

Institutionelle Muster der Wissensproduktion in den Optischen Technologien

Feldtheoretische Perspektiven zur Interpretation von Netzwerkstrukturen

Clemens Blümel

1 Einleitung

Der Beitrag hat das Ziel zu zeigen, wie die sozialwissenschaftliche Netzwerkanalyse als Paradigma auf dem Gebiet der Wissenschafts- und Technikforschung sinnvoll eingebracht werden kann. In zahlreichen amerikanischen Studien (z.B.: Shan et al. 1999; Burt 1987; Hagedoorn/Schakenraad 1994; Jansen 1995; Owen-Smith et al. 2002) ist bereits die Bedeutung des relationalen Ansatzes für die Analyse von Prozessen der Wissensentstehung herausgearbeitet worden. Die methodischen und theoretischen Weiterentwicklungen sind bisher jedoch selten dazu genutzt worden (eine Ausnahme: Owen-Smith/Powell 2003), Theorien der Wissenschafts- und Technikforschung einer empirischen Überprüfung zu unterziehen. So wird in der Wissenschafts- und Technikforschung prominent die These vertreten, dass Forschung und Entwicklung zunehmend in heterogenen projektförmigen Kooperationsarrangements abgewickelt werden (Jansen 2004). Eine Folge dieser Entwicklung, sei eine zunehmende Verflechtung von Wissenschaft- und Industrie (Kaufmann/Tödtling 2001/Schmoch 2003), wodurch ein neues Muster institutionelle Wissensproduktion entstehen sollte, dass die Grenzen zwischen universitärer und Industrieforschung verwische (vgl. Gibbons et al. 1994). Der Beitrag geht mit Hilfe struktureller sozialwissenschaftlicher Analyseinstrumente der Frage nach, inwiefern sich ein solches Muster empirisch erkennen lässt. Deutlich wird dabei, dass die analysierten Strukturdifferenzierungen möglicherweise nicht allein mit Hilfe etablierter netzwerktheoretischer Annahmen interpretierbar sind (Granovetter 2000; Burt 1992; Gargiolo/Gulati 1999). Der Beitrag argumentiert daher für eine Erweiterung des netzwerktheoretischen Paradigmas um Elemente feldtheoretischer Theorieentwürfe im Anschluss an Pierre Bourdieu (1984; 1988). Gerade auf dem Gebiet der Wissenschafts- und Technikforschung lassen sich netzwerkanalytische Untersuchungsanlage und Feldtheoretische Perspektive fruchtbar integrieren. Asymmetrien in der strukturellen Einbindung von Wissenschaft und Wirtschaftsakteure werden vor dem Hintergrund der Praxen des wissenschaftlichen Feldes besser interpretierbar. Dabei wird die These herausgearbeitet, dass die Annahme eines "neuen institutionellen Musters der Wissensproduktion" auf der Grundlage dieser Untersuchung nicht geteilt werden kann. Der Beitrag gliedert sich in drei Teile: Zunächst wird im ersten Abschnitt schlaglichtartig die Diskussion der neuen Wissenschaftssoziologie resümiert, um dann in einem zweiten Teil zu zeigen, welchen Beitrag netzwerkanalytische Forschung in der sozialwissenschaftlichen Innovations- und Technikforschung leisten kann. Im letzten Teil wird dargestellt, wie die wissenschaftssoziologischen Arbeiten Pierre Bourdieus einen sinnvollen Ansatzpunkt zur Interpretation der Netzwerkstruktur bieten können.

2 Wissenschafts- und Innovationsforschung

Mit den Beziehungen der Wissenschaft zu sich selbst und ihrer Umwelt beschäftigen sich in den Sozialwissenschaften zwei lange voneinander getrennte Bereiche. Wissenschaftsforschung bot vor allem Perspektiven auf die interne Welt der Wissenschaft, ihre Strukturen und Institutionen (Heintz 1998), während die Beziehungen zu ihrer Umwelt wenig Berücksichtigung fanden (vgl. Weingart 2005). Die Innovationsforschung hingegen betrachtete den Prozess der Verwertung wissenschaftlichen Wissens (vgl. Heintz 1998). Wissenschaft wird dabei eher als Ressource betrachtet, deren interne Produktionsbedingungen selbst nicht erklärungsbedürftig sind. Die wachsende ökonomische und gesellschaftliche Bedeutung wissenschaftlicher Erkenntnisse macht jedoch eine Integration erforderlich. So beobachten Innovationsökonom einen verschärften Wettbewerb für wissenschaftsbezogene Güter (Rammer 2004/FhG-ISI:2006). Immer kürzere Innovationszyklen gelten dabei als Indikator für sich verändernde Innovationsprozesse, die in der sozialwissenschaftlichen Innovationsforschung stark diskutiert werden (Braun-Thürmann 2005: 63). Lineare Modelle des Innovationsprozesses, die einen kontinuierlichen Fluss von der Grundlagen- über die Anwendungsforschung in institutionell deutlich voneinander abgegrenzten Einheiten unterstel-

len, werden obsolet. Stattdessen gewinnen Modelle an Bedeutung, die den Innovationsprozess als reziproken, rückgekoppelten Prozess konzeptualisieren (vgl. Braun-Thürmann 2005; Degele 2002). Grundlagen- und Anwendungsforschung lassen sich immer weniger voneinander abgrenzen (vgl. Jansen 2004). Diese Veränderungen in der Organisation wissenschaftlichen Wissens werden in Verbindung gebracht mit der Emergenz neuer Technologiefelder. Insbesondere in den als Hochtechnologien bezeichneten Bereichen werden neue institutionelle Formen der Wissensentstehung beobachtet, die unter dem The-se eines Bedeutungswandels wissenschaftlichen Wissens diskutiert wird: Die Universität verliere als Produzent wissenschaftlichen Wissens an Bedeutung, während Unternehmen und Beratungseinrichtungen, aber auch internationale Organisationen an Bedeutung gewinnen (Gibbons et al. 1994). Auch wenn der empirische Gehalt, dieser Thesen, die auf einen Wandel der "kognitiven und institutionellen Strukturen moderner Wissensproduktion" abzielen (Kuhlmann et al. 2003), häufig bestritten wurde (Weingart 1999; Schulz-Schaeffer et al. 1997; Maasen/Weingart 2006), so eignet sie sich dennoch zu Generierung von Forschungsfragen (Kuhlmann et al. 2003: 4). Dabei werden die institutionellen und organisatorischen Aspekte stärker thematisiert. Das Zusammenspiel der industriellen und der akademischen Forschung wird so zum Gegenstand der Wissenschaftsforschung (vgl. Hasse 1996; Jansen 1995; Jansen 2004). Zahlreiche dieser Studien legen nahe, dass die Entwicklung neuer Erkenntnisse nicht mehr innerhalb von Organisationen, sondern in organisationsübergreifenden, projektförmigen Kontexten stattfindet (vgl. Jansen 2004). Wissen und Kompetenzen lassen sich immer weniger einzelnen wissenschaftlichen oder ökonomischen Einheiten zurechnen (vgl. Powell et al. 1996). In dem Maße, indem sich – in den Hochtechnologien – die Tätigkeitsprofile wissenschaftlicher Einrichtungen und Unternehmen angleichen, werden institutionelle Zuordnungen obsolet (vgl. Knie/Simon 2006): "Während Forschergruppen an Universitäten ihre Ergebnisse patentieren und an Firmen verkaufen, betreiben umgekehrt Forscher in der Industrie Grundlagenforschung und stellen die Ergebnisse einem breiteren wissenschaftlichen Publikum zur Verfügung" (Jansen 2004: 5). Ausdruck dieser veränderten Bedingungen in der Wissensproduktion ist die Emergenz heterogener Kooperationsformen unter verschiedenen institutionellen Rahmenbedingungen. Forschungsprojekte in den Hochtechnologiesektoren wie Nanotechnologie, Biotechnologie (Kuhlmann 2003: 3) oder optische Technologie (Sydow/Lerch 2007) zeichnen sich durch eine besondere Heterogenität hinsichtlich der involvierten Akteure aus, welche auf eine abnehmende Bedeutung der institutionellen Felder hindeuten. Insofern diese Thesen nahelegen, dass sich Änderungen der Wissensproduktion auf der Organisationsstruktur niederschlagen, lassen sie sich gerade mit einem netzwerkanalytischen Ansatz empirisch untersuchen.

