Erschienen in: KÜHL, Stefan, ed. and others. Handbuch Methoden der Organisationsforschung : quantitative und qualitative Methoden. 1. Aufl.. Wiesbaden: VS Verlag. für Sozialwissenschaften, 2009, pp. 668-695. ISBN 978-3-531-15827-3
https://doi.org/10.1007/978-3-531-91570-8_32

Netzwerkanalyse

Boris Holzer

1 Einleitung

Der Netzwerkbegriff hat Konjunktur. Soziologische Zeitdiagnostiker wie Manuel Castells beschreiben die Gegenwartsgesellschaft als „Netzwerkgesellschaft„ (Castells 2000) und treffen damit den Nerv einer Zeit, in der aktives „Netzwerken“ für Individuen wie Organisationen in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik Pflicht zu sein scheint. Die Wissenschaftspolitik fördert interdisziplinäre Kooperationsnetzwerke und „Exzellenz-Cluster“, die Wirtschaftspolitik Innovationsnetzwerke. Es ist nur folgerichtig, wenn sich auch die an diesen Prozessen stets beteiligten Organisationen zunehmend den Mantel der „Netzwerkorganisation„ umhängen, unter dem das Verhältnis von Markt und Hierarchie neu justiert werden soll (Podolny/Page 1998; Powell 1990). Im vorliegenden Beitrag geht es allerdings nicht um die Frage, inwiefern Netzwerke als ein neues Strukturmerkmal zeitgenössischer Gesellschaften und Organisationen verstanden werden können. Der Zusammenhang zwischen Netzwerk und Organisation soll vielmehr unter dem Gesichtspunkt einer spezifischen Forschungsmethode – der soziologischen Netzwerkanalyse – hergestellt werden. Ein solcher Zugang behauptet nicht, dass Organisationen heute mehr als gestern aus Netzwerken bestehen. Es geht darum, das analytische Instrumentarium der Netzwerkanalyse zur Beantwortung organisationssoziologischer Fragen zu nutzen. Die Netzwerkanalyse ist damit keiner bestimmten Theorie oder Zeitdiagnose verpflichtet, sondern primär als ein Erhebungs- und Analyseinstrument zu verstehen.

Dass Netzwerke eine Rolle für Organisationen spielen, kann schlecht bestritten werden. Das schon fast sprichwörtliche „It‘s not what you know, but who you know“ gilt sowohl für Transaktionen in als auch zwischen Organisationen (Raider/Krackhardt 2002). Die Analyse sozialer Netzwerke eröffnet dementsprechend mindestens zwei recht unterschiedliche Blickwinkel, unter denen Netzwerke für Organisationen relevant werden können. Zum einen geht es um Netzwerke innerhalb einer Organisation (*intraorganisationale Netzwerke*), zum anderen um jene zwischen verschiedenen Organisationen (*interorganisationale Netzwerke*). Das Interesse für die eine oder die andere Variante speist sich aus sehr heterogenen Theorien und richtet sich deshalb auch auf unterschiedliche Fragen. Intraorganisationale Netzwerke werden in der Regel als Operationalisierung der „informalen Organisation„ benutzt und damit von der formal festgelegten Hierarchie unterschieden. Als interorganisationale Netzwerke dagegen können die verschiedensten Beziehungen zwischen Organisationen konzipiert werden: vom Austausch von Gütern und Dienstleistungen über mehr oder weniger dauerhafte Kooperationen bis zu personellen Verbindungen, z. B. über Mitgliedschaften in Aufsichtsräten und Vorständen. Die *Erhebung* der Netzwerkdaten für diese beiden Varianten unterscheidet sich beträchtlich: Während intraorganisationale Netzwerke meist durch eine Primärerhebung, z. B. durch eine Befragung, erhoben werden müssen, können interorganisationale Netzwerke oft durch die Auswertung existierender Datenbestände, z. B. über Handelsbeziehungen oder Aufsichts-

Konstanzer Online-Publikations-System (KOPS)
URL: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-2-18sk8fzyz9sp28

ratsmitgliedschaften, rekonstruiert werden. Die *Datenanalyse* hingegen kann in beiden Fällen auf ähnliche Konzepte und Techniken der Netzwerkanalyse zurückgreifen. So kann beispielsweise die Frage nach der „Zentralität“ einzelner Knoten in einem Netzwerk sowohl für Personen (in intraorganisationalen Netzwerken) als auch für einzelne Organisationen (in interorganisationalen Netzwerken) sinnvoll sein.

Die formalen Methoden der Netzwerkanalyse sind immer dann anwendbar, wenn eine Menge von Knoten von den zwischen ihnen bestehenden Beziehungen unterschieden werden kann. Auf dieser allgemeinen Ebene bestehen nur geringe Unterschiede zwischen Anwendungen, die sich auf Personen oder Organisationen beziehen. Dies wird deutlich werden, wenn wir im dritten Abschnitt einige grundlegende Konzepte der Netzwerkanalyse betrachten. Bevor man mit Netzwerkdaten arbeiten kann, müssen diese jedoch erhoben bzw. aufbereitet werden. Hier bieten sich je nach Untersuchungsebene verschiedene Verfahren an, die im zweiten Abschnitt diskutiert werden. Im vierten Abschnitt beschränken wir uns auf intraorganisationale Netzwerke, um sowohl die Erhebung als auch die Analyse von Netzwerkdaten beispielhaft durchzuspielen. Dabei soll insbesondere gezeigt werden, dass die Netzwerkanalyse nicht lediglich das Ziel hat, die „Struktur“ von Beziehungen zu beschreiben. Vielmehr soll diese Beschreibung dazu dienen, den Wandel von Organisationen besser erklären zu können. Am Beispiel eines gescheiterten Versuchs, eine gewerkschaftliche Interessenvertretung in einer EDV-Firma zu etablieren, soll daher gezeigt werden, wie die Identifikation von Netzwerkpositionen zur soziologischen Erklärung genutzt werden kann.

