ersten Blick etwas widersinnig vorkommen, den Fokus im Zeitalter der Globalisierung auf die Region zu setzen. Technologisches, wissenschaftliches und kulturelles Wissen wird weltweit produziert, Innovationen im globalen Maßstab konsumiert. Durch weltumspannende Kommunikations- und Transportmittel verlieren räumliche Distanzen zunehmend an Bedeutung. Selbst mittelständische Firmen scheuen nicht mehr davor zurück, globale Entwicklungs- Produktions- und Vertriebsstrukturen aufzubauen. Doch gerade, um im globalen Wettbewerb standzuhalten, liegen – so die Ansicht der Innovationsforschung – die Ressourcen zunehmend im regionalen Bereich: In Gestalt von Kenntnissen, Fähigkeiten, in Beziehungen und Motivationen, die räumlich entfernte Konkurrenten nicht aufbringen können (Cooke et al. 1998; Freeman 1995; Lundvall et al. 2002; Maillat 1995; Porter 1990; Saxenian 2000 [1994]; Storper 1997).

Die Gründe sind vielfältig: *Erstens* motivieren die wechselseitige Beobachtung von Konkurrenzunternehmen vor Ort und der gleichzeitige informelle Wissensaustausch über Unternehmensgrenzen hinweg die Netzwerkteilnehmer, Neues zu entwickeln. *Zweitens* entsteht innerhalb eines regionalen Innovationssystems ein regionaler Arbeitsmarkt, auf dem qualifizierte und an die Bedürfnisse der jeweiligen Branche angepasste Arbeitskräfte rekrutiert werden können. Die Ballung von ähnlich produzierenden Betrieben erleichtert es Mitarbeitenden, die Stelle zu wechseln. Durch derartige Stellenwechsel von Wissensträgern diffundiert Know-how rasch im regionalen Netzwerk (Saxenian 2000: 34). *Drittens* ist zu beobachten, dass Innovationen in bestimmten nationalen oder regional umgrenzten Märkten schneller heranreifen als anderswo. Der Erfolg auf dem regionalen Markt – wie zum Beispiel der für die Mobilkommunikation in Finnland – gilt als Voraussetzung für die weltweite Durchsetzung einer Innovation. Die Gegebenheiten eines regional eingegrenzten Marktes fungieren als ein Test- und Experimentierfeld, um globale Absatzmärkte zu erschließen (Beise/Rennings 2003). *Viertens* beruht die Bezie-

hung von wissenschaftsbasierten innovativen Unternehmen und Kapitalgebern trotz einer Reihe politischer Hilfestellungen zur finanziellen Förderung häufig auf *persönlichen* Beziehungen. Es ist zumindest in den USA eine regionale *Koevolution* von Start-up-Unternehmen und Investmentbanken zu beobachten (Powell et al. 2002).

Auch wenn räumliche Nähe eine entscheidende Rolle bei der Bildung von regionalen Netzwerken spielt, so ist sie nur notwendige, nicht aber hinreichende Bedingung für ein innovatives Milieu. In ihrer Vergleichsstudie der beiden Hightech-Regionen um die Route 128 in der Umgebung von Cambridge (Mass.) bzw. Boston und dem kalifornischen Silicon Valley zeigt AnnaLee Saxenian (2000), wie die kulturellen Unterschiede zwischen beiden Regionen deren divergierende Entwicklungen erklärt. Obwohl beide regionale Innovationssysteme vergleichbare Startchancen hatten, wurde das Silicon Valley zum eigentlichen Zentrum des Hightech-Booms der 1990er Jahre. Die das Silicon Valley prägende Wirtschaftskultur ›poröser‹ Unternehmensgrenzen und der für die Mitarbeiter/-innen zur Norm gewordene Stellenwechsel wirkten sich für die Entwicklung von Soft- und Hardwareinnovationen förderlicher aus, als die Wirtschaftskultur an der Route 128, die unter anderem durch Geheimhaltungsklauseln gesicherte Unternehmensgrenzen und Lebenszeitstellen bestimmt war.

1.2 Heterogene Netzwerke

Bereits im vorigen Abschnitt erwähnte ich am Rande, dass auch nicht-private Institutionen wie Universitäten und Regulierungsbehörden in (regionaler) Vernetzung mit Unternehmen zur Entwicklung von Innovationen beitragen. Ich habe dies nicht weiter ausgeführt, sondern mich einzig auf private Unternehmen konzentriert, die im Falle von strategischen und regionalen Netzwerken eine Schlüsselfunktion einnehmen. Die Bildung von Unternehmensnetzwerken wird weitestgehend unter ökonomischen Vorzeichen beobachtet. Bei nahezu allen oben genannten Autorinnen und Autoren steht das Erzielen von Wettbewerbsvorteilen

im Vordergrund. Wenn wir uns nun heterogenen Netzwerkverbindungen zuwenden, dann blende ich die ökonomische, auf finanziellen Gewinn gerichtete Rationalität nicht aus. Allerdings wird diese Form der Rationalität mit anderen gesellschaftlich konkurrierenden in Beziehung gesetzt. Denn je komplexer wir die gesellschaftlich-technologische Struktur der Entstehung von Innovationen darstellen wollen, desto mehr müssen solche nicht-ökonomischen Aspekte, die zum ökonomischen Erfolg bzw. Misserfolg beitragen, in die Beobachtung integriert werden. Gerade dann, wenn wir uns die Mühe machen, die einzelnen Beziehungen eines Netzwerkes zu untersuchen, dann werden wir an den Punkt kommen, an dem wir feststellen müssen, dass viele Innovationen nur durch das Zusammenspiel von Akteuren mit diversen Motiven, Interessen und Rationalitäten zustande kommen können. In der gesellschaftlichen Realität wird das ökonomische Handeln so sehr von gesellschaftlichen Institutionen wie patentrechtlichen Regelungen, gesetzlichen Auflagen, staatlichen Subventionen etc. geprägt, dass eine soziologische Analyse auch dann unumgänglich ist, wenn man sich nicht für den gesellschaftlichen Wandel interessiert.