3 Sozialwissenschaftliche Netzwerkanalyse und Innovationsforschung

3.1. Zwei konzeptionelle Strategien

Als übergreifendes sozialwissenschaftliches Paradigma, vor allem aus der britischen Sozialanthropologie kommend, nimmt die Netzwerkanalyse heute eine feste Stellung im sozialwissenschaftlichen Theoriegebäude ein und wird in zahlreichen Untersuchungskontexten angewandt, von denen die Wissenschafts- und Technikforschung nur eine ist. Ihre heutige Prägung mit einer Ausdifferenzierung von Methoden und theoretischen Ansätzen erhielt sie vornehmlich durch die Harvard Strukturalisten um Harrison White. Diese Autoren verstanden die Netzwerkanalyse als grundlegenden Ansatz zur Analyse von sozialen Strukturen. In Abgrenzung zu rein individualistischen Ansätzen bildet die Basiseinheit in der Netzwerkanalyse die Beziehung. Damit grenzt sie sich deutlich von kausalen Modellen zur Erklärung von Handlung auf der Grundlage von Eigenschaftszuschreibungen ab (vgl. Beckert 2005:287). Eigenschaften sind dann vielmehr selbst nur ein Korrelat der Beziehungsstrukturen (Wellmann 1988: 20ff.). Handlungen finden demnach nicht atomisiert, sondern eingebunden in eine Netzwerkstruktur statt (Granovetter 2000: 207). Damit werden Netzwerkstrukturen sowohl begrenzende als auch ermöglichende Eigenschaften zugeschrieben (vgl. Granovetter 2000). Ermöglichend sind sie, insofern bestehende Beziehungen als Kanäle fungieren, über die verschiedene Ressourcen, wie Personen, Wissen oder Kapital fließen können (siehe etwa Podolny 2001). Begrenzend wirken Netzwerkstrukturen, weil die Einbindung in ein Set von Beziehungen auch immer andere alternative Beziehungen in zeitlicher, sachlicher und sozialer Dimension ausschließt (vgl. Burt 1982). In der Netzwerkanalyse lassen sich dabei zwei grundlegende „konzeptionelle Strategien unterscheiden, mit denen diese unterschiedlichen Beziehungs- und Struktureigenschaften untersucht werden können: Einem genuin verbundheitsorientierten Ansatz (Ansatz der sozialen Kohäsion) und einem positionalen Ansatz (vgl. Trezzini 1998).

Der kohäsionsanalytische Ansatz zielt auf die Analyse der direkten und indirekten Verbindungen zwischen Akteuren ab (vgl. Emirbayer/Goodwin 1994: 1419). Das Verhalten von Akteuren wird hier durch das Vorhandensein einer Verbindung selbst erklärt. Dabei rücken die Charakteristika der Beziehung selbst, die Stärke und Dichte ins Zentrum des Interesses. Ziel ist es hierbei, Subgruppen innerhalb von Netzwerken zu erfassen, die sich durch starke interne Verbundenheit auszeichnen (vgl. Trezzini 1998: 382). Besonders vereinbar ist der kohäsionsanalytische Ansatz daher insbesondere mit Studien, die den Aufbau von Community Strukturen oder den Zugang zu von Ressourcen und die Diffusion von Kapital thematisieren.¹ Ebenfalls den verbundenheitsorientierten Ansätzen lässt sich die berühmte Studie Granovetters (1973) zur Arbeitsplatzmobilität zuordnen: Granovetter hatte hier untersucht, auf welche Art Akteure an Informationen über einen Arbeitsplatz herankommen. Schwache informelle Beziehungen, so das Ergebnis, erweisen sich bei der Allokation von Arbeitsplatzinformationen als günstiger als starke Beziehungen. Im Fokus der Analyse stand also der Zugang zu Informationen und Charakteristika vorhandener Beziehungen.

Im Gegensatz dazu rückt die positionale Analyse die Struktur des Netzwerks als Ganzes in den Blick. Ziel der Analyse ist es, eine Abstraktion der Sozialstruktur durch die strukturelle Differenzierung über Positionen zu gewinnen. Positionen werden dabei auf der Grundlage eines ähnlichen Musters von Beziehungen gebildet. Grundlage für diese Herangehensweise bilden die Arbeiten Siegfried Nadels (vgl. Nadel 1957), der Sozialstruktur als eine komplexe Differenzierung von Positionen konzeptualisierte. Im Unterschied zu kohäsionsanalytischen Konzepten werden Akteure nicht in der direkten Verbundenheit untereinander, sondern in Beziehungen zu Dritten verglichen (vgl. Lorraine/White 1971; White et al. 1976; Emirbayer/Goodwin 1994: 1422). Auch die nicht vorhandenen Beziehungen werden damit zum Gegenstand der Analyse. In dieser Hinsicht können sich Akteure in ihrem Beziehungsmuster auch darin ähneln, dass sie bestimmte Beziehungen nicht unterhalten (vgl. Trezzini 1998: 383). Der Vorteil besteht hier darin, dass nicht nur Beziehungen innerhalb eng verbundener Einheiten (auf der Basis von Verbundenheitskonzepten ermittelten Cliques), sondern auch zwischen sozialen Positionen (auf der Basis eines ähnlichen Beziehungsprofils), analysiert werden können. Dies ist eine wesentliche Eigenschaft der Blockmodellanalyse (ausführlich hierzu vgl. Heidler 2006). Positionale Ansätze ermöglichen daher einen Zugriff auf die Struktur des Netzwerks, da Akteure nicht nur nach ihrem Beziehungsprofil gruppiert, sondern gleichzeitig nach Beziehungen zu anderen Positionen, die sich in ihrem Beziehungsprofil unterscheiden, analysiert werden können.² Das Beziehungsmuster wird hierbei nicht allein auf der Basis einer, sondern mehrerer Beziehungsdimensionen gebildet.³

Den beiden methodischen Strategien – dem kohäsionsanalytischen wie dem positionalen Ansatz – liegen also theoretische Überlegungen zugrunde, die die Annahme berechtigt erscheinen lassen, von einer methodischen und theoretischen Perspektive zu sprechen (vgl. Heidler 2006 in Kap. 3). Beide methodischen Strategien finden in der netzwerkanalytischen Wissenschafts- und Technikforschung ihren Niederschlag:

-
- 1 Der verbundenheitsorientierte Ansatz wurde dabei insbesondere zusammen mit der Theorie der Ressourcen - Abhängigkeit in der Organisationsforschung (Pfeffer/Salanczik 1978) verwendet. Die entscheidende Grundannahme ist dabei, dass Organisationen notwendig darauf angewiesen sind, wichtige Ressourcen mit anderen Organisationen ihrer Umgebung auszutauschen. Sie sind somit von anderen Organisationen und deren Ressourcen abhängig (vgl. Nohria/Gulati 1994). Der Zugang zu Ressourcen wie Kapital oder Status ist aufgrund der bestehenden Abhängigkeit vieler Organisation von diesen Ressourcen eine Quelle von Macht für diejenigen Organisationen, die den Zugang kontrollieren. Da für die Überprüfung des Zugangs einer Organisation zu Ressourcen einer anderen Organisation entscheidende Bedeutung zukommt, ist die Ressourcenabhängigkeitstheorie mit einem kohäsionsanalytischen Ansatz kombiniert worden (z.B. Lin et al. 1981; Lin 1982).
 - 2 Hierbei folge ich der Ansicht Emirbayer/Goodwins (1994) und Trezzinis (1998), der die Blockmodellanalyse den positionalen Ansätzen zurechnet, während Heidler (2006) umgekehrt in der positionalen Analyse nur eine „Verwandschaft“ mit der Blockmodellanalyse erkennen kann, weil die zentrale Information – die Beziehungen zwischen den Positionen untereinander- nur in der Blockmodellanalyse ermittelt wird, die in dieser Hinsicht über den positionalen Ansatz hinausgeht.
 - 3 Zur Bestimmung des Beziehungsmusters existieren unterschiedliche Kriterien. Das strengste Kriterium, das White et al. (1976) formulierten, ist das Kriterium der strukturellen Äquivalenz. Dabei gelten zwei Akteure genau dann als strukturell äquivalent, wenn sie über gleiche Außenbeziehungen verfügen. Da perfekte strukturelle Äquivalenz in empirischen Netzwerken selten zu finden ist, wurden Maße struktureller Äquivalenz entwickelt, die Abstufungen von struktureller Äquivalenz zulassen (Jansen 2003: 219).