2 Datenerhebung und Datenaufbereitung

Die Netzwerkanalyse propagiert eine bestimmte Sichtweise auf soziale Phänomene, die deren *relationalen* Charakter betont. Das heißt, dass in der Netzwerkanalyse die Verbindungen und Interdependenzen zwischen Einheiten (z. B. Personen oder Organisationen) in den Vordergrund der Analyse gestellt werden. Diese Schwerpunktsetzung wird auch als *Strukturanalyse* bezeichnet, da sie die *Beziehungen* zwischen Akteuren – und nicht deren individuelle *Attribute* oder *Aktivitäten* – als wichtigstes Element soziologischer Erklärung begreift (Wellman 1988).[1] Das heißt, dass sowohl in der Erhebung als auch in der Analyse von Netzwerkdaten Verfahren zum Einsatz kommen müssen, die einen Umgang mit *relationalen Daten* erlauben.

Das zentrale Konstrukt der Netzwerkanalyse, das *Netzwerk*, lässt sich allgemein definieren als eine Menge von Akteuren und ihren Beziehungen (engl.: *ties*) untereinander.[2] Für die formale Repräsentation kann diese Definition graphentheoretisch interpretiert werden. Ein Netzwerk wird dann dargestellt als ein *Graph* mit einer abgegrenzten Menge von Knoten und den zwischen diesen verlaufenden Kanten. Die graphentheoretische Repräsentation ist besonders anschaulich. Für komplexere Analysen lässt sie sich kombinieren mit soziometrischen und algebraischen Verfahren, die insbesondere die Manipulation der Daten vereinfachen. Das Netzwerk wird dann in eine *Soziomatrix* übersetzt, d.h. in eine tabellarische Auflistung der Knoten und ihrer Beziehungen.[3]

Das folgende Beispiel illustriert, wie ein Netzwerk sowohl als Graph als auch als Matrix repräsentiert werden kann. Wir betrachten ein sehr einfaches Kooperationsnetzwerk von vier Unternehmen: Das Unternehmen H arbeitet bei der Entwicklung eines neuen Ruß-

filters für Kraftfahrzeuge mit den Unternehmen F, G und I zusammen; letzteres wiederum mit Unternehmen J; außerdem kooperieren F und G. Graph und zugehörige Soziomatrix dieses Netzwerks sehen wie folgt aus:

Abbildung 1: Beispiel eines Graphen

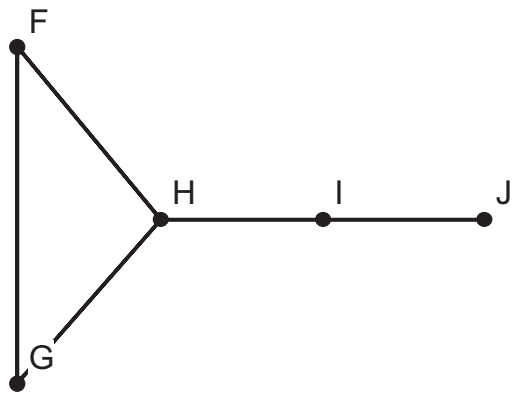


Tabelle 1: Beispiel einer Soziomatrix

	Kooperationen				
	F	G	H	I	J
F	-	1	1	0	0
G	1	-	1	0	0
H	1	1	-	1	0
I	0	0	1	-	1
J	0	0	0	1	-

Während die Kooperationsbeziehungen im Graphen durch durchgezogene Linien angezeigt werden, werden sie in der Matrix durch eine 1 bezeichnet. In diesem simplen Beispiel haben wir es mit nur mit *symmetrischen Beziehungen* zu tun, bei denen die Richtung der Beziehung keine Rolle spielt. Wenn wir eine andere Beziehungsart zum Gegenstand der Untersuchung machen, kann sich das natürlich ändern. So wären zum Beispiel Zulieferer-beziehungen *asymmetrisch*; die Soziomatrix wäre dementsprechend nicht entlang der Diagonale gespiegelt, sondern müsste gegebenenfalls unterschiedliche Werte für die einzelnen Paarungen, wie zum Beispiel (F, G) und (G, F) enthalten.

Entscheidend für das Aussehen (und die spätere Auswertung) eines Graphen und der zugehörigen Matrix ist die Wahl der interessierenden Elemente und der Beziehungsart(en). Je nach Ziel der Untersuchung kann die Netzwerkanalyse gleichartiger oder heterogener Elemente von Interesse sein; auch kann es manchmal genügen, eine Form von Beziehungen zu betrachten, während man in anderen Fällen am Vergleich verschiedener Formen interessiert ist. In der Organisationsforschung sind insbesondere zwei Netzwerke relevant: Bei interorganisationalen Netzwerken geht es um Beziehungen zwischen Organisationen, bei intraorganisationalen um Beziehungen zwischen Organisationsmitgliedern. Auch wenn wir uns im Beispiel in vierten Abschnitt auf letztere konzentrieren wollen, sollten wesentliche Unterschiede in den Strategien der Datenerhebung nicht unerwähnt bleiben.