Die Entwicklung heterogener Netzwerke kann als ein Folgephänomen des Prozesses gesellschaftlicher Differenzierung in spezialisierte Funktionsbereiche betrachtet werden. Heterogene Netzwerke zeichnen sich im Vergleich zu Unternehmensnetzwerken (vgl. Kap. IV/I.1) dadurch aus, dass sie solche Organisationen und Personen miteinander verknüpfen, die unterschiedlichen gesellschaftlichen Teilbereichen zuzuordnen sind (Weyer 1997, 2000). Als wichtigste sind zu nennen: Die Wirtschaft, die Politik, das Rechtswesen und die Wissenschaft. Die *Theorie funktionaler Differenzierung* geht davon aus, dass sich die spezialisierten Funktionsbereiche insofern autonom reproduzieren, als deren Handlungen und Kommunikationen von jeweils eigenständigen Relevanz-, Motiv- und Selektionsmechanismen gesteuert werden (Luhmann 1982, 1985). Vor dem Hintergrund einer solchen Differenzierung dienen heterogene Netzwerke in Form von Parlamentskommissionen, Verhandlungssystemen, urbanen Salons, Lobbyistenzirkeln etc. dazu, die Handlungsziele von Organisationen unterschiedlicher autonomer Funktionsbereiche abzustim-

men (Willke 1992: 183f.). Die Entwicklung von Innovationen tangiert häufig mehrere Funktionsbereiche. Oder anders formuliert: Innovationsverläufe liegen quer zur gesellschaftlichen Struktur funktionaler Differenzierung.

Idealtypischerweise sorgt der Bereich der Wissenschaft mit seinen Universitäten sowie grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsinstituten für die Entdeckung und Erfindung technologischer Wirkungszusammenhänge; der Bereich der Wirtschaft mit seinen Entwicklungslaboren, Betrieben, Haushalten etc. übernimmt die Produktion und Konsumtion; und die Politik und das Recht beobachten, inwieweit Innovationen gesellschaftlich, juristisch (man denke an die Produkthaftung) oder ökologisch unbedenklich sind, um gegebenenfalls entgegenzusteuern. Man braucht kein Soziologe zu sein, um festzustellen, dass das eben skizzierte Idealbild gesellschaftlicher Arbeitsteilung bei der Entwicklung von Innovationen keiner Konfrontation mit der Realität standhält. An die Stelle dessen tritt die Unübersichtlichkeit grenzüberschreitender Verbindungen. Es ist zu beobachten, wie wissenschaftliche Gesellschaften (die »Max-Planck-Gesellschaft«) in Kommissionen Einfluss auf die Gesetzgebung zu nehmen versuchen; wie Regierungen *Cluster* (vgl. Kap. IV/1.1), die sich bislang in einem historischen Entwicklungsprozess gebildet haben, künstlich zu kultivieren beabsichtigen; und wie Industrieunternehmen durch Sponsoring die Einrichtung solcher Professuren und Forschungsbereiche vorantreiben, die den eigenen Erkenntnisinteressen dienen. Manche der heterogenen Beziehungen sind für Außenstehende durch die Vermittlung der Massenmedien beobachtbar. Man denke an den »FUTUR-Dialog« des Bundesforschungsministeriums oder die Stiftungsräte der öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen, denen Wissenschaftler/-innen, Vertreter/-innen der Industrie und der Gewerkschaft sowie Parlamentarier/-innen angehören. Doch viele heterogene Beziehungen entziehen sich der Einsichtnahme, weil sie sich im informellen Sektor des Gesellschaftslebens abspielen (Steward/Conway 1996).

Ein Paradebeispiel für das Wirken eines heterogenen Netzwerkes stellen die Verbindungen der Stanford University mit den umliegenden Unternehmen im Silicon Valley dar. Viele Gründer

von heute prominenten Firmen wie »Sun Microsystems«, »Hewlett Packard« oder »Yahoo« sind Stanford-Absolventen. Die grenzüberschreitenden Beziehungen der Stanford University gehen auf das Jahr 1953 zurück, in dem ein sogenanntes »Honors Cooperative Program« institutionalisiert wurde (Saxenian 2000: 23). Mittels dieses Programms bot die Stanford University Ingenieur/-innen der benachbarten Elektronikfirmen an, Kurse auf dem Niveau von Graduierten zu besuchen, die manchmal sogar als interne Fortbildung in den Firmen durchgeführt wurden. Dies ermöglichte den Unternehmen auf der einen Seite, an der universitären Wissensproduktion zu partizipieren, und den akademischen Forschungslaboren auf der anderen, sich an praxisrelevanten Aufgaben zu orientieren (Castilla et al. 2000: 229). Im Jahre 1961 nahmen 32 Prozent aller umliegenden Firmen an diesem Programm teil (Saxenian 2000: 23). Als weitere Verbindungselemente bei der Entwicklung des heterogenen Netzwerkes spielte der Personalaustausch eine Rolle, sowie die an die Stanford University angegliederten Forschungszentren. Viele der Schlüsselfiguren im Silicon Valley wechselten im Laufe ihrer Laufbahn zwischen Industrie- und Universitätspositionen hin und her. Auf diese Weise fungieren zwischen den Institutionen wechselnde Personen als »boundary spanning units« (Castilla et al. 2000: 233), die ansonsten in der akademischen Szene selten anzutreffen sind, da dort Karrieren im Allgemeinen stringent verfolgt werden. Die ungefähr 50 Forschungszentren wurden zwar von der Universitätsverwaltung genehmigt, doch diese mischt sich nicht in die täglichen Routinen ein. Die Zentren dienen in erster Linie der Produktion von anwendungsorientiertem Wissen. Daher beziehen sie wenig finanzielle Unterstützung von der Universität, sondern werben diese von der Industrie ein. Die Leitungspositionen sind oftmals mit Direktoren besetzt, die sowohl Universitäts- als auch Industrieerfahrung aufzuweisen haben. Deren Aufgabe besteht hauptsächlich darin, jene Unternehmen ausfindig zu machen, die an den Forschungen der Zentren interessiert sein könnten (ebd.: 231). Saxenian (2000: 27) kommt in ihrer Studie über das Silicon Valley zum Ergebnis, dass es gerade der Mangel einer industriellen Tradition und die Distanz zu etablierten ökonomischen und politischen Institutionen waren, die den Akteuren den

Freiraum eröffnete, mit neuen und produktiven Beziehungen zu experimentieren (Saxenian 2000: 27).

Es lässt sich sowohl bei staatlichen als auch universitären Organisationen nachweisen, wie sie der Bedeutung von heterogenen Netzwerke Rechnung tragen, indem ihr Selbstverständnis dahingehend verändern.