Welche Bedeutung der Zugang zu Wissen in Form von Forschungsbeziehungen gerade in wissenschaftsabhängigen Sektoren erlangt, haben Powell et al. (1996) eindrucksvoll herausgearbeitet. Der Aufbau von Beziehungen führt hier nicht nur zu steigender Zentralität, sondern auch zu zunehmender Beziehungserfahrung, die wiederum selbst den Aufbau von weiteren Beziehungen erleichtert. Eine solche Untersuchungsanlage ist in besonderem Maß geeignet, die Rolle von Beziehungen zum Erwerb von Kompetenzen aufzuzeigen. Inwiefern sich Institutionen im Hinblick auf die Weitergabe von Informationen unterscheiden, haben Owen-Smith et al. 2004 in einer Studie untersucht. Den ersten konzeptionellen Ansätzen sind Arbeiten zuzurechnen, welche die Diffusion von Wissen und Informationen in Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken berücksichtigen. Im Hinblick auf die Frage, inwiefern es in Hochtechnologien zu einer institutionellen Angleichung zwischen Forschungseinrichtungen und Universitäten kommt, haben Owen-Smith et al. (2004) einen wichtigen Beitrag geleistet, indem sie durch den Vergleich von Gesamtnetzwerken unterschiedlicher institutioneller Zusammensetzung unterschiedliche Wissensdiffusionsmuster identifizierten.

Wie sich diese institutionelle Differenzierung in unterschiedlichen Beziehungsmustern niederschlägt, kann jedoch besser in positionalen Analysen untersucht werden. Diese Analysen finden vor allem Verwendung, um die strukturelle Differenzierung von Forschungs- und Entwicklungsnetzwerken aufzuzeigen. Forschungs- und Entwicklungsnetzwerke sind häufig durch eine starke Kern-Peripherie Struktur gekennzeichnet, wobei der Kern, der sich aus Akteuren zusammensetzt, die sowohl intern als auch extern hochgradig miteinander verknüpft sind, über ausgehende Beziehungen auch die Peripherie integriert (vgl. Jansen 2003: 273). Damit lassen sich insbesondere die Beziehungen zwischen verschiedenen Positionen erfassen. Die Positionen sind damit vor dem Hintergrund der Struktur des Gesamtnetzwerkes interpretierbar (vgl. Walker/Shan/Kogut 1997). Positionale Analysen eignen sich jedoch auch, um durch Hinzunahme attributionaler Daten unterschiedliche Beziehungsmuster mit Institutionentypen in Verbindung zu bringen. Diese Vorgehensweise ist besonders zur Überprüfung der Hypothese eines neuen Wissenschaftsmodells von Bedeutung: In dem Maße, indem Forschung in organisationsübergreifenden Institutionen angesiedelt ist, müssten sich auch Beziehungsmuster zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen einander angleichen. Inwiefern lässt sich eine solche Angleichung der Beziehungsmuster empirisch beobachten? Am Beispiel der Optischen Technologien als Hochtechnologien wurde diese Fragestellung untersucht.

3.2 Die Kopplung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in der optischen Technologie

Diese Forschungsfrage ist nicht unbedeutend vor dem Hintergrund der aktuellen wissenschaftssoziologischen Diskussion: Wenn es zutrifft, dass sich wissenschaftliche Einrichtungen stärker als früher um eine Legitimation ihrer Tätigkeit (im Hinblick auf ihre ökonomische Verwertbarkeit) bemühen müssen, sollte es leichter sein, Beziehungen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen herzustellen.⁴ Empirisch wurden diese Fragestellungen am Beispiel der optischen Technologie in Berlin-Brandenburg untersucht. Die Grundlage bildeten hier relationale Daten eines Forschungs- und Produktverbundes der Optik aus den Jahren 2000 und 2003, die im Rahmen eines Kooperationsprojekts an der FU Berlin analysiert werden konnten.⁵ Für die optische Technologie treffen Kriterien zu, die für Mode 1 und Mode 2 gleichermaßen gelten: Zum einen eine traditionelle Forschung an den Universitäten mit Verbindungen in die Grundlagenforschung (Spectaris 2006), zum anderen zeichnen sich neuere Anwendungen insbesondere im Bereich des Internets ab, die an den Rändern der Disziplinen auftauchen und neuere Kooperations-

⁴ Neuere Untersuchungen der Wissenschaftsforschung haben gezeigt (Knie/Simon 2006), dass Forschungseinrichtungen ihre gesellschaftliche Legitimation nun auch aus der Gründung neuer unternehmerischer Einheiten beziehen. Wissenschaftliche Ausgründungen stehen hoch im Kurs, zum einen aufgrund strategischer Überlegungen der Institutsleitungen, zum anderen aufgrund der gestiegenen Attraktivität unternehmerischer Selbstbestimmung bei Wissenschaftlern (Knie/Simon 2006: 16). Diese Veränderung strategischer Überlegungen und kognitiver Orientierungen sollte günstige Rahmenbedingungen für eine informelle Beziehungsaufnahme darstellen.

⁵ Die Daten wurden im Rahmen des Projekts "Bewertung und Begleitung der Netzwerkentwicklung von OptecBB" erhoben, das vom Institut für Soziologie der TU Berlin und dem Institut für Management der Freien Universität Berlin unter der Leitung von Jörg Sydow und Arnold Windeler bearbeitet wurde.

arrangements erfordern (Schricke 2007; Frietsch et al. 2007). In der Region Berlin-Brandenburg findet sich in diesem Wissenschaftsfeld starkes wissenschaftliches Potential, Fachhochschulen sowie Universitäten sind in diesem Feld aktiv (Hornauer 2003: 35ff.). Außerdem gibt es auch einige Großunternehmen, die in der traditionellen Optik beheimatet, zunehmend in neue Anwendungsfelder vorstoßen sowie eine Reihe kleinerer Unternehmen, die um das Jahr 2000 gegründet wurden und vor allem in neuen Gebieten wie der Biophotonik, im Laserbereich oder bei Optischen Technologien für das Internet tätig sind (Hornauer 2003).

Würde die These heterogener Kooperationen im Gefolge veränderter Bedingungen der Produktion wissenschaftlichen Wissens, zutreffen, so müssten Unternehmen und Forschungseinrichtungen ähnliche Beziehungsstrukturen aufweisen. Auf der Ebene einer differenzierten Netzwerkstruktur bedeutet das: Organisationen mit ähnlicher thematischer Ausrichtung unabhängig ihres institutionellen Typs müssten innerhalb derselben statistisch identifizierten Einheiten zu finden sein; oder aber sich zumindest über die Zeit hinweg aufeinander zu bewegen. Beides konnte in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden.

Die statistische Analyse (ausführlich: Blümel 2006; Heidler 2006) zeigt die Identifikation von insgesamt fünf Positionen strukturell ähnlicher Akteure. Die beiden am stärksten verbundenen Positionen sind zu Beginn der Untersuchung (2000) nahezu ausschließlich mit Universitäten bzw. Forschungseinrichtungen besetzt. Technologieunternehmen sind stattdessen in eher schwach vernetzten Positionen zu finden, in denen kaum Forschungseinrichtungen vertreten sind. Im Laufe der Untersuchung nähern sich die Beziehungsmuster zwischen außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Universitäten stark an. In der Analyse ist dies daran erkennbar, dass Forschungseinrichtungen und Universitäten zum zweiten Zeitpunkt (2003) keine getrennten Blöcke bilden, sondern vielmehr innerhalb derselben, dicht verbundenen Position zu finden sind. Damit lassen sich die Positionen anhand ihrer institutionellen Zusammensetzung sehr gut voneinander unterscheiden: Wissenschaftliche und Wirtschaftliche Organisationen bilden unterschiedliche Beziehungsmuster aus. Dies wird besonders deutlich, werden die Beziehungen zwischen den Positionen näher betrachtet. Die mit bedeutenden wissenschaftlichen Organisationen besetzten Positionen sind über zahlreiche Außenbeziehungen mit anderen Positionen vernetzt, während die vornehmlich mit Unternehmen besetzten Positionen auch über deutlich weniger Außenbeziehungen verfügen. Dabei zeigen sich deutliche Asymmetrien zwischen den Positionen: Akteure aus peripheren und semiperipheren Positionen (darunter überdurchschnittlich viele Unternehmen) geben an, mit diesen wissenschaftlichen Einrichtungen verbunden zu sein, ohne dass diese Wahlen durch die Forscher selbst erwidert werden. Derartige Konstellationen werden in der Tradition sozialwissenschaftlicher Netzwerkforschung häufig als Indiz für die Macht eines Akteurs oder einer Organisation bewertet (vgl. Wassermann/Faust 1994: 202ff.). Unternehmen in dieser Stichprobe überdurchschnittlich häufig in diesen peripheren Positionen auftauchen, kann man von einem asymmetrischen Beziehungsmuster zwischen Wissenschaft und Industrie sprechen.