Die Erhebung von Netzwerkdaten kann sich auf die mehr oder weniger direkte „Beobachtung“ von Netzwerkbeziehungen stützen oder auf Auskünfte und Informationen (Burt 1983c; 1983b). In der ersten Variante versucht man, „Verhaltensdaten„ über Beziehungen zu erheben. Gerade im Organisationsbereich werden interne und externe Transaktionen vielfältig dokumentiert und können zur Erhebung von Netzwerkdaten genutzt werden. Manchmal ist es auch möglich, Transaktionen direkt zu beobachten und aus ihnen Rückschlüsse über die Struktur von Netzwerken zu ziehen. In diesen Fällen kommt es vor allem auf die Wahl des Untersuchungszeitraumes und die Interpretation der stattgefundenen Transaktionen an, ob Beziehungen adäquat erfasst werden können. Anders verhält es sich hingegen, wenn man keine Verhaltensdaten zur Verfügung hat, sondern sich auf „Selbstauskünfte„ von Informanten verlassen muss. Die direkte Frage nach Kontaktbeziehungen, sei es zu anderen Personen oder anderen Organisationen, ist nicht immer ein verlässliches Instrument. Wenn man von „behaupteten“ auf „tatsächliche“ Beziehungen schließt, begegnet man einem alten Problem der Umfrageforschung: inwieweit Einstellungsdaten Rückschlüsse auf tatsächliches Verhalten erlauben. Insofern sich Auskünfte über Beziehungen überhaupt überprüfen lassen, kommen Forscher regelmäßig zu dem Ergebnis, dass Informanten in dieser Hinsicht höchst unzuverlässig sind. So resümieren Bernard et al. nach einer Übersicht über Forschungen zur Zuverlässigkeit von Informanten: „what people say … bears no resemblance to their behavior“ (Bernard et al. 1982, S. 63; siehe auch Bernard et al. 1984). Ob dies eine wesentliche Einschränkung für die Analyse von Netzwerkdaten bedeutet, hängt jedoch vom Untersuchungsgegenstand ab. Sofern es weniger um die genaue Wiedergabe der Häufigkeit und Intensität von Beziehungen geht, sondern um besonders regelmäßige und typische Interaktionen, sind Informantenauskünfte durchaus verlässlich (Freeman et al. 1987).

Ob Beobachtung oder Befragung, in jedem Fall muss bei der Erhebung von Netzwerkdaten der Untersuchungsgegenstand klar abgegrenzt werden (vgl. Jansen 2003, S. 71 ff.; Wasserman/Faust 1994, S. 30 ff.). Anders als in der Umfrageforschung wird in der Netzwerkforschung oft auf Stichproben verzichtet und eine *Vollerhebung* angestrebt.[4] Insbesondere bei überschaubaren Forschungsobjekten wie zum Beispiel einer individuellen Organisation ist dies ohne größere Einschränkungen möglich. Hier ist dann auch die Frage der Abgrenzung des Netzwerks relativ leicht zu beantworten (Jansen 2002, S. 99). Dies ist schwieriger in jenen Fällen, in denen die Population sehr groß oder gänzlich unbekannt ist. Wer zum Netzwerk gehört und wer nicht, muss dann entweder „nominalistisch“ durch eine entsprechende Festlegung durch die Forscher entschieden werden oder durch „realistische“ Zugehörigkeitskriterien, die dem Feld entnommen werden (Laumann et al. 1983). Eine Untersuchung „großer“ Unternehmen kann zum Beispiel so abgegrenzt werden, dass nur in Deutschland registrierte Aktiengesellschaften ab einem bestimmten Jahresumsatz in Betracht kommen. Gerade bei der Untersuchung interorganisationaler Netzwerke werden sehr häufig derartige regionale und/oder branchenspezifische Grenzdefinitionen verwendet (Galaskiewicz 1979; Galaskiewicz/Wasserman 1981).

Die Bestimmung der in Frage kommenden Einheiten oder Elemente ist die eine Seite der nötigen Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands. Die andere Seite besteht in der Bestimmung der Relationen. Hier ist es nicht nur wichtig zu wissen, welche Beziehungen von Interesse sind, sondern auch, wie diese zu messen und inhaltlich zu interpretieren sind. Schon bei der Datenerhebung muss beispielsweise berücksichtigt werden, ob es sich um symmetrische oder asymmetrische, d.h. gerichtete Relationen handelt und ob – bei einer

Erhebung durch eine Befragung – eine Relation übereinstimmend von beiden Beteiligten festgestellt werden muss. Darüber hinaus kann es sinnvoll sein, Relationen nicht nur *binär* (vorhanden oder nicht) zu kodieren. In manchen Fällen ist eine andere Skalierung möglich, z. B. eine *ordinale* Rangskala, um die die Intensität der Relationen qualitativ wiederzugeben, oder eine *metrische* Skala, um die zwischen zwei Unternehmen fließenden Geldströme zu messen. Es ist allerdings zu beachten, dass viele Techniken der Netzwerkanalyse von dichotomen Merkmalen ausgehen, d.h. nur analysieren, ob eine Beziehung vorhanden ist oder nicht. Hat man aber höher skalierte Daten zur Verfügung, ist es unproblematisch, diese später durch die Definition eines Schwellenwerts zu binarisieren.