Der *Staat* handelte in der Vergangenheit auf der Basis von zwei alternativen Selbstverständnissen, was die Regulierung von Innovationen anbetraf. Dem Selbstverständnis des *laissez faire* zufolge ist in erster Linie die Industrie für Innovationen zuständig, während staatliche Institutionen sich auf das Aufgabenfeld Wissenschaft und Bildung beschränken. Dies entspricht dem herkömmlichen Modell gesellschaftlicher Arbeitsteilung. Wenn sich der Staat mit Innovationen beschäftigt, dann lediglich reagierend, indem er die Gesetzgebung an die neuen technischen Begebenheiten anpasst und die Nachteile des durch Innovationen vorangehenden sozialen Wandels kompensiert. Das Selbstverständnis des *Dirigismus* beinhaltet hingegen die Vorstellung, der Staat könne Innovationen steuern. Insbesondere dann, wenn Innovationen unter der Maßgabe militärischen Vormachtstrebens erzeugt werden sollen, oder bei der staatlichen Förderung von technologischen Großprojekten, wie zum Beispiel dem »Transrapid«, ist ein dirigistisches Verständnis auszumachen. In Abkehr von diesen beiden Konzepten sieht ein modernes Politikverständnis staatliche Institutionen *als kooperierende Akteure in einem heterogenen Netzwerk*, welches die Grenzen und die Möglichkeiten von staatlichem Handeln festlegt. »Der gestaltende Eingriff des Staates ist heute mehr denn je darauf beschränkt,« bemerkt Ulrich Dolata, »Rahmen zu setzen für in weiten Teilen selbstorganisierte und eigendynamische, durch außerstaatliche Akteure geprägte Forschungs-, Entwicklungs-, Produktions- und Verwendungskontexte neuer Technologien« (2004: 23). Damit geht zum einen die Einsicht einher, dass der Staat nicht in der Lage ist, komplexe technologische Innovationsprozesse zu planen, er aber sehr wohl die Rahmenbedingungen für außerstaatliche Innovationsaktivitäten zu setzen vermag. Zum anderen bedeutet dies, dass demokratisch verfasste Institutionen nicht passiv die Folgen eines vermeintlich eigengesetzlichen technischen Fortschritts hinzuneh-

men haben. Die aktive Rolle des Staates kann zum Beispiel darin bestehen, Netzwerke zu unterstützen, die sich in technologischen Nischen entwickeln (Kemp et al. 2001), oder darin, im Dialog mit den Netzwerkpartnern in der Wissenschaft und Industrie diejenigen Technologien zu identifizieren, die tatsächlich mit den Möglichkeiten einer Nation kompatibel sind, anstatt reaktiv zu versuchen, das Forschungsprofil erfolgreicher Mitwerber zu kopieren (Mowery 1995: 543).

In analoger Weise zum Staat verändern *Universitäten* ihr Selbstverständnis, indem sie gewahrt werden, dass sie innerhalb des Innovationsverlaufs nur einer von vielen (wenn auch ein wichtiger) Produzenten von Wissen sind. Universitäten finden sich in einem solchen heterogenen Netzwerk in Kooperation oder Konkurrenz mit Unternehmensberatungen und privaten Instituten wieder (Gibbons et al. 1994: 151; Nowotny et al. 2001: 89). Selbst die Anwender werden im Innovationsprozess inzwischen als Wissensproduzenten wahrgenommen, weil sie häufig neue Nutzungspotenziale von Innovationen erschließen (Thomke/von Hippel 2002; Urban/von Hippel 1988). Gerade dann, wenn universitäre Forschungsgruppen in Innovationsprozesse eingebunden sind, gleichen sie sich in ihrer Organisations- und Arbeitsweise den Unternehmen an. Was ihre Arbeitsweise anbetrifft, unterscheiden sich Forschungsgruppen nur dadurch von Kleinunternehmen, dass das Profitstreben nicht direkt das Handeln motiviert. Insbesondere von Professorinnen und Professoren wird erwartet, dass sie nicht nur in der Lage sind, selbsttätig zu forschen und zu lehren, sondern ebenso fähig, als Forschungsmanager/-innen eine Gruppe so zu organisieren, dass sie die gesetzten Ziele erreicht (Etzkowitz 2003: 111). Heterogene Verbindungen in das übrige Innovationsnetzwerk werden z.B. durch Firmenausgründungen, Patentverträge oder Forschungsaufträge an umliegende Firmen geknüpft. Die Produktion von wissenschaftlichem Wissen ist unter anderem auch zu einer ökonomischen Praxis geworden. Daher wird Wissens- und Technologietransfer nach dem modernen Selbstverständnis von Universitäten als eine Aufgabe betrachtet, die mit der des wissenschaftlichen Publizierens ebenbürtig ist.

1.3 Gesellschaftlich-technologische Netzwerke

In den letzten Abschnitten skizzierte ich Akteurskonstellationen, die ohne weiteres in den Theorierahmen der traditionellen Soziologie passen. Möchte ich jedoch die strukturgebende Funktion von technischen Objekten beleuchten, dann bin ich gezwungen, auf eine Theorieofferte aus den *Science and Technology Studies* einzugehen, jenem Forschungsfeld, das sich aus den Beiträgen der Wissenschafts- und Technikgeschichte, -soziologie und -philosophie konstituiert. Das Erkenntnisinteresse liegt hier darin, die Produktion von technologischen Artefakten und wissenschaftlichen Fakten als einen gesellschaftlichen Prozess zu betrachten (für einen Überblick vgl. Bijker/Law 1992; Bijker et al. 1990; Knorr-Cetina 1995). Innerhalb dieses interdisziplinären Ansatzes profiliert sich insbesondere die Akteur-Netzwerk-Theorie, indem sie die aktive Rolle des Artefakts im Innovationsprozess hervorhebt. Auch wenn tragende Ideen von allen Vertreter/-innen der Theorie geteilt werden, ist beim heutigen Stand der Diskussion keineswegs von einem kohärenten Gedankengebäude auszugehen. Dies liegt in erster Linie daran, dass die Akteur-Netzwerk-Theorie nicht als abstraktes Konzept entworfen wurde, sondern sich weitgehend aus einem Sammelsurium von empirischen Studien zusammensetzt. Aus diesem Grund und auch deswegen, weil ich mich allein auf den gewählten Fokus der strukturierenden Funktion von Objekten im Innovationsprozess konzentrieren will, greife ich nur die wichtigsten Begriffe und Argumente heraus und verzichte auf längere Ausführungen zur Theorie.