Wie lassen sich diese Ergebnisse vor dem Hintergrund der offenbar sensiblen Interaktion zwischen Wissenschaft und Industrie interpretieren? Die Ergebnisse werfen Fragen auf, die sich durch die Beziehungsstruktur sowie die netzwerktheoretische Theorieanlage allein nicht aufklären lassen. Da wäre zuerst das asymmetrische Beziehungsmuster zwischen Wissenschaft und Unternehmen: Der theoretische Hintergrund der Wissenschaftsforschung legt hier zunächst zwei Interpretationsmöglichkeiten nahe: Haben die Forschungseinrichtungen unterschiedliche Maßstäbe von dem Wert wissenschaftlicher Kooperation? Schätzen also Forschungseinrichtungen den Beitrag der Unternehmen anders ein als diese? Oder stellt umgekehrt die Beziehung zu Universitäten einen besonderen Ausdruck des wissenschaftlichen Prestiges dar, das mit einer Kooperation gewonnen werden kann, wodurch sich die vorgefundenen Asymmetrien erklären lassen? Die Antworten auf diese Fragen sind entscheidend, sind sie doch Ausdruck konträrer wissenschaftlicher Positionen: Zielt die erste Frage noch ab auf die als Mode 1 bezeichnete kognitive Orientierung, dass zwischen Grundlagen und Industrieforschung deutlich unterschieden werden müsse, so zielt die zweite Frage darauf ab, die Bedeutung wissenschaftlichen Wissens vor allem in der gestiegenen Nachfrage ökonomischer Akteure zu sehen und demnach ein, wenn auch abgeschwächtes Indiz für Mode 2. Zusammengefasst zeigen die Befunde, dass offenbar auch in Feldern, die der Hochtechnologie zugerechnet werden können, Forschungsk Kooperationen weniger stark in heterogenen Kooperationsarrangements vorgenommen werden, als es theoretisch naheliegt (z.B. Kuhlmann 2003:3). Dies ist deshalb bedeutsam, weil die Diskussion, die sich um die radikale These von Mode 2 entwickelt, sich zumindest darauf verständigt hatte, dass diese heterogene Kooperationen in neuen wissenschaftsbasierten Anwendungskontexten Gültigkeit besitzt (Weingart 1999). Die Nutzung der Sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse schafft hier einen Erkenntnisvorteil, weil die gemeinsame Kooperation zwischen Wissenschaft

und Wirtschaft innerhalb eines Technologiefeldes auf der Grundlage einer Netzwerkstruktur analysiert werden kann. Heterogene Kooperation in gemeinsamen Projekten kann somit auf einer strukturellen Grundlage als Beziehungsähnlichkeit von Forschungskooperationsstrukturen übersetzt werden. Allerdings produziert die Zusammenführung von struktureller (Beziehungsmuster, dichte und Sozialstruktur) und attributionaler Information (institutionelle Differenzierung in Forschungseinrichtung und Unternehmen) Interpretationsprobleme: Bisherige Erkenntnisse der netzwerkanalytischen Wissenschafts- und Technikforschung gehen eher davon aus, dass Unternehmen auf die Beziehungen zu öffentlichen Forschungseinrichtungen angewiesen sind (Powell et al. 1996). Zahlreiche Arbeiten (Walker/Shan/Kogut 1997; Hagedoorn/Schakenraad 1994; Ahuja 2000; von Hippel 1988) fokussieren daher vorrangig auf die positiven Auswirkungen vorhandener Forschungsbeziehungen für Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Die hier dargestellte Asymmetrie spricht hingegen für die Annahme institutioneller Zugangsbeschränkungen (DiMaggio 1992), die sich aus den Akteursorientierungen ergibt. Eine Analyse der Akteursorientierungen auf der Grundlage der Netzwerkstrukturen ist von einigen Autoren auf dem Gebiet der historischen Sozialforschung (Padgett/Ansell 1993) beispielhaft umgesetzt worden, fehlt jedoch bisher in der Wissenschafts- und Technikforschung. In ihrem viel beachteten Aufsatz von 1994 mahnen Emirbayer und Mustafa an, dass sich die Netzwerkanalyse neuen theoretischen Ansätzen öffnen sollte, die diese Verknüpfung zulassen. Gerade historisch gewachsene kulturelle Muster können sich in dem Muster der Beziehungen und damit in der Netzwerkstruktur niederschlagen. Mit einer ausgearbeiteten Theorie der Praxis, die sich den spezifischen Strukturlogiken ausgewählter Felder analytisch annimmt, lässt sich meiner Ansicht nach gerade Pierre Bourdieu mit den Stärken der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse auf dem Gebiet der Wissenschaftsforschung sinnvoll verknüpfen.

4 Theoretische Perspektiven zur Interpretation der Netzwerkstruktur

Die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Ergebnisse zeigen, dass eine Öffnung des netzwerkanalytischen Paradigmas gegenüber neueren theoretischen Ansätzen zur Interpretation von Netzwerkstrukturen von hoher Bedeutung ist. Der Zusammenhang von Kultur, kognitiven Orientierungen und Netzwerkstruktur ist bislang noch nicht befriedigend ausgearbeitet (vgl. Emirbayer/Goodwin 1994; DiMaggio 1997). So sind auch institutionelle Einflüsse, die den Selektionsprozessen der Wissenschaft selbst zugeschrieben werden können, bisher in netzwerkanalytischen Studien kaum untersucht worden. Gerade die in Abschnitt 3 empirisch beobachteten Kooperationsstrukturen an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie zeigen jedoch die jeweiligen Effekte feldspezifischer Logiken, die sich in unterschiedlich strukturierten Beziehungsmustern niederschlagen. Wie für kaum einen anderen Bereich der Sozialen Welt lässt sich daher das Feld der Wissenschaft mit dem Analyseraster von Pierre Bourdieu genauer analysieren.

4.1. Bourdieus theoretische Perspektive auf die Netzwerkanalyse

Wie kann eine netzwerkanalytische Forschungsperspektive mit dem theoretischen Ansatz Pierre Bourdieus sinnvoll verknüpft werden? In seinen eigenen Schriften setzte sich Pierre Bourdieu deutlich gegenüber einem netzwerkanalytischen Forschungsansatz ab (vgl. Mützel 2006: 111). Sein Verständnis der theoretischen Arbeiten dieses Paradigmas fußte auf der Wahrnehmung, dass in der Netzwerkanalyse der Begriff der sozialen Interaktion bedeutsam für die Erklärung von Strukturen ist (vgl. Bourdieu/Wacquant 1992). Im Gegensatz dazu unterscheidet Bourdieu fundamental zwischen den objektiven Machtbeziehungen, die strukturbildend sind und den Interaktionen, die im Aufbau von Beziehungen fungieren können (vgl. De-Nooy 2003: 317). Diese objektiven Machtbeziehungen sind es, die die Beziehungen innerhalb eines Feldes und zwischen Feldern strukturieren können. Als solche objektiven Machtbeziehungen gelten in der Soziologie Pierre Bourdieus die Verteilungen der unterschiedlichen Kapitalsorten (Bourdieu 1994). Die Verteilung der Kapitalsorten ist eine Eigenschaft des Feldes, auf die der jeweils handelnde keinen Einfluss hat (vgl. Mützel 2006: 111). Den Begriff des Feldes fasst Bourdieu demzufolge als "Konfiguration von objektiven Relationen zwischen Positionen" (Bourdieu/Wacquant 1992: 97) auf. Folgt man diesen Überlegungen Bourdieus, so sind interpersonale Beziehungen, wie sie seiner Ansicht nach in der Netzwerkanalyse untersucht werden, dann nur der Ausdruck und Struktureffekt dieser objektiven Machtbeziehungen. Daher zielt die Soziologie Bourdieus auf die Erklärung der objektiven Machtbeziehungen ab, die

sich seiner Meinung nach unabhängig von konkreten Interaktionen beobachten lassen (vgl. Bourdieu 1984).