Sowohl für die inter- als auch die intraorganisationale Netzwerkanalyse stehen die geschilderten Optionen der Datenerhebung zur Verfügung. Man kann Netzwerkbeziehungen zwischen und in Organisationen dadurch aufspüren, indem man verfügbare Daten auswertet oder eine eigene Befragung durchführt. Gerade bei größer angelegten regionalen oder nationalen Studien von Organisationsbeziehungen wird allerdings oft auf bereits vorhandene Daten zurückgegriffen, während die Beziehungen zwischen Organisationsmitgliedern in der Regel durch Befragungen oder Beobachtungen erhoben werden. Dies trifft zumindest auf zwei verbreitete Anwendungen der Netzwerkanalyse zu: die Untersuchung von Unternehmensverflechtungen auf der einen und informeller Beziehungen in Organisationen auf der anderen Seite. Am Beispiel dieser beiden Forschungsthemen können typische Verfahren der Datenerhebung und -aufbereitung gut illustriert werden.[5]

Arbeiten mit Archivdaten: Interlocking Directorates

Zu den „Klassikern" der Analyse von Organisationsnetzwerken gehört die Frage nach jenen Verbindungen (*interlocks*) zwischen Unternehmen, die durch die Mitgliedschaft einzelner Personen in den Aufsichtsgremien (*directorates*) mehrerer Organisationen entstehen (Levine 1972; Levine/Roy 1979; Mizruchi/Schwartz 1987; Scott 1979; 1991b). Wenn der Chef der Deutschen Bank nicht nur bei DaimlerChrysler, sondern auch bei Siemens im Aufsichtsrat sitzt, so wird dadurch eine Verbindungen zwischen den drei Unternehmen hergestellt, die zum Beispiel den Fluss von Informationen zwischen ihnen erleichtern kann. Die Funktion derartiger „interlocks" zwischen Unternehmen wird unterschiedlich interpretiert: Theorien der Ressourcenabhängigkeit sehen sie als Ergebnis von Strategien, den Zugang zu Organisationsressourcen in einer komplexen und instabilen Umwelt zu sichern; Klassentheorien erkennen in ihnen den Ausdruck organisierter Kapitalinteressen; und für institutionalistische Theorien sind sie Kontaktstellen und Transmissionsriemen für kulturelle Austauschprozesse (Mizruchi/Galaskiewicz 1994, S. 231 f.; Windeler 2001, S. 104 f.). In jedem Fall wird der Verbindung zwischen Unternehmen strategische Bedeutung zugemessen. Man geht deshalb davon aus, dass eine zentrale Stellung in derartigen Netzwerken einem Unternehmen Vorteile beschert.

Wie kommt man an die Struktur von *interlocking directorates*? Zunächst einmal muss die Abgrenzung des Untersuchungsfeldes durch die Auswahl geeigneter Unternehmen erfolgen. Dies kann durch eine Konzentration auf deutsche, amerikanische oder auch besonders große Unternehmen geschehen, deren Namen man aus Handelsregistern oder aus einschlägigen Handbüchern und Publikationen gewinnt. In der bekannten Studie zur Machtstruktur amerikanischer Unternehmen von Mintz/Schwartz (1985) gingen die

Forscher so vor, dass sie eine Datenbank auf der Basis der Liste der fünfhundert größten Unternehmen des *Fortune*-Magazins erstellten. Da Unternehmen oft erst Jahre nach ihrer Gründung in der Liste auftauchen, wurde die Datenbank aus späteren Jahrgängen retrospektiv für das Jahr 1962 konstruiert. Für die dadurch erfassten 1144 Unternehmen wurden dann die Mitglieder der Aufsichtsräte bestimmt. Daten hierüber finden sich im *Standard and Poor's Register of Corporations, Directors and Executives* (verschiedene Jahrgänge) und, ergänzend, in einigen weiteren Verzeichnissen, wie z. B. den Statistiken der *Securities and Exchange Commission* (SEC). Dreizehn Firmen, deren Aufsichtsräte nicht ermittelt werden konnten, wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Die mehrfachen Aufsichtsratsmitgliedschaften können relativ einfach in eine Soziomatrix der Beziehungen zwischen Firmen transformiert werden. Sitzt Johann Wiesenmann im Aufsichtsrat der Unternehmen A, B, C und E, nicht aber des Unternehmens D, so ergäbe sich daraus die folgende Teilmatrix:

Tabelle 2: Soziomatrix von „interlock"-Beziehungen

	Interlock-Beziehungen				
	A	B	C	D	E
A	-	1	1	0	1
B	1	-	1	0	1
C	1	1	-	0	1
D	0	0	0	-	0
E	1	1	1	0	-

Im Grunde ist es möglich, eine größere Soziomatrix für viele Unternehmen einfach aus der Addition solcher Teilmatrizen zu gewinnen und diese dann auf besonders zentrale Akteure hin zu untersuchen, die als Schaltstellen im Netzwerk der überlappenden Mitgliedschaften fungieren. Bei Untersuchungen, die mit Archivdaten arbeiten, ist allerdings zu beachten, dass die Rohdaten zunächst nach genauen Regeln aufbereitet werden müssen, damit sie für eine Netzwerkanalyse genutzt werden können. Wenn man, wie in der geschilderten Studie, auf unterschiedliche Quellen zurückgreift, kann nur so sichergestellt werden, dass ein aussagekräftiger Datensatz entsteht. Nicht immer passen die verfügbaren Daten genau auf die Forschungsfragen. Gerade bei Archivdaten muss deshalb geklärt werden, inwieweit die gewählten Indikatoren die in der Theorie formulierten Beziehungen erfassen, also zum Beispiel, ob „interlocking directorates„ als Hinweise auf Informationsflüsse und Handlungskoordination zwischen Organisationen zu werten sind. Beim Arbeiten mit Archivdaten ist, mit anderen Worten, die *Validität* der Daten der neuralgische Punkt, d.h. die Frage, ob tatsächlich gemessen wird, was gemessen werden soll.