Ein *Akteur-Netzwerk* – um mit dem zentralen Begriff zu beginnen – besteht aus den Verknüpfungen von technischen und gesellschaftlichen Elementen, Aktanten genannt. Was als Aktant fungieren kann, hängt davon ab, was ein Akteur-Netzwerk einzubinden vermag. Hierzu gehören zum Beispiel, wie die Fallstudie von Michel Callon zur gescheiterten Entwicklung des Elektromobils zeigt, Elektronen, Batterien, Autohersteller, Elektrokonzerne und Ministerien (Callon 1989: 93). Erst wenn diese Elemente zusammenwirken, ist das Elektroauto als Innovation erfolgreich. Eine Innovation kommt in dieser Lesart dem erfolgreichen Aufbau eines Akteur-Netzwerkes gleich. Die Hervorbringung einer Innova-

tion darf nicht als das Vermögen von Menschen alleine gelten, sondern es ist vielmehr als die erfolgreiche Verbindung von Akteuren zu begreifen. Um diesen Gedanken nachvollziehbar zu machen, will ich mich beispielhaft dem Umgang mit der Alltagstechnologie Automobil zuwenden. Dieser Umgang – das Autofahren – ist zerlegbar in eine Reihe von gesellschaftlich-technologischen Verknüpfungen. In der Sichtweise der Akteur-Netzwerk-Theorie vollbringt nicht einzig derjenige, der hinter dem Steuer sitzt, die Handlung des Autofahrens, sondern ein Netzwerk bestehend aus dem Automobil, dessen Hersteller, der Straßeninfrastruktur, dem Tankstellennetz, den Tankern auf hoher See und des US-Verteidigungsministeriums (Callon 1994: 407).

Möchte man in Anbetracht dieses Szenarios ein innovatives Individualfahrzeug wie das Elektromobil durchsetzen, so gilt es, ein ebenso mächtiges Netzwerk aufzubauen wie dasjenige, was uns die Fortbewegung durch Benzinverbrennung ermöglicht. Damit ein Netzwerk zu handeln vermag, müssen die Akteure entsprechend verbunden werden. Dies geschieht – wie es in der Theorie heißt – durch »Übersetzungen« zwischen den Akteuren (Callon 1991: 151; Latour 1987: 108f.). Unter Übersetzung versteht die Akteur-Netzwerk-Theorie solche Definitionen bzw. Umdefinitionen, die ein Akteur am anderen vornimmt, um jene Identität und Verhaltensweise zu erreichen, die eine Verbindung zu einem Netzwerk möglich macht. So kann zum Beispiel ein Konzernmanagement politische Entscheidungsträger in Subventionsgeber »übersetzen«. Ingenieur/-innen »übersetzen« ein technologisches Konzept in ein handhabbares Produkt. Letztlich muss auch ein Produkt durch intuitives Design und unter Mithilfe einer Gebrauchsanweisung einen unbedarften Konsumenten in einen fähigen Nutzer »übersetzen«, andernfalls kommt die Innovation nicht zur Anwendung (Braun-Thürmann 2002a; Woolgar 1991). Trotz ihrer Heterogenität müssen die Akteure so weit abgestimmt sein, dass sie sich zu einer Einheit zusammenfügen lassen. Eine solche Konvergenz entsteht durch ein wechselseitiges Ausrichten der Elemente, was nicht bedeutet, dass die Netzwerkteilnehmer sich in Merkmalen und Verhaltensweisen zu ähneln haben. Im Gegenteil, es zeichnet Netzwerke geradezu aus, dass sie komplementäre Funktionen und Eigenschaften zu verknüpfen

vermögen. Irreversibel wird ein Netzwerk dann, wenn die Beziehungen zwischen den Aktanten auf Dauer gestellt und gegen Rückübersetzungen abgesichert sind. Dies leisten zum Beispiel Gesetze, Verträge, Standards oder das technische Artefakt durch seine Materialität selbst (Callon 1991: 150).

Wenn es nun im Folgenden darum geht, die technologisch-gesellschaftlichen Netzwerkbeziehungen zu beleuchten, dann lautet vor dem Hintergrund der Aktor-Netzwerk-Theorie eine der wichtigsten Fragen: Wie »übersetzen« Ingenieur/-innen das technische Artefakt?

Den Ingenieur/-innen kommt, insbesondere bei prestigeträchtigen Innovationen, wie zum Beispiel dem Bau neuer Infrastruktursysteme, eine höchst politische Rolle zu. Sie haben in der Lesart der Aktor-Netzwerk-Theorie die Aufgabe, die unterschiedlichen gesellschaftlichen Interessen, die an ein technisches Projekt herangetragen werden, so in das Artefakt zu »übersetzen«, dass dieses die unterschiedlichen Interessen zu integrieren vermag. »Wir erwarten von der Technik,« so drückt es Latour aus, »dass sie den widersprüchlichen Anforderungen gerecht wird und die Konflikte der Gesellschaft löst« (1998a: 158f.). Gelingt es den Ingenieur/-innen nicht, den Konflikt unter Zuhilfenahme des technischen Artefaktes zu lösen, dann ist das Innovationsprojekt zum Scheitern verurteilt.

Genau dieses Argument illustriert Latour anhand der Fallstudie über »Aramis« (Latour 1996). Der Name »Aramis« stand für ein ehrgeiziges Technologievorhaben in Gestalt eines Nahverkehrssystems für die Pariser Peripherie. Es wurde konzipiert als eine neuartige Kreuzung zwischen der Individualmobilität eines Automobils und einem öffentlichen Schienentransportmittel. Anstelle von Zügen, die direkt miteinander verkoppelt sind, sollte »Aramis« sich je nach gewünschtem Zielort aus einzelnen Wagen computergesteuert zusammenfügen. Dieses Großprojekt kam allerdings nicht über das Stadium des Prototypen hinaus und landete letztendlich als Kuriosität in einem Technikmuseum. Am Anfang des Innovationsprojekts stand die Versammlung der am Vorhaben involvierten gesellschaftlichen Akteure, wie dem Leiter der Pariser Verkehrsbetriebe, dem Industriekapitän, dem Präsidenten der Ile de France etc. Allesamt waren sich die Akteure da-