4.2. *Die Bedeutung des symbolischen Kapitals in wissenschaftlichen Feldern*

Dies bedeutet jedoch nicht, dass Interaktionen in der Perspektive Pierre Bourdieus nicht analysiert werden können. Einen Ansatzpunkt bildet das symbolische Kapital, das zwischen den Eigenschaften von Personen und Wahrnehmungskategorien, die über die Sozialisation kulturell gelernt werden, vermittelt. Die Bedeutung des symbolischen Kapitals besteht in der Generierung der Zuweisung symbolischer Werte zu Eigenschaften. Diese Zuweisungsregeln und Kategorien formen die Wahrnehmung von Personen und Objekten in den verschiedenen Feldern und werden über die Sozialisation gelernt. Symbolisches Kapital, also der symbolische Wert von Eigenschaften wird immer Gruppen und sozialen Institutionen zugeschrieben. An dieser Stelle kommt damit der sozialen Interaktion eine instrumentelle Bedeutung zu. Durch den Aufbau intersubjektiver Beziehungen zu Institutionen und den Aufbau von Allianzen ist es möglich, symbolisches Kapital zu erringen. Dieser Mechanismus ist auch in der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse von besonderer Bedeutung. So gibt der Prestigewert an, dass sich Beziehungen zu Personen in ihrem symbolischen Wert für die Mitglieder eines sozialen Netzwerkes unterscheiden (vgl. Jansen 2003). Personen, denen ein hohes Prestige zugeschrieben wird, verfügen über ein asymmetrisches Verhältnis eingehender und ausgehender Beziehungen (Degree Prestige): sie werden häufiger durch Dritte gewählt als sie selbst Beziehungsofferten an andere richten (vgl. Wassermann/Faust 1994: 202).

Die Akkumulation symbolischen Kapitals und die damit verbundenen Strategien sind besonders bedeutsam für das Feld der Wissenschaft als einem über Reputationen gesteuerten Feld (vgl. Bourdieu 1975: 20; Bourdieu 1988; Bourdieu 1998). Die höchste Bedeutung hat hier der Kampf um wissenschaftliche Autorität. Die strukturellen Auseinandersetzungen um dieses knappe Gut produziert nach Bourdieu unablässig auch die Praxen, die innerhalb des wissenschaftlichen Diskurses als "interesselos" (vgl. Merton 1970) gelten, tatsächlich jedoch auf den Erwerb von Prestige abzielen. Symbolisches Kapital in der Form von Zuschreibungen kann somit kaum von technischer Kompetenz getrennt werden. So sind Leistungsbeurteilungen immer schon "kontaminiert" durch das Wissen um die Position, die ein Wissenschaftler besetzt (ebd. [Übersetzung CB]) Da sich Wissenschaftler in ihrer Beurteilung dessen, was als wissenschaftlich wertvoll gelten soll, an dem orientieren, was den meisten symbolischen Mehrwert erkennbar werden lässt, ist das wissenschaftliche Interesse kaum mehr von dem extrinsischen sozialen Interesse trennbar. Die Bewertung und Zuschreibung gestaltet sich in der Wissenschaft jedoch spezifisch: Es gibt keine Institution, die der wissenschaftlichen Arbeit einen Wert zuschreibt außer denen, die an der wissenschaftlichen Auseinandersetzung direkt beteiligt sind. Das hat zur Folge, dass wissenschaftliche Legitimität in besonderer Weise davon abhängig ist, welche Gruppeninteressen ausgedrückt werden (ebd.: 23).

Die Struktur der Verteilung der wissenschaftlichen Autorität ist ein Produkt der historischen Kämpfe und der aktuellen Position, ablesbar an dem Erreichen bestimmter Positionen. Bourdieu geht davon aus, dass die Position, die eine wissenschaftliche Autorität innerhalb des Feldes einnimmt, auch die Strategien bestimmt, symbolisches Kapital zu erhalten (Bourdieu 1975:28). Dies zeigt sich besonders eindrücklich in unterschiedlichen Strategien zwischen Novizen und Erfahrenen :Erstere verfolgen Konservierungsstrategien, um die bestehende wissenschaftliche Ordnung aufrechtzuerhalten, die in wissenschaftlichen Institutionen und in der Wertschätzung bestimmter Erziehungssysteme, aber auch der Besetzung wissenschaftlicher Verbreitungsmedien wie Zeitschriften besteht. Letztere hingegen versuchen entweder so genannte Imitationsstrategien, das heißt bewährte Strategien des Aufstiegs einzuschlagen, die die gegenwärtige Verteilung wissenschaftlicher Autorität anerkennen oder sie verfolgen "kostenintensive" Subversionsstrategien, bis zu dem Zeitpunkt an dem eine komplette Redefinition der wissenschaftlichen Autorität vorgenommen werden kann. Das Feld der Wissenschaft zeichnet sich damit durch eine große Asymmetrie in der Verteilung von symbolischem Kapital aus, weil die neu Hinzutretenden auch zunächst selbst ein Interesse an der Anerkennung der vorhandenen Ordnung haben.

4.3. *Interpretation der Netzwerkstruktur*

Welchen Beitrag kann diese Charakterisierung der Wissenschaftslandschaft auf die Struktur der Beziehungen an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie leisten, die durch die Blockmodellanalyse gezeigt werden? Legt man die Aussagen Bourdieus zugrunde, zeigen die Interaktionen nicht die Struktur im Sinne Bourdieus, sie sind selbst nur ein Effekt der objektiven Beziehungen. Allerdings bezieht sich diese Interpretation in erster Linie auf den kohäsionsanalytischen Ansatz innerhalb des netzwerkanalytischen Paradigmas (vgl. Abschnitt 2; Mützel 2006: 112). Umgekehrt nämlich könnte die strukturelle Ana-

lyse auch Rückschlüsse auf objektive Machtrelationen erlauben. In Abschnitt 2 wurde darauf hingewiesen, dass in der positionalen Analyse Akteure aufgrund ihrer strukturellen Ähnlichkeit zu Positionen gruppiert werden. Die Zuordnung zu einer Position kann auch darauf fußen, dass bestimmte Beziehungen nicht eingegangen werden. Damit werden Strukturen erkennbar, die ähnlich wie Bourdieu es für die Gesamtheit objektiver Machtrelationen annimmt, dem direkt Handelnden nicht bewusst sind. Insofern sich die identifizierten Positionen hinsichtlich ihrer strukturellen Einbettung und internen Zusammensetzung unterscheiden, liefern sie wichtige Ansatzpunkte für das Vorhandensein von Feldstrukturen (vgl. Anheier et al. 1995).

So exemplifiziert die positionale Analyse die starke und deutliche Trennung von wissenschaftlichen Einrichtungen und Wirtschaftsunternehmen. Wissenschaftseinrichtungen bilden in erster Linie eigene Beziehungsmuster aus, die von denen in der Industrie deutlich abweichen. Wenn der Aufbau sozialer Beziehungen mit Gruppen, denen ein hoher symbolischer Wert zugeschrieben wird, eine sinnvolle Strategie darstellt, um symbolisches Kapital zu erlangen – dann ist die Betrachtung der strukturellen Differenzierung des Netzwerks eine sinnvolle Analysemethode, um über die strukturellen Effekte dieser Strategien Aufschluss zu gewinnen.