Arbeiten mit Interviewdaten: Kommunikations-, Ratgeber- und Vertrauensnetzwerke

Wenn man nicht mit vorhandenen Daten arbeiten kann oder möchte, müssen Netzwerkbeziehungen in der Regel durch Befragung erhoben werden. Offensichtlich liegt hierbei die zentrale Aufgabe (und Schwierigkeit) darin, ein geeignet formuliertes Erhebungsinstrument zu finden, das die interessierenden Beziehungen auch tatsächlich erfasst. Um die eben angesprochene Validität (Gültigkeit) eines Erhebungsinstruments beurteilen zu können, muss

man bereits ziemlich genau wissen, *was* man eigentlich messen möchte. Die Analyse von Netzwerken innerhalb von Organisationen interessiert sich für die informellen Beziehungen zwischen Organisationsmitgliedern, die sich nicht aus der formalen Stellenstruktur ableiten lassen. Dieses Interesse gründet sich auf die Annahme, dass das tatsächliche Organisationsverhalten mindestens ebenso stark von informellen wie von formellen Beziehungen beeinflusst wird (Krackhardt/Hanson 1993). Die Netzwerkanalyse in der Organisationsforschung schließt damit an eine lange Tradition an, welche die Bedeutung persönlicher Beziehungen für die Organisationsentwicklung betont. Seit der „Entdeckung" der informalen Organisation im Rahmen der Hawthorne-Studien von Mayo, Roethlisberger/Dickson und anderen (Mayo 1933; Roethlisberger et al. 1939) hat sich die Definition und Einordnung informaler Organisationsstrukturen immer wieder geändert. Auch wenn das Interesse sich hin zu Themen wie Macht und Mikropolitik verschoben hat (Crozier/Friedberg 1979; Küpper/Ortmann 1988; Neuberger 1995), ist die Unterscheidung zwischen expliziten, generalisierten, formalen Erwartungen und impliziten, tauschförmigen, informalen Erwartungen nach wie vor instruktiv für die Organisationssoziologie. Da die formale Struktur soziologisch nur ein „Teilmoment an einem ‚natürlichen' Handlungssystem" (Luhmann 1964, S. 27) darstellt, spielen informale Strukturen eine wichtige Rolle für die möglichst vollständige Erklärung der Handlungen in Organisationen.

Es macht allerdings wenig Sinn, pauschal nach „informalen" Netzwerken in einer Organisation zu suchen, da man nur schwer wird sagen können, was genau darunter zu verstehen ist. Gerade bei Befragungen müssen es schon recht spezifische und eindeutig erfragbare Kriterien sein, die eine Netzwerkbeziehung bestimmen. Die Untersuchung von informellen Netzwerken differenziert dementsprechend zwischen mindestens drei konkreten Formen informaler Beziehungen: dem allgemeinen Kommunikationsnetzwerk (mit wem spricht man über organisationsrelevante Themen), dem Vertrauensnetzwerk (wem vertraut man mikropolitische und andere Informationen an) und dem Ratsuchenetzwerk (an wen wendet man sich mit arbeitsbezogenen Problemen).

Will man diese drei Netzwerke durch eine Befragung von Organisationsmitgliedern erheben, müssen Fragen entwickelt werden, die als Indikatoren für entsprechende Beziehungen tauglich sind. Zu jeder dieser Fragen werden alle Organisationsmitglieder (oder ein bestimmter Ausschnitt) als Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Sofern man sich für die Richtung der Beziehung interessiert, wird man darüber hinaus nach von den Befragten *ausgehenden* Verbindungen ebenso fragen wie nach *auf sie gerichteten*. Im Falle des Ratsuchenetzwerks könnte dies zum Beispiel so aussehen wie im folgenden Fragebogenausschnitt:

Abbildung 2: Ausschnitt aus Beispiel-Fragebogen

Frage: Sie finden unten eine Liste von Personen, die hier arbeiten. Wir möchten wissen, an wen Sie sich wenden, wenn Sie Hilfe oder Rat benötigen. Wenn Sie also eine Frage oder ein Problem bei der Arbeit haben, zu welchen Personen würden Sie gehen? Bitte kreuzen Sie die entsprechende(n) Person(en) *links vom Namen* an. Außerdem interessiert uns, welche Personen sich Ihrer Meinung nach an Sie wenden würden, wenn Sie Fragen oder Probleme hätten. Bitte kreuzen Sie die entsprechende(n) Person(en) *rechts vom Namen* an.