rüber einig, dass Paris ein solches innovatives Verkehrssystem benötigte – hinsichtlich der Frage jedoch, wie dieses gestaltet werden sollte, herrschte ein niemals offen thematisierter Dissens. Der kommunistische Verkehrspolitiker wollte es tunlichst vermeiden, mit einem fahrerlosen System die Gewerkschaften zu verärgern; der technokratische Bürgermeister war vom Ehrgeiz getrieben, sich mit einem technologischen Prestigeprojekt ein Denkmal setzen; und der Industriekapitän war daran interessiert, mit einem bereits entwickelten Verkehrssystem ein zweites Mal Profit zu machen. Die Aufgabe der Ingenieure lag in den fünfzehn Jahren Entwicklungszeit darin, die verschiedenen Ideen, Interessen und Visionen der Akteure davon, was technisch machbar, effizient, politisch opportun und nutzerfreundlich gewesen wäre, in ein einziges technisches Artefakt – »Aramis« – zu integrieren (Latour 1998b: 59). Der aufgrund der widerstreitenden Interessen unausführbare Auftrag, eine Einigung zwischen den Repräsentanten aus Politik und Ökonomie herbeizuführen, wurde nach Ansicht von Latour – gewollt oder ungewollt – den vermeintlich unpolitischen Ingenieur/-innen übertragen, die damit überfordert waren. »Technologie ist nicht (bzw. nicht immer) deshalb kompliziert, weil Ingenieure Komplikationen lieben,« kommentiert Latour das Scheitern von »Aramis«, »sondern aufgrund der Anforderungen an Technik, die Widersprüche ihres Umfeldes zu integrieren« (1998a: 160). Die Idee der Akteur-Netzwerk-Theorie, die Rolle der technischen Objekte bei der Bildung von Innovationsnetzwerken zu berücksichtigen, ergänzen traditionelle Ansätze der Netzwerkforschung, die sich auf die Beziehungen zwischen den personalen bzw. organisierten Akteuren beschränkte. Innerhalb von Netzwerken können Objekte die Funktion übernehmen, das im Innovationsverlauf entstandene Wissen zu fixieren und als kollektiv geteilte Bezugswirklichkeit alle weiteren Entwicklungsschritte zu integrieren. In diesem Sinne kann von einem gesellschaftlich-technologischen Netzwerk gesprochen werden.

2. MIKROSTRUKTUR DER INNOVATION: PRAKTIKGEMEINSCHAFTEN (»COMMUNITIES OF PRACTICE«)

Die Makroperspektive eröffnete uns unter anderem Einblicke in die Beziehungsstruktur zwischen Organisationen, die am Innovationsgeschehen beteiligt sind. Man konnte auf Netzwerke von globalem, nationalem und regionalem Maßstab blicken. Wie jedoch arbeiten die direkt an einer Innovation involvierten Teilnehmer/-innen zusammen? Wie werden die Praktiken, die zu einer Innovation führen, verknüpft? Steht ein einzelner genialer Erfinderwissenschaftler, dem eine ganze Abteilung zuarbeitet, im Mittelpunkt? Kann die Entwicklung einer Innovation in einem hierarchisch geführten, arbeitsteiligen Unternehmen organisiert sein? Ich bin der Ansicht, dass die theoretischen Einsichten, die sich am Begriff der Praktikgemeinschaft (*Community of Practice*) kondensieren, geeignet sind, den Antworten auf diese Fragen näher zu kommen.

In diesem Abschnitt möchte ich mich zum einen von der zuvor bereits kritisierten Vorstellung absetzen, ein einzelner, auf sich gestellter Akteur sei der Ursprung der Innovation, und zum anderen von der Idee, die Organisation (das Unternehmen) mit ihrer hierarchischen und funktional arbeitsteiligen Ordnungsbildung sei der entscheidende »locus of innovation«, enthalte also diejenige strukturelle Bedingung, welche die Hervorbringung von Innovationen plausibel macht. Damit will ich nicht zum Ausdruck bringen, in der individuellen Persönlichkeit läge nicht ein ausschlaggebender Faktor für das Innovationsgeschehen. Doch das Potenzial des Einzelnen wird nicht nur durch die Wissenskommunikation in der *Community* ermöglicht, sondern darüber hinaus kann sich ein solches Potenzial nur dann entfalten, wenn es das Individuum versteht, die ihm entsprechende *Community* auszuwählen und in derselben wirkungsvoll zu kooperieren. In der Innovationsforschung wird die *Community of Practice* gegenüber der Einzelorganisation als diejenige gesellschaftlich-technologische Struktur favorisiert, die für am geeignetsten erachtet wird, jenes Wissen zu produzieren, auf dem heute hauptsächlich Innovationen beruhen. Organisationen sind darauf spezialisiert,

greifbare Ressourcen wie Geld, Material und Personal zu kalkulieren und effizient einzusetzen. Bei der Kapitalform des Wissens stößt die klassische hierarchische Organisationsform an ihre Grenzen, weil die Produktion von Wissen nur begrenzt auf hierarchische Anweisung und in arbeitsteiliger Struktur erfolgt. Praktikgemeinschaften substituieren keineswegs die Funktion von Organisationen. Jedoch sind Organisationen darauf angewiesen, *Communities* in ihre Organisationsverläufe zu integrieren (Brown/Duguid 1991, 1998; Nonaka 1991, 1994; Sawhney/Prandelli 2000), um sich der Ressource Wissen zu bedienen.

In diesem Kapitel möchte ich zuerst die wesentlichen Merkmale der Praktikgemeinschaft und deren Rolle im Innovationsprozess bestimmen. Danach führe ich aus, weshalb diese gesellschaftliche Form geeignet ist, Innovationswissen zu kreieren und stelle die Mechanismen solcher Lernvorgänge dar.

2.1 Pfadabhängigkeit und Pfadkreation

Vor dem Hintergrund einer unübersichtlichen Diskussion, in der die Grenzen zwischen Organisationssoziologie und Managementliteratur durchlässig geworden sind, ist es unerlässlich, eine Begriffspräzisierung vorzunehmen. Man wird eine Praktikgemeinschaft kaum in einem offiziellen Unternehmensorganigramm finden, denn ihr wesentliches Kennzeichen ist ihr informeller Charakter. Im Vergleich zur elementaren Gruppe, die sich auf Grundlage von gemeinsam geteilten Werten, Normen und Emotionen (dem Wir-Gefühl) konstituiert (Schäfers 1994), ist eine *Community of Practice* – wie der Name bereits signalisiert – durch eine von allen Teilnehmenden betriebene Praktik integriert. Unter Praktik versteht man jene von den Gruppenmitgliedern als selbstverständlich und sinnvoll erlebte Aktivität, die auf gemeinsamer Initiative, wechselseitigem Engagement und einem gemeinsamen Repertoire von Handlungsstilen beruht (Wenger 1998: 73f.). Praktikgemeinschaften sind prinzipiell überall da anzutreffen, wo Individuen selbstorganisiert für einen gewissen Zeitraum einer gemeinsamen Tätigkeit nachgehen. Von Interesse für die Innovationssoziologie sind allerdings speziell diejenigen

Gruppen, in denen dasjenige Wissen gelernt und produziert wird, welches zu Innovationen führt (vgl. hierzu das Porträt einer solchen Gemeinschaft in Braun-Thürmann 2002c). Diese Form von Lernen findet – so die Generalthese sämtlicher Beiträge dieser Diskussion – nicht in den offiziell organisierten Projekttreffen oder dafür zuständigen Abteilungen, sondern in Abteilungs-, ja manchmal Organisationsgrenzen überschreitenden *Communities of Practice* statt (Brown/Duguid 1991).