Folgt man dieser Argumentation, so sind die institutionellen Grenzen im Hinblick auf die Akkumulation symbolischen Kapitals klar erkennbar: Die Beziehungsmuster der wissenschaftlichen Einrichtungen zeigen eine starke Orientierung zur Ausbildung von dicht verbundenen und stark asymmetrisch besetzten Positionen. Positionen, die überdurchschnittlich stark mit ökonomischen Akteuren besetzt sind, weisen hingegen kaum asymmetrische Beziehungen im Sinne eines hohen Prestiges auf. Wirtschaftsakteure werden von wissenschaftlichen Akteuren weit weniger häufig als strategische bedeutsame Kooperationspartner gewählt. Offensichtlich erhöht sich die Attraktivität nicht durch den Beziehungsaufbau mit ökonomischen Akteuren. Zwar bestehen Beziehungen zu ökonomischen Akteuren, doch sind diese für das Beziehungsmuster der wissenschaftlichen Akteure nur von untergeordneter Bedeutung, was sich in der Beziehungsdichte niederschlägt (vgl. Blümel 2006). Bourdieus Theorie des wissenschaftlichen Feldes bietet hier einen Interpretationsansatz, um zu klären, warum der Beziehungsaufbau bei wissenschaftlichen Akteuren soviel stärker ausgeprägt ist. Die mit vornehmlich wissenschaftlichen Einrichtungen besetzten Positionen zeichnen sich durch eine erstaunliche Kontinuität in der Zusammensetzung aus. Dabei bleibt die besondere Zentralität dieser Positionen erhalten und steigert sich sogar. Mit Bourdieu kann dies auf die Aufnahme von Sukzessionsstrategien (vgl. Bourdieu 1975: 29) hindeuten, die durch neue wissenschaftliche Akteure ausgelöst werden, um durch gemeinsame Forschungsprojekte an Prestige zu gewinnen. Damit wird die vorhandene strukturelle Differenzierung weiter verstärkt, asymmetrische Strukturen bleiben erhalten. Im Gegensatz dazu zeigen die mit Technologieunternehmen besetzten Unternehmen eine weitaus stärkere Tendenz zur Auflösung bzw. zur Transformation: Ein Vergleich der Positionen der Jahre 2000 und 2003 zeigt aus der Theorieperspektive Bourdieus betrachtet liegt es nahe, diese strukturellen Unterschiede mit der Wirkmächtigkeit des wissenschaftlichen Feldes zu erklären. Neuere Untersuchungen (vgl. Meier/Müller 2006) zeigen, dass die fundamentalen Strategien, des wissenschaftlichen Feldes auch in Kooperationsprojekten mit Wirtschaftsakteuren erhalten bleiben. Entgegen der Vermutungen von Knie und Simon (2006), die einen Bedeutungs- und Legitimationswandel hin zu einer stärkeren unternehmerischen Orientierung konstatieren, legen Meier und Müller dar, dass die akademische Orientierung bei den erfahrenen Kooperatoren besonders stark ausgeprägt ist (vgl. Meier/Müller 2006). Auch wenn die ökonomischen Interessen mit den wissenschaftlichen Interessen abgewogen werden, sind es letztlich die akademischen Interessen, die den Ausschlag geben. In dieser Hinsicht hat sich das Wirtschaftsprojekt dem Rahmen der universitären Forschung, häufig den zeitlichen und institutionellen Vorhaben (dem Zeitrahmen einer wissenschaftlichen Qualifikationsarbeit etwa) anzupassen (vgl. Meier/Müller 2006:106). Dies schlägt sich auch daran nieder, dass sich die befragten Wissenschaftler nicht für den ökonomischen Erfolg der Kooperation verantwortlich fühlten (ebd.: 111). Vielmehr bleibt als Erfolgskriterium die innerwissenschaftliche Beurteilung in Form von Publikation nach der Befragung der Wissenschaftler bedeutsam, auch wenn Drittmittel ein wichtiger Baustein zu Finanzierung sind. Die institutionellen Grenzen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft bleiben damit auch an der Schnittstelle bestehen, auch wenn Einflüsse der Wirtschaft etwa in der Konzentration auf vorwettbewerbliche Forschung deutlich erkennbar sind. Die Analyse dieser kognitiven Orientierungen, für deren Wirkmächtigkeit Bourdieus Feldtheorie eine wichtige theoretische Grundlage bietet, kann auch zur Interpretation der Netzwerkstrukturen beitragen.

Anhaltspunkte für diese Deutung finden sich in auf der Basis der Blockmodellanalyse durchgeführten Interviews. Die Ergebnisse der Interviews zeigen die Bedeutung der institutionellen Wahrnehmungskate-

gorien, die Bourdieu dem wissenschaftlichen Habitus zuschreibt (Bourdieu 1988). Dieser Habitus ist das Ergebnis professionalisierter Sozialisation und eines der Elemente des praxistheoretischen Analyseinstrumentariums, dem Bourdieu eine direkte Wirkung auf der Ebene der Interaktion zuschreibt (vgl. DeNooy 2005). Deutlich wird er in Fremdzuschreibungen und in der Unterstellung, Wirtschaftsakteuren wären an einer langfristigen Entwicklungsperspektive nicht interessiert. Diese Orientierungen zeigt sich in den Aussagen des Interviewpartners C. Außerdem beobachtet C auch Asymmetrien in der Zusammenarbeit:

"... Forschungseinrichtungen übernehmen die Aufgaben, die am Ende übrig bleiben" (Interviewpartner C: 17.07.06)."

Umgekehrt zeigen sich andere wahrnehmungsleitende Kategorisierungen auf der Seite der Wirtschaftsakteure. Deren kognitive Abgrenzung zu wissenschaftlichen Akteuren dient vor allem der Sicherung der eigenen Identität als Unternehmer, was sich aus Sicht der Forschungseinrichtungen folgendermaßen darstellt:

„Viele Unternehmen bezweifeln einfach, dass wir marktorientierte Produktentwicklungen überhaupt durchführen können" (Interviewpartner A: 03.07.06)."

Nach den Angaben des Interviewpartners bezieht sich der Zweifel des Unternehmens auf die Forschungseinrichtung als Ganzes: Gezweifelt wird sowohl an der Effizienz als auch an der Marktorientierung von Forschungseinrichtungen. Diese Vorurteile sind stark verwurzelt und können nur schwer durchbrochen werden. Nur über die Wirkung indirekter Beziehungen können diese Kategorisierungen abgebaut werden:

„Die beste Werbung besteht in diesem Fall dann aus Empfehlungen, wenn wir mal gute Arbeit machen, spricht sich das rum, da kommen dann andere zu uns, die davon berichten. Daraus entstehen eigentlich viele Kooperationen" (Interviewpartner A: 03.07.06)."

Der Eingebundenheit in eine Struktur indirekter Beziehungen wird in einigen Arbeiten ein intervenierender Einfluss auf die Konstruktion symbolischer Kategorien zugeschrieben (ähnlich dem Schemakonzept in der Sozialpsychologie). In dieser Hinsicht kritisiert auch DeNooy Bourdieus starke Betonung des Einflusses objektiver Strukturen (vgl. DeNooy 2005). Objektive Strukturen (die Verteilung der unterschiedlichen Kapitalsorten) wird nur wirksam in der direkten Interaktion. Wahrnehmungsleitende Kategorisierungen werden immer nur bezogen auf vorhandene physische und soziale Materialitäten. Akzeptiert man diese Modifikationen, so lassen sich die Interviews aus der theoretischen Perspektive Bourdieus sinnvoll zur Interpretation des Netzwerks heranziehen. Vor dem Hintergrund der Struktur des Netzwerks zeigen diese Aussagen, welchen strukturellen Einfluss wahrnehmungsleitende institutionelle Orientierungen auch am Schnittpunkt zwischen Wissenschaft und Wirtschaft haben. Damit kann ein Aspekt der These eines neuen wissenschaftlichen Steuerungsmodus, der sich auf die Organisation von Wissenschaft und ihrer Umwelt bezieht, nicht belegt werden. Vielmehr bleiben traditionelle wissenschaftliche Orientierungsmuster bestehen, die sich auch in deutlich voneinander abgegrenzten Beziehungsmustern niederschlagen.

5 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde die Möglichkeiten der Anwendung eines netzwerkanalytischen Forschungsansatzes in der Wissenschafts- und Technikforschung diskutiert.

Dabei wurde dargelegt, dass die wissenschaftliche Debatte durch die These eines Bedeutungswandels wissenschaftlichen Wissens bei der Produktion neuen Wissens bestimmt wird. Zunehmend lasse sich eine stärkere auf Nützlichkeitsabwägungen ausgerichtete Orientierung der Wissenschaft erkennen, die traditionelle innerwissenschaftliche Orientierungen ablöse. Die Wissenschafts- und Technikforschung hat diesen postulierten Bedeutungswandel wissenschaftlichen Wissens unter organisatorischen Gesichtspunkten an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie untersucht (Heinze 2006; Meier/Müller 2006; Kaufmann/Tödtling 2001; Schmoch 2003). Forschung und Entwicklung, so ein zentraler Befund, finde zunehmend in organisationsübergreifenden heterogenen Netzwerken statt, in die Akteure mit unterschiedlichem institutionellem Hintergrund eingebunden sind (vgl. Kuhlmann et al. 2003; Rammert 1997)