An wen würden *Sie* sich mit Fragen und Problemen wenden?		Wer würde sich mit Fragen und Problemen *an Sie* wenden?
☐	Name A	☐
☐	Name B	☐
☐	…	☐
☐	Name X	☐

Je nachdem, ob man die verschiedenen informalen Netzwerke durch jeweils eine Frage erhebt oder diese weiter differenziert, kann man die Netzwerkbeziehungen direkt aus den einzelnen Namensnennungen generieren oder muss zunächst festlegen, wie die einzelnen Fragen zu gewichten sind. Im einfachsten Fall entsprechen die auf eine Frage erfolgten Namensnennungen einer Zeile in der Soziomatrix. Sofern es sich um symmetrische Beziehungen handelt, wird man in der Regel nur dann eine Beziehung eintragen, wenn sie von beiden Befragten übereinstimmend angegeben wurde. Bei asymmetrischen Beziehungen, in denen die Richtung eine Rolle spielt, ist das natürlich nicht der Fall. Die Frage, wann genau eine Netzwerkbeziehung aufgrund von Antworten eines oder mehrere Befragten festgestellt werden kann, wirft das bereits angesprochene Problem der Zuverlässigkeit von Befragungen auf. Befragungen sind kein probates Mittel, um außergewöhnliche oder gar einmalige Verbindungen zu untersuchen. Aufgrund der Unzuverlässigkeit von Befragungen in solchen Fällen eignen sie sich eher dafür, typische und häufig wiederkehrende Beziehungen zu identifizieren. Da es in der Netzwerkanalyse, wie wir im Folgenden sehen werden, um die Erklärung relativ dauerhafter Positionen und Konfigurationen geht, ist dies keine gravierende Einschränkung für den Einsatz von Befragungen.

3 Datenanalyse und Dateninterpretation

Die Analyse von Netzwerkdaten lässt mehr oder weniger intuitive Optionen zu, die relative Position einzelner Knoten oder zusammengefasster Netzwerksegmente zu bestimmen. Im Folgenden betrachten wir einige Maßzahlen und Analyseverfahren, die auf sehr unterschiedliche Netzwerke angewandt werden können und in der soziologischen Netzwerkanalyse immer wieder zum Einsatz kommen. Dazu zählen Zentralitätsmaße, die als Hinweise auf die relative „Wichtigkeit“ einzelner Knoten im Netzwerk dienen können, sowie Verfahren zur Identifikation von Teilgruppen im Netzwerk, die sich entweder durch hohe interne Verbundenheit oder ähnliche Position auszeichnen. Diese und viele andere Netzwerkeigenschaften können auf der Basis der entsprechenden Matrizen schnell und einfach mit dem Softwareprogramm UCINET (Borgatti et al. 2002) berechnet werden.

Dichte und Zentralität

Manche Eigenschaften eines Netzwerks und einzelner Knoten lassen sich in einfachen Fällen ziemlich direkt sowohl am Graphen als auch an der Matrix ablesen. Wichtigstes Kennzeichen eines Gesamtnetzwerks ist zunächst die *Dichte* als Maß für die Selektivität des Netzwerks. Mit der Größe steigt in der Regel der Selektionszwang: In unserem Beispiel (Abbildung 1) mit fünf Unternehmen wäre es noch möglich, dass jeder mit jedem kooperiert, in einem umfangreichen Industriesektor sicherlich nicht. Die Dichte eines Netzwerks gibt das Verhältnis zwischen den *realisierten* Beziehungen zu den *möglichen* Beziehungen an. In unserem Beispiel aus Abbildung 1 mit N=5 Unternehmen wären N(N-1)/2=10 ungerichtete Beziehungen möglich, tatsächlich sind es aber 5. Das Netzwerk realisiert also 50% der möglichen Beziehungen und hat deshalb eine Dichte Δ=0,5.

Eine sich daran anschließende Frage hinsichtlich einzelner Knoten ist, wie viele Beziehungen zu anderen Knoten sie haben. Man nennt diese grundlegende Maßzahl der Verbundenheit eines Akteurs mit anderen seinen *Grad* (engl. *Degree*). Wenn wir den Wert für den i-ten Akteur in der j-ten Spalte mit x_{ij} bezeichnen, lautet die Formel für den Degree *D* des Akteurs i:

(1) $D_i = \sum_{j=1}^{N} x_{ij}$ für $i \neq j$[6]

In *symmetrischen* Matrizen wie in unserem Beispiel, in denen es nicht auf die Richtung der Beziehungen ankommt, gewinnt man den Degree durch Aufsummierung der Spalten- oder Zeilenwerte. Es gibt aber Fälle, in denen die Richtung der Beziehung von Bedeutung ist, z. B. in Zulieferernetzwerken oder in den oben angesprochenen Hilfe- und Ratgebernetzwerken. Wenn A an B liefert, heißt dies schließlich nicht zwingend, dass B auch an A liefert. Es ergibt sich dann eine *asymmetrische* Matrix, in der die beiden durch die Hauptdiagonale getrennten „Hälften“ der Matrix nicht mehr identisch sind. In diesem Fall lässt sich auch der Degree auf zweierlei Weise berechnen: entweder nur auf der Basis der von einem Akteur ausgehenden Beziehungen („wen beliefert A“) oder auf der Basis der an einen Akteur gerichteten Beziehungen („von wem wird A beliefert“). Man spricht dementsprechend vom *Outdegree (od)* bzw. *Indegree (id)*.