Der Begriff der Praktikgemeinschaft gewinnt Kontur, wenn man ihn von der Sozialform des Projektteams abgrenzt (Henschel 2001: 50). Während ein Projektteam zur Erfüllung einer spezifischen Aufgabe unter Zeit- und Kostenrestriktionen eingesetzt wird, arbeitet eine Praktikgemeinschaft unter wenig konkretisierten Zielvorgaben. Im Vordergrund steht der Austausch von Wissen und Ideen auf Grundlage der praktischen Erfahrungen mit einem konkreten Gegenstand. Daher ist auch die Mitgliedschaft in einer *Community of Practice* nicht von finanziellen Gegenleistungen, sondern mehr durch den Wunsch nach Anerkennung in der Gruppe motiviert. Die Mitglieder von Projektteams werden in der Regel von Projektleitern und vom Management ausgewählt. Dieses legt auch die Verantwortlichkeiten, das Projektziel und die Bearbeitungszeit fest. Ist die Projektzeit abgelaufen und das Projektziel erreicht, löst sich das Team auf. Die Dauer der Mitgliedschaft in einer Praktikgemeinschaft hängt hingegen im Wesentlichen vom Interesse an der Zusammenarbeit der Mitglieder ab. Bei allem Willen zur begrifflichen Klarheit sollte man nicht in der Diskussion Praktikgemeinschaft und Projektteam gegeneinander ausspielen, sondern vielmehr anerkennen, dass beide Sozialformen in einer Organisation komplementär aufeinander abgestimmt sein können. Während ein Projektteam unter den Bedingungen von kalkulierte[m] Zweck-Mittel-Einsatz und hierarchischer Weisung Ergebnisse zu produzieren hat, ermöglicht eine *Community of Practice* als informelles Pendant das Lernen, das unter den Restriktionen von projektförmiger Arbeit nicht möglich ist. Abschließend sei angemerkt, dass die Abgrenzung von Projektteam und Praktikgemeinschaft eine idealtypische Theoriekonstruktion darstellt. In der betrieblichen Praxis sind Versuche zu beobachten, das eine mit dem anderen zu kombinieren.

Noch Jahrzehnte bevor »Community of Practice« zum Modewort der Managementliteratur wurde, wies der Technikhistoriker Edward Constant (1990) darauf hin, inwiefern die Praktikgemeinschaft – er nennt es »Community of Practitioners« bzw. »Technological Community« – als zentraler Ort innovativer Praktiken zu gelten hat. Constant zeigt in seiner empirischen Studie zur Entwicklung des Turbojets (Constant 1980), dass Ingenieurshandeln auf ähnliche Weise wie in der Wissenschaft in Gemeinschaften (*Communities*) organisiert ist. Wie wissenschaftliche Praktiken, so werden auch ingenieurtechnische von einem gesellschaftlich ausgehandelten und sanktionierten Set aus Normen und Werten geleitet (Constant 1984: 32). Eine solche Gruppe ist nicht unbedingt in ein und derselben Organisation lokalisiert. Es ist sogar häufiger der Fall, dass eine technologische Praktikgruppe über eine überschaubare Anzahl von Unternehmen verteilt ist und die Teilnehmer/-innen sich daher mit einer Mischung von Kollegialität und Konkurrenz beobachten. Die Zugehörigkeit zu einer technologischen Gemeinschaft erwerben sich die Mitglieder zum einen durch ähnliche Ausbildungswege und zum anderen durch gemeinsame Erfahrungen in der Praxis. Die Analogie zwischen wissenschaftlicher und technologischer Gemeinschaft endet bei der Frage, wie die jeweilige Gemeinschaft eingebettet ist. Während für erstere die wissenschaftliche Fachdisziplin die Relevanz der Arbeit bestimmt, zeichnet sich die letztere dadurch aus, dass gerade bei radikalen Innovationen jener wissenschaftlich disziplinäre Rahmen fehlt, da die Leistung einer technologischen Gemeinschaft darin liegt, Wissensinhalte und Praktiken unterschiedlicher Disziplinen erfolgreich zu verschmelzen. So zeigt Constant in seiner Studie zur Entwicklung des Turbojet-Antriebs, dass das für die Technologie benötigte Wissen aus den Fachgebieten der Aerodynamik, des Motorenbaus, der Verbrennungstechnik, der Materialwissenschaft etc. stammte und zu einer funktionsfähigen Technik kombiniert wurde. Was einen Teilnehmer einer technologischen Praktikgemeinschaft ausmacht, ist demnach nicht seine disziplinäre Ausrichtung, sondern seine Bereitschaft, den spezifischen Traditionen seiner *Community* zu folgen (Constant 1990: 224).

Trotz ihrer Autonomie hinsichtlich dessen, wie sie die dele-

gierten Aufgaben durch Forschungs-, Experimentier- und Entwicklungspraktiken lösen, sind Praktikgemeinschaften auf zweifache Weise von anderen Institutionen abhängig. *Zum einen* steht eine Praktikgemeinschaft mit angrenzenden oder teilweise überlappenden *Communities* in Beziehung (Lave/Wenger 1991: 98). Jedes Mitglied einer innovativen Praktikgemeinschaft gehört wiederum einer weiteren wissenschaftlichen oder anderen Praktikgemeinschaft an. Wer den Turbojet-Antrieb entwickelte, partizierte ebenfalls an der *Community* seiner jeweiligen wissenschaftlichen Heimatdisziplin, auch wenn diese nicht mehr den Referenzrahmen für die Erfolgskriterien der Arbeit bildete. *Zum anderen* ist eine Praktikgemeinschaft selbst dann, wenn sie sich über die Grenzen von Organisationen erstreckt, auf diese angewiesen, weil Organisationen die von der Gemeinschaft benötigte Infrastruktur und die Ressourcen zur Verfügung stellen. Denn um eine Innovation letztlich zur Anwendung zu bringen, muss diese in einen Funktionszusammenhang aus Materialbeschaffung, Produktion, Vertrieb, Service etc. eingebettet werden (Constant 1990: 235). Auf all diese Funktionen muss eine Praktikgemeinschaft zurückgreifen können, damit letztlich deren Entwicklungsarbeit umgesetzt werden kann.