Auf der Basis einer Untersuchung in den Optischen Technologien wurde dabei herausgearbeitet, welche Möglichkeiten und Grenzen netzwerkanalytische Forschungsansätze bieten, diese Fragestellung empirisch zu untersuchen: Wenn die These zutrifft, dass sich das Tätigkeitsprofil von wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen in Hochtechnologiefeldern angleicht (vgl. Gibbons et al. 1994; Jansen 2004) und diese Forschungsprojekte die Zusammenarbeit in heterogenen Netzwerken erfordern (vgl. Etkowitz et al. 2000; Kuhlmann et al. 2003) so müssten sich diese Veränderungen auch in der Struktur interorganisationaler Verflechtungen ablesen lassen. In diesem Beitrag wurde dazu auf die methodische Strategie der Blockmodellanalyse zurückgegriffen, welche Akteure nach dem Muster ihrer Beziehungen zu Positionen gruppiert (vgl. Trezzini 1998). Die über diese Methode identifizierte Struktur von Positionen wurde dabei im Hinblick auf die These eines neuen Modus der Wissensproduktion interpretiert: Wenn es zutrifft, dass eine Angleichung der institutionellen Orientierung stattfindet und die Verstreuung der Wissensressourcen die Aufnahme von Beziehungen erfordert, müsste sich auch eine Angleichung der Beziehungsmuster auf der Ebene der Sozialstruktur der Beziehungen beobachten lassen. Positionen, die mit heterogenen institutionellen Akteuren besetzt sind, würden dann auf eine Angleichung einer der Beziehungsmuster und damit auf geringe institutionelle Hemmnisse in der Kooperationsanbahnung hindeuten. Die Ergebnisse der Daten sprechen nicht für eine derartige Deutung: Vielmehr bestehen große Unterschiede in der Besetzung der Positionen. Zentrale und periphere Positionen zeichnen sich nicht durch Heterogenität, sondern durch Homogenität in der institutionellen Zusammensetzung aus. Wissenschaftliche Einrichtungen und Unternehmen sind in voneinander getrennten Positionen zu finden. Bei genauerer Betrachtung der Beziehungen zwischen den Positionen ist ein asymmetrisches Beziehungsmuster beobachtbar. Im Rückgriff auf Bourdieus Theorie des wissenschaftlichen Feldes ist der Vorschlag unterbreitet worden, diese Muster als Struktureffekte des wissenschaftlichen Feldes zu betrachten. An der Wissenschaft orientierte institutionelle Orientierungen schlagen sich auf diese Weise auch in der Netzwerkstruktur nieder. Diese Deutung ist durch die Durchführung von vertiefenden Interviews beteiligter Akteure validiert worden. Die in Teil 4 dargestellten Äußerungen sprechen für die Persistenz traditioneller Orientierungen, die mit der Netzwerkstruktur korrespondieren. Wie Meier/Müller (2006) darlegen, bleiben diese akademischen institutionellen Orientierungen auch an der Schnittstelle der Interaktion zwischen Industrie und Wirtschaft erhalten. Akzeptiert man diese Interpretation, so lässt sich die These eines neuen Modus der Wissensproduktion auf der Grundlage dieser Daten nicht rechtfertigen. Feldtheoretische Aspekte können somit einen sinnvollen Beitrag zur Interpretation von Netzwerkstrukturen leisten. Eine derartig angelegte methodische Strategie bildet eine sinnvolle Ergänzung zu bestehenden netzwerkanalytischen Beiträgen in der Wissenschafts- und Technikforschung, die sich auf die positiven strukturellen Effekte vorhandener Forschungsbeziehungen für die Generierung neuen Wissens und der sich daraus ergebenden Wertschöpfung (Patente; Umsatz) beziehen. Um allerdings der Forschungsanlage Bourdieus gerecht zu werden, müssten weitergehende Daten über die Struktur objektiver Beziehungen (Kapitalsorten) hinzukommen.

Literaturverzeichnis:

- Ahuja, G. (2000): "Collaboration networks, structural holes and innovation." In *Administrative Science Quarterly* 45 (3), 425-455.
- Anheier, H.K./Gerhards, J./Romo, F.(1995): Forms of capital and social structure in cultural fields: Examining Bourdieu social topography. *American Journal of Sociology* 100, 859-903.
- Beckert, J. (2005): „Soziologische Netzwerkanalyse.“ In Kaesler, D. (Hrsg.): *Aktuelle Theorien der Soziologie: Von Shmuel N. Eisenstadt bis zur Postmoderne*. (München: Beck), 286-312.
- Blümel, C. (2006): *Die Einbettung von Forschungsk Kooperationen. Strukturen des Wissenstransfers in einem regionalen Innovationsnetzwerk*. (Diplomarbeit am Institut für Soziologie der Freien Universität Berlin).
- Bourdieu, Pierre (1975): The specificity of the scientific field and the social conditions of the progress of reason. *Social Science Information* (14)6, 19-47
- Bourdieu, Pierre (1988): *Homo Academicus*. (Frankfurt am Main. :Suhrkamp)
- Bourdieu, Pierre (1984): *Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp)
- Bourdieu, Pierre (1998): *Vom Gebrauch der Wissenschaft. Für eine klinische Soziologie des wissenschaftlichen Feldes*. (Konstanz: UVK Medien)
- Bourdieu, Pierre; Wacquant, L.J.D.(1992): *An invitation to reflexive sociology*. (Polity Press: London, Cambridge)
- Braun-Thürmann, Holger (2005): *Innovation. Reihe: Themen der Soziologie* (Bielefeld: transcript Verlag)
- Burt, R. (1982): *Towards a structural theory of action*. (New York: Academic Press).

- Burt, Ronald (1992): "The social structure of competition". In Nohria, Nitin / Eccles, Robert (Hrsg.): *Networks and organizations*. (Boston: Harvard Business School Press), 57-91.
- De Nooy, Wouter (2003): "Fields and networks: correspondence analysis and social network analysis in the framework of field theory". In: *Poetics* 31(2003), 305-327.
- Degele, N. (2002): *Einführung in die Techniksoziologie*. (München: Fink).
- DiMaggio, P. (1992): "Nadels paradox revisited: Relational and cultural aspects of organizational structure." In Nohria, Nitin / Eccles, R. (Hrsg.): *Networks and organizations. Structure, form and action*. (Cambridge, Mass.: Harvard Business School Press), 118-142.
- DiMaggio, Paul (1997): Culture and cognition. In: *Annual Review of Sociology* 23, 263-287.
- Etzkowitz, Henry; Webster, Andrew; Gebhardt, Christiane; Cantisano Terra (2000): The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. In: *Research Policy* 29, 313-330.
- Emirbayer, Mustafa; Goodwin, Jeff (1994): Network Analysis, Culture and the Problem of Agency. In: *American Journal of Sociology* 99, 1411-1454.
- Frietsch, Rainer; Grupp, Harriolf (2007): *Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands auf dem Gebiet der Optischen Technologie*. (Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung: Karlsruhe).
- Gibbons, Michael; Limoges, Camille; Nowotny, Helga; Schwartzman, Simon, Scott, Peter, Trow, Martin (1994): *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*. (Sage: London)
- Funtowicz, S.; Ravetz, J.R. (1993): Science for the post normal age. In: *Futures* 25 (7), 739-755.
- Granovetter, M. (2000) [1985]: "Ökonomisches Handeln und soziale Struktur. Das Problem der Einbettung." In Müller, Hans-Peter / Sigmund, Steffen (Hrsg): *Zeitgenössische amerikanische Soziologie*. (Opladen: Leske und Budrich), 175-207.
- Gulati, R. (1995): "Social structure and alliance formation patterns: a longitudinal analysis." In: *Administrative Science Quarterly* 40, 619-652.
- Gulati, R.; Gargiolo, M. (1999): "Where do organizations come from?" In *American Journal of Sociology* 104, 1439-1493.
- Hagedoorn, J.; Schakenraad, J. (1994): "The effect of strategic technology alliances on company performance." In *Strategic Management Journal* 15, 291-310.
- Hasse, Raimund (1996): *Organisierte Forschung, Arbeitsteilung, Wettbewerb und Networking in Wissenschaft und Technik* (Sigma: Berlin).
- Heidler, Richard (2006): *Die Blockmodellanalyse: Zur theoretischen Grundlegung und Anwendbarkeit einer netzwerkanalytischen Methode*. (Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag).
- Heintz, Bettina (1998): "Die soziale Welt der Wissenschaft. Entwicklungen, Ansätze und Ergebnisse der Wissenschaftsforschung." In: Heintz, Bettina; Nievergelt, Bernhard (Hrsg) *Wissenschafts- und Technikforschung in der Schweiz. Sondierungen einer neuen Disziplin*, (Seismo: Zürich), 55-94.
- Heinze, T. (2005): „Wissensbasierte Technologien: Organisationen und Netzwerke. Eine Analyse der Kopplung von Wissenschaft und Wirtschaft.“ In: *Zeitschrift für Soziologie* 34, 60-82.
- Heinze, T. (2006): *Die Kopplung von Wissenschaft und Wirtschaft. Das Beispiel der Nanotechnologie*. (Frankfurt am Main, New York, London: Campus Forschung).
- Hornauer, U. (2003): *Potentialanalyse Optische Technologien für Berlin-Brandenburg*. (Berlin: Senat für Wissenschaft und Forschung).
- Jansen, Dorothea (1995): *Forschung und Forschungspolitik nach einem wissenschaftlichen Durchbruch: Eine vergleichende Studie der Hochtemperatur- Supraleitungsforschung in der Bundesrepublik Deutschland und Großbritannien*. (Habilitationsschrift an der Fakultät für Sozialwissenschaft der Ruhr Universität Bochum).
- Jansen, D. (2003): *Einführung in die Netzwerkanalyse*. (Opladen: Leske & Budrich).
- Jansen, D. (2004): *Networks, social capital and knowledge production*. (Speyer: Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung- FÖV Discussion Papers 8).
- Kaufmann, A. / Tödtling, F. (2001): "Science Industry interaction in the process of innovation: the importance of boundary crossing between systems." In: *Research Policy* 30, 791-804.
- Knie, Andreas; Simon, Dagmar (2006): *Forschung im Cross-Over Modus: Wissenschaftliche Ausgründungen in neuen Arrangements der Wissensproduktion* (WZB Discussion Paper: Berlin)
- Kuhlmann, Stefan; Schmoch, Ulrich; Heinze, Thomas (2003): *Governance der Kooperation heterogener Partner im deutschen Forschungs- und Innovationssystem*. (Karlsruhe: Diskussionspapiere "Innovationssysteme und Policy Analyse Nr.1/2003, Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung)
- Levi-Strauss, C. (1967): *Strukturelle Anthropologie I*. (Frankfurt am Main: Suhrkamp).
- Lin, N. / Ensel, W. / Vaughn, J. (1981): "Social resources and strength of ties. Structural factors in occupation status attainment." In: *American Sociological Review* 46, 393-405.
- Lin, N. (1982): "Social resources and economic action." In: Marsden, P. / Lin, N. (Hrsg.): *Social structure and network analysis*. (Beverly Hills: Sage), 130-145.
- Maasen, Sabine; Weingart, Peter (2006): Unternehmerische Universität und neue Wissenschaftskultur. In: Krücken, Georg (Hrsg.): *Universitäre Forschung im Wandel*. die Hochschule Sonderheft 1/2006, 19-45