Das Degree-Maß eignet sich als ein intuitiver Indikator dafür, wie „zentral“ ein Akteur in einem Netzwerk ist. Wer wie Unternehmen B über eine große Zahl von Kooperationsbeziehungen verfügt, kann von vielen unterschiedlichen Informationsquellen, Ressourcen etc. profitieren. Deshalb wird der Degree (bzw. in gerichteten Netzwerken: der Outdegree) als ein *Zentralitätsmaß* verwendet. Als Maß der tatsächlichen Kontakte hängt der Degree stark von den möglichen Kontakten und damit von der Größe des Netzwerks ab. Um diesen Effekt zu neutralisieren, setzt man ihn ins Verhältnis zum maximal möglichen Wert. Bei *N* Akteuren kann ein Akteur n_i maximal *N*-1 Beziehungen zu anderen haben. Die Degree-Zentralität C_D bestimmt sich deshalb nach der einfachen Formel:

(2) $C_D(n_i) = \frac{d_i}{N-1}$ bzw. in gerichteten Graphen: $C_D(n_i) = \frac{od_i}{N-1}$

Für unser Beispiel können wir daraus das folgende Ranking der Unternehmen erstellen:

Tabelle 3: Degree-Zentralität

n_i	D_i	$C_D(n_i)$
H	3	0,75
F	2	0,50
G	2	0,50
I	2	0,50
J	1	0,25

Die Degree-Zentralität veranschaulicht gut das Grundprinzip einer netzwerkanalytischen Vorgehensweise: Der Stellenwert eines Akteurs in einem Netzwerk wird auf der Basis von Beziehungen zu anderen Akteuren bestimmt – und nicht aufgrund seiner individuellen Attribute. Allerdings ist die Degree-Zentralität manchmal kein guter Maßstab für die Stellung eines Akteurs im gesamten Netzwerk. Da lediglich die Verbindungen zu unmittelbaren Nachbarn Berücksichtigung finden, werden „local heroes" mit vielen Nachbarbeziehungen als zentraler gewertet als Akteure, die sich an kritischen Stellen des Informationsflusses befinden. Das kann dann unerwünscht sein, wenn ein Akteur zwar viele, dafür aber redundante Beziehungen unterhält. In diesem Fall ist die Degree-Zentralität kein guter Indikator für den Einfluss im Gesamtnetzwerk. Neben diesem intuitiv verständlichen und leicht zu berechnenden Zentralitätsmaß gibt es deshalb noch weitere Varianten, die nicht nur die direkten, sondern auch die indirekten Beziehungen berücksichtigen und dadurch für manche Fragestellung eine präzisere Operationalisierung erlauben. Zwei solcher Maßzahlen sind die *Closeness*- und die *Betweenness*-Zentralität (Freeman 1979).

Die *Closeness*-Zentralität misst nicht nur die Nähe zu unmittelbaren Nachbarknoten, sondern die Nähe zu *allen* Knoten. Sie basiert auf der durchschnittlichen Pfaddistanz eines Knoten zu den anderen erreichbaren Knoten des Netzwerks. Dazu summiert man zunächst die Pfaddistanzen eines Knoten zu allen anderen auf; die durchschnittliche „Nähe" ist dann der Kehrwert dieser Summe.[7] Wenn wir die Pfaddistanz, d.h. die Zahl der Kanten auf dem kürzesten Weg vom Knoten n_i zum Knoten n_j, mit $d(n_i, n_j)$ bezeichnen, lautet die Formel für die nähebasierte Zentralität:

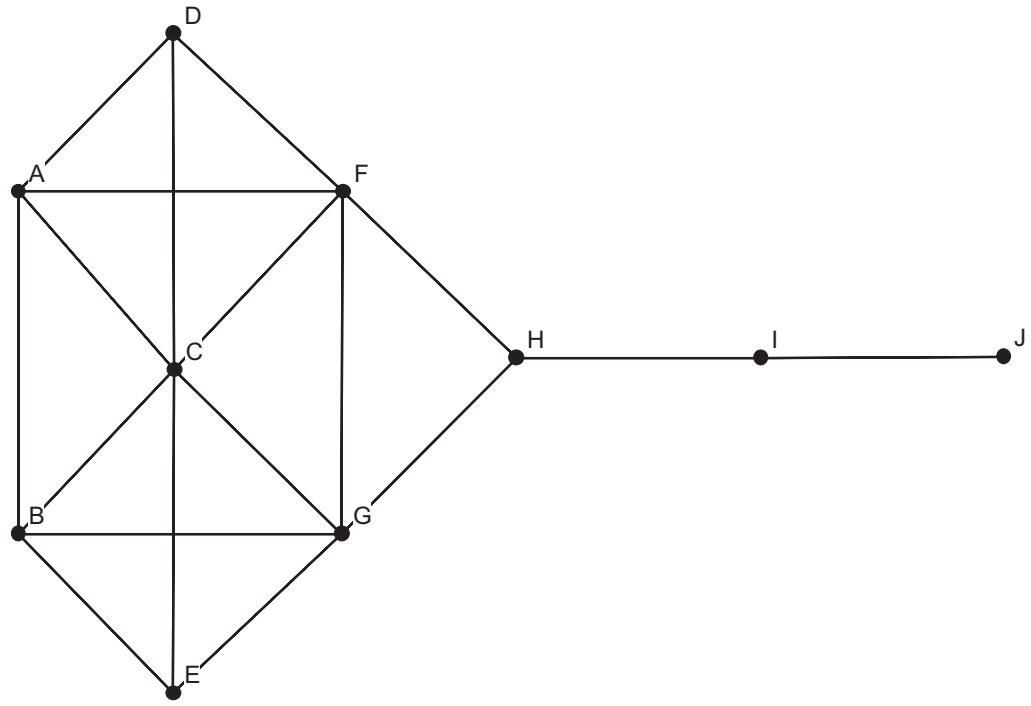
$$(3.1)\quad C_C(n_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^{n} d(n_i, n_j)} \quad \text{für } i \neq j$$

Nach dieser Formel ist der maximale Wert der Closeness-Zentralität C_C auf 1/(n-1) beschränkt. Dieses Maximum wird erreicht, wenn ein Akteur alle anderen in genau einem Schritt erreichen kann, d.h. die Summe seiner Pfaddistanzen gleich (n-1) ist. Um zu erreichen, dass die Maßzahl immer zwischen 0 und 1 liegt, muss man sie noch standardisieren. Dazu genügt es, C_C mit (n-1) zu multiplizieren. Ist ein Knoten mit allen anderen direkt verbunden, erreicht die standardisierte Closeness-Zentralität C'_C dann ihren Maximalwert von 1.