Mit der *technologischen Praktikgemeinschaft* ist nicht nur die soziale Form identifiziert, die Innovationen hervorbringt, sondern es lässt sich damit auch der Wechsel von inkrementellen Weiterentwicklungen hin zu radikalen Innovationen nachzeichnen. Wie bereits in Kapitel III verdeutlicht, sind »technologische Gruppe« und »technologisches Paradigma« zwei Seiten derselben Medaille. So wie das Paradigma die Gruppe definiert, so identifiziert sich die Gruppe mit dem Paradigma. Dieses gibt die Muster für die Problemwahrnehmung und -lösung vor. Sie bestimmt, was als Stand der Technik zu gelten hat und wie dieser zu testen ist. Eine technologische Praktikgemeinschaft folgt nicht dem Weg, der in einer Retrospektive als »Fortschritt« identifiziert werden kann, sondern jenem Pfad, der mit dem Paradigma festgelegt ist (vgl. Kap. III/3.2, S. 50ff.). Die technologische Gemeinschaft, welche beispielsweise die Weiterentwicklung des Propellerantriebs von Flugzeugen vorangetrieben hat, ist nicht diejenige gewesen, die den Düsenantrieb hervorbrachte. Solche Pfadkreationen

(Garud/Karnøe 2001a), die von Zeit zu Zeit erfolgen, werden in der Regel von Praktikgruppen erschaffen, die vom herrschenden technologischen Paradigma abweichen. Eine radikale Innovation ist in der Regel mit dem Aufsteigen einer neuen Praktikgruppe verbunden, die neben die etablierte tritt. Letztere kann den Vorteil für sich reklamieren, bewährte Lösungen als Resultat einer länger zurückreichenden Fortschrittsgeschichte anzubieten.

Jede Praktikgemeinschaft, die in einem Entwicklungsprojekt involviert ist, steht in einem Spannungsfeld. Einerseits verlangen solche Projekte, dass die Teilnehmer/-innen die von der *Community* festgelegten Grenzen überschreiten, andererseits ist es gerade die eigene Gemeinschaft, die all diejenigen Routinen, Kenntnisse und Artefakte bereitstellt, mit denen man bislang Fortschritte erzielte. Aus der Perspektive der/des teilnehmenden Ingenieurs/-in lautet die Frage, wie sie/er die Balance zwischen der Neigung, sich in der Gemeinschaft zu verankern, in der er sich bereits ausgezeichnet hat, und der Herausforderung, mit den vorgefundenen Routinen, Vorstellungen und Artefakten zu brechen, um neue Wege zu gehen, findet (Van Looy et al. 2001: 331). In der Regel wird der oder die Einzelne der ›Trägheit‹ der eigenen Praktikgemeinschaft folgen, gleichzeitig jedoch auf die Suche nach solchen Partnern gehen, die jenseits der eigenen Gemeinschaft ähnlich abweichende Ideen verfolgen wie er oder sie selbst (ebd.: 349).

2.2 Lernen

Im vorigen Abschnitt bestimmte ich die wesentlichen Merkmale und die Struktur von Praktikgemeinschaften und wies auf deren ambivalente Rolle im Innovationsprozess hin. In der Phase von Pfadabhängigkeit ist sie dank eines Sets von Wissen, Erfahrungen, Konzepten und Artefakten Bedingung für inkrementelle Weiterentwicklungen, in der Phase von Pfadkreation leisten sie die Integration der Diversität unterschiedlicher Wissensfacetten, die eine innovative *Community* von anderen übernimmt (vgl. hierzu die Studie in Braun-Thürmann 2002b: 91ff.). Doch weshalb leistet gerade die *Community of Practice* diese wichtigen

Funktionen der inkrementellen Entwicklung auf der einen Seite und der Wissensintegration auf der anderen? Um diese Frage zu beantworten, ist es notwendig, im Folgenden einige Bemerkungen zum gesellschaftlichen Umgang mit Wissen einzuflechten. Jegliches Wissen – auch wissenschaftliches Wissen – enthält eine explizite und eine implizite Komponente. *Explizites Wissen* kann verbal expliziert werden – daher der Name. Es besteht aus nachvollziehbaren Aussagen und Zahlen. Es kann gespeichert, gesammelt und weitergereicht werden in Form von Aufsätzen, Formeln, Manuals, Tabellen etc. Unter fachkundigen Mitarbeitenden kann diese Form des Wissens leicht von Ort zu Ort transportiert werden. *Implizites Wissen* dagegen ist jener Wissensanteil, der sich für Experten »von selbst versteht«. Implizites Wissen ist in den Forschungs- und Entwicklungsroutinen eingelagert und von denjenigen, die über es verfügen, selbst schwer zu explizieren, da es in gewissen Handgriffen verkörpert ist. Wenn die Teilnehmenden in interaktiv abgestimmten Beziehungen kooperieren, dann ist es möglich, implizites Wissen zu teilen und weiterzureichen. Die Praktikgemeinschaft stellt hierfür einen gemeinsamen zeitlichen, sachlichen, sozialen und räumlichen Kontext zur Verfügung, in dem diese Form des Wissens in der entsprechenden Situation eingesetzt werden kann (Lave/Wenger 1991). Die *Community of Practice* lernt, indem sie fortlaufend implizites und explizites Wissen umwandelt.

Vier Formen der Umwandlung sind zu unterscheiden (Nonaka 1991, 1994): *Erstens* die Weitergabe von implizitem Wissen des einen Teilnehmers auf einen zweiten in einer Art Meister-Schüler-Verhältnis. Dieser Prozess der Sozialisation erfolgt in direkter Interaktion unter körperlich anwesenden Teilnehmenden. Lernen erfolgt durch Nachahmung, Beobachtung, Unterweisungen etc. und geschieht am Ort der Praxis und nicht in einer künstlichen Unterrichtsumgebung. Bereits bei der Sozialisation kann neues Wissen entstehen, da der Lernende das neu erworbene implizite mit seinem bisherigen Wissensvorrat vernetzt. *Zweitens* die Umwandlung von implizitem zu explizitem Wissen: Diese verlangt von den Teilnehmenden, ihr implizites Wissen zum Ausdruck zu bringen, entweder zu visualisieren oder verbal zu artikulieren. Zur Externalisierung gehört auch die Dokumentation der