- Meier, Frank; Müller, Andre (2006): Wissenschaft und Wirtschaft. Forschung im Zeitalter des akademischen Kapitalismus. In: Krücken, Georg (Hrsg.): *Universitäre Forschung im Wandel. "die Hochschule"* Sonderheft 1/2006, 98-115.
- Merton, Robert K. (1970): *The sociology of science*. (Chicago and London: Sage)
- Mützel, Sophie (2006): Strukturelle Netzwerkanalyse und Bourdieus Praxistheorie. In: Florian, Michael; Hillebrandt, Frank (Hrsg.): *Pierre Bourdieu: Neue Perspektiven für die Soziologie der Wirtschaft*. (Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften)
- Nadel, Siegfried (1957): *The Theory of Social Structure* (London: Cohen and West)
- Nohria, N. / Gulati, R. (1994): "Firms and their environment." In Smelser, N / Swedberg, R. (Hrsg.): *Handbook of economic sociology*. (Princeton, N. J.: Princeton University Press), 529-555.
- Owen-Smith, J. / Powell, W. (2004): *Knowledge as channels and conduits: The effect of spillovers in the Boston Biotechnology community*. In: *Organization Science*
- Owen Smith, J. / Riccaboni, M. / Pammolli, F. / Powell, W.(2002): "A Comparison of US and European University-Industry relations in the life sciences." In *Management Science* 48 (1), 24- 43.
- Padgett, J. / Ansell, C. (1993): Robust Action and the Rise of the Medici. In *American Journal of Sociology* 98, 1259-1319.
- Parsons, T.(1937): *The Structure of Social Action*. (New York: McGraw Hill).
- Pfeffer, J. / Salancik, G. (1978): *The external control of organizations. A resource dependence perspective*. (New York: Harper & Row).
- Podolny, J.M. (2001): Networks as the pipes and the prisms of the market. In *American Journal of Sociology* 107, 33-60.
- Powell, W. / Smith-Doerr, L. (1994): "Networks and economic life. In: Smelser, N. (Hrsg.): *The handbook of economic sociology*. (Princeton: Princeton University Press), 368 –402.
- Powell, Walter / Koput, Kenneth W. / Smith-Doerr, L. (1996): „Interorganizational collaboration and the locus of innovation." In *Administrative Science Quarterly*, 41, 116-145.
- Rammer, C. (2004): *Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2003. Studien zum deutschen Innovationssystem*. (Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung).
- Rammert, W. (1997): Innovation im Netz. In: *Soziale Welt* 48, S. 397-416.
- Schmoch, U. (2003): *Hochschulforschung und Industrieforschung. Perspektiven der Interaktion*. (Frankfurt am Main: Campus).
- Shan, W. / Walker, G. / Kogut (1994): „Interfirm cooperation and start up innovation in the biotechnology industry." In: *Strategic Management Journal* 15, 387-394.
- Schricke, E. (2007): Lokalisierungsmuster und Entwicklungsdynamik von Clustern der Optischen Technologien in Deutschland. Untersucht am Beispiel von Clusterstrukturen in Thüringen, Bayern und Niedersachsen. Dissertation am Institut für Wirtschafts- und Kulturgeographie, Leibniz Universität Hannover.
- Schulz-Schaeffer, I. / Jonas, M. / Malsch, T. (1997): "Innovation reziprok. Intermediäre Kooperation zwischen akademischer Forschung und Industrie." In: Rammert, W. / Bechmann, G. (Hrsg.): *Technik und Gesellschaft*. Jahrbuch 9: Innovation, Prozesse, Produkte, Politik. (Frankfurt, New York: Campus), 91-124.
- Scott, J. (2000): *Social Network Analysis. A Handbook*. 2nd edition. London.
- Sydow, J./Windeler, A. (2000): Steuerung von und in Netzwerken – Perspektiven, Konzepte, vor allem aber offene Fragen. In: *Steuerung von Netzwerken. Konzepte und Praktiken*. Wiesbaden, S. 1-24.
- Sydow, J./Lerch, F. (2007): Pfade der Netzwerkentwicklung im Feld optischer Technologien– Die Region Berlin-Brandenburg zwischen Emergenz und Planung. In: Berghoff, H./Sydow, J. (Hrsg.): *Unternehmerische Netzwerke*. (Stuttgart: Kohlhammer).
- Spectaris (2006): *Branchenbericht 2006. Die optische, medizinische und mechatronische Industrie in Deutschland*. Berlin.
- Trezzini, B. (1998): „Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse: Eine aktuelle Übersicht." In *Zeitschrift für Soziologie* 27, 378-394.
- Von Hippel, E. (1988): *The Sources of Innovation*. (New York: Oxford University Press).
- Walker, G. / Kogut, B. / Shan, W. (1997): "Social capital, structural holes and the formation of an industry network." In *Organization Science* 8 (2), 109-125.
- Wassermann, S. / Faust, K. (1994): *Social network analysis. Methods and applications*. (Cambridge: Cambridge University Press).
- Weingart, Peter (1999): "Neue Formen der Wissensproduktion: Fakt, Fiktion und Mode". In: *TA-Datenbank-Nachrichten*, Nr. 3 / 4, 8. Jahrgang - Dezember 1999, S. 48-57.
- White, H. / Boorman, S. / Breiger, R. (1976): "Social structure from multiple networks. Blockmodels of roles and positions." In *American Journal of Sociology* 81 (4), 730-780.
- Whitley, Richard (1984): *The intellectual and social organization of the sciences*. 2nd edition. (New York: Oxford University Press).
- Zucker, Lynne G.; Darby, Michael; Furner, Jonathan; Liu, Robert; Ma, Honyan (2007): Minerva unbound: Knowledge Stocks, knowledge flows and new knowledge production. In: *Research Policy* 36 (2007), 850-867.