(3.2) $$C'_C(n_i) = \frac{n-1}{\sum_{j=1}^{n} d(n_i, n_j)} \quad \text{für } i \neq j$$

Vergleichen wir die bisher genannten Zentralitätsmaße an einem gegenüber unserem ersten Beispiel etwas erweiterten Graphen, so werden die Unterschiede schnell deutlich. Der Knoten mit der höchsten Degree-Zentralität in Abbildung 3 ist C: Er hat mit sechs direkten Verbindungen die meisten Nachbarn. Er ist der „Star“ im Zentrum einer Sternkonfiguration aus den Knoten A, B, D, E, F und G. Orientieren wir uns dagegen an der Closeness-Zentralität, haben die Knoten F und G die höchsten Werte, denn von ihnen aus sind die anderen Knoten des Netzwerks am schnellsten zu erreichen. Je nachdem, ob es eher auf das Eingebundensein in das gesamte Netzwerk oder in die unmittelbare Nachbarschaft ankommt, ob also nur direkte oder auch indirekte Verbindungen „zählen“, sind Degree oder Closeness geeignete Indikatoren für den „Einfluss“ einzelner Akteure. Eine dritte Variante stellt nicht die Erreichbarkeit in den Mittelpunkt, sondern die Vermittlungsleistung. Die Idee der so genannten *Betweenness-Zentralität* ist, dass es zum Beispiel in Informationsnetzwerken sehr wichtig sein kann, über wen die meisten Kommunikationen laufen, an wem man gewissermaßen nicht vorbei kann, wenn man bestimmte Regionen des Netzwerks erreichen möchte. In Abbildung 3 hat zum Beispiel der Knoten H eine solche Position inne: Da die Knoten I und J nur über ihn erreichbar sind, spielt er im Austausch zwischen ihnen und dem Rest des Netzwerks die Rolle eines „cutpoints“. Fiele er weg, zerfiele das Netzwerk in zwei unverbundene Teile. Je nachdem, wie viele Informationskanäle in dieser Weise durch einen Knoten „kontrolliert“ werden können, variiert auch dessen Einfluss.

Abbildung 3: Beispielgraph Zentralitätsmaße



Um derartige Positionen zu identifizieren, die *zwischen* Teilen eines Netzwerks vermitteln, geht man folgendermaßen vor: Man betrachtet für alle Paare von Knoten n_j und n_k die kürzesten Pfade (Geodäsien) zwischen ihnen und prüft, wie oft ein anderer Knoten n_i auf einem dieser Pfade liegt. Im Beispiel existieren zwischen I und C zwei Geodäsien der Länge drei: C-F-H-I und C-G-H-I. Die Knoten F und G sind je einmal Teil eines kürzesten Pfades, der Knoten H zweimal. Wählt man zufällig einen der kürzesten Wege zwischen I und C, wird man also immer den Knoten H und entweder F *oder* G passieren. H ist öfter „zwischen" I und C als F und G. Allgemein gesprochen: Setzt man für alle Paare von Knoten die gesamte Anzahl g_{jk} kürzester Pfade zwischen n_j und n_k in Beziehung zur Zahl $g_{jk}(n_i)$ jener Pfade, die n_i enthalten, so enthält man eine Art „Wahrscheinlichkeit", dass n_i auf dem Weg von n_j zu n_k passiert werden muss, also seine „Betweenness,, b zwischen diesen beiden:

(4.1) $$b_{jk}(n_i) = g_{jk}(n_i) / g_{jk}$$

Um die Vermittlerrolle von n_i hinsichtlich des gesamten Netzwerks zu ermitteln, muss man seine einzelnen Betweeness-Werte aufsummieren:

(4.2) $$C_B(n_i) = \sum_j^n \sum_k^n b_{jk}(n_i) \quad \text{für } j \neq k \neq i \text{ und } j < k$$

Da es sich bei C_B wie bei den anderen Maßen zunächst um ein unstandardisiertes und deshalb schwer vergleichbares handelt, sollte man es außerdem noch so transformieren, dass es stets zwischen 0 und 1 liegt. Da der maximale Wert C_{BMAX} bei $(n^2 - 3n + 2)/2$ liegt (die Zahl aller Pärchen, zu denen n_i nicht selbst gehört), kann durch ihn geteilt werden, um ein standardisiertes Betweenness-Maß zu erhalten:

(4.3) $$C'_B(n_i) = \frac{2\sum_j^n \sum_k^n b_{jk}(n_i)}{n^2 - 3n + 2} \quad \text{für } j \neq k \neq i \text{ und } j < k$$

Durchforsten wir den Graphen aus Abbildung 3 nach diesem Schema, so wird unsere Vermutung bestätigt: H ist ein zentraler Akteur, wenn wir auf die Vermittlungsleistungen achten. Im Vergleich dazu