Entwicklungsschritte. Dabei gilt es, implizites Wissen so zu übersetzen, dass es von anderen in der Praktikgruppe verstanden werden kann. Eine solche Übersetzung setzt wiederum ein bestimmtes Wissen in der *Community of Practice* voraus. Sie muss über Methoden verfügen, die jeweils individuell hervorgebrachten Ideen und Konzepte in Worte, Bilder, Erzählungen, Analogien usw. zu übertragen. Ferner müssen die Mitglieder über kommunikative Kompetenzen verfügen, durch Formen des aktiven Zuhörens und Mitdenkens andere Teilnehmer/-innen zu unterstützen, das eigene Wissen in der Gruppe zu entfalten. Es verlangt von den Teilnehmenden ebenso, vorübergehend Vieldeutigkeit von Aussagen und auch Redundanz der Inhalte auszuhalten. *Drittens* die Kombination von explizitem Wissen: Hierbei geht es um eine Zusammenstellung und Organisation von Inhalten. Durch Praktiken des Sortierens, Hinzufügens, Kontrastierens oder Klassifizierens kann neues Wissen entstehen. Dokumente, wie Pläne, Zeichnungen, Diagramme, Photographien, Datenreihen etc. sind wichtige Hilfsmittel bei diesen Neukombinationen. *Viertens* die Umwandlung von explizitem zu implizitem Wissen: Bei dieser Internalisierung wird das Erlernte durch dessen ständige Verwendung zur unhinterfragten Routine. Findet das in Gesprächen aufgenommene und in Diskussionen kombinierte Wissen wiederholt Anwendung, wird es für die Teilnehmer/-innen zur zweiten Natur.

Die hier dargestellten Formen des Lernens haben wenig mit der Vorstellung zu tun, Lernen sei ein individueller, rein kognitiver Prozess, der in einer künstlichen Umgebung (Schule, Universität etc.) stattfindet, abgesondert von allen übrigen Aktivitäten. Das Lernen in der *Community of Practice* integriert individuell-kognitives mit kommunikativ-gesellschaftlichem Lernen. Die Lerngeschichte des Einzelnen wird durch kollektive Erfahrungen mit der gemeinsamen verwoben. Daher fußt die Lernmotivation nicht nur auf dem Ehrgeiz des Einzelnen. Motivierend wirkt der Wunsch, der Praktikgemeinschaft anzugehören und in dieser anerkannt zu werden, das wechselseitige Engagement und die Möglichkeit, eine professionelle Identität auszubilden (Wenger 1998). Wie bereits erwähnt, entfaltet sich die Wirkung von Wissen (im Vergleich zur Information) kontextgebunden. Aufgrund dieser

»Klebrigkeit« (*stickyness*) an spezifische Personen, Dinge und Situationen ist Wissen nicht umstandslos zu ex- oder importieren. Unglücklicherweise erweist es sich gerade dann als flüchtig, wenn man es nicht wünscht (Brown/Duguid 1998). Es verliert an Wert, wenn es nicht mehr exklusiv verwendet werden kann, sondern auch dem Konkurrenten zur Verfügung steht. Eine *Community of Practice* geht oftmals über die Grenzen der Organisation hinaus. Dies ist für eine Organisation von Vorteil: Auf diese Weise wird Wissen von außen mobilisiert. Der Nachteil liegt auf der Hand: Auf demselben Weg, wie es in die Organisation hineingekommen ist, kann es die Organisation wieder verlassen.

Eine besondere Rolle beim Lernprozess von Praktikgemeinschaften spielen *Objekte* (Geräte, Automaten, Maschinen, Prototypen, Zeichnungen etc.) (Fujimura 1992; Henderson 1991; Mitetinnen 1998). Diese übernehmen unterschiedliche soziale Funktionen für die Gemeinschaft (Knorr-Cetina 1999: 84): Sie strukturieren *erstens* die Praktiken. Im Objekt sind die Probleme genauso repräsentiert wie die Möglichkeiten, die Arbeit unter den Teilnehmenden zu koordinieren, indem bspw. das Objekt in Module zerlegt und so arbeitsteilig weiterentwickelt werden kann. *Zweitens* speichern sie die Entwicklungsfortschritte der Gruppe. Neben der Schrift in Form von etwa Aufzeichnungen oder Protokollen dient das Objekt selbst als Speichermedium des entwickelten Wissens. *Drittens* orientieren Objekte die Praktik, indem sie die Entwicklungslinien zukünftiger Aufgaben vorgeben. Insbesondere Demonstrationsobjekte (z.B. humanoide Roboter, Nanomotoren u.Ä.) repräsentieren das Leitbild einer *Community of Practice* und können von dieser genutzt werden, um von außerhalb Ressourcen zu mobilisieren.

3. ZWISCHENRESÜMEE

Wenn wir Netzwerke und Praktikgemeinschaften beobachten, dann sollten wir diese nicht nur als nicht-intentional in der Gesellschaft entstandene Phänomene, sondern auch als Strukturen betrachten, die durch politisches (Netzwerk) sowie mikropolitisch (Praktikgemeinschaft) Handeln hervorgebracht wurden.

Nachdem die Sozialwissenschaften Netzwerke und *Communities of Practice* als die für Innovationen geeigneten Sozialstrukturen thematisiert haben, griff die Politik und das Management diese Erkenntnisse auf. Die Politik entdeckte die Förderung von »Innovationsnetzwerken« als wissenschafts- und technologiepolitisches Steuerungsinstrument und das Management die *Communities of Practice* im eigenen Betrieb. Sowohl bei Innovationsnetzwerken als auch bei Praktikgemeinschaften handelt es sich insofern um ein Reflexivwerden von Sozialwissenschaft, als die Begriffe, welche die Sozialwissenschaften zur Beschreibung ihrer gesellschaftlichen Felder prägte, von diesen selbst verwendet werden. Aus der sozialwissenschaftlichen Beschreibung der innovativen Sozialstrukturen ist eine Problemlösungsformel in der Politik und im Management geworden. In der Diskussion um Netzwerke und Praktikgemeinschaften ist unverkennbar die Tendenz zu entdecken, beide Begriffe positiv zu konnotieren. Jedoch: Auch wenn Netzwerke und Praktikgemeinschaften als die für die moderne Gesellschaft typischen Sozialstrukturen der Hervorbringung von Innovationen betrachtet werden, so können genau die Strukturen, die einst Bedingung für innovativen Wandel waren, zur Ursache für Fehlentwicklungen werden. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn ehemals erfolgreiche Netzwerke und Praktikgemeinschaften zu einem Wert an sich geraten und dann für die Akteure zu einem Mittel werden, sich gegen Veränderungen abzusichern (vgl. die Studie zum Ruhrgebiet in Grabher 1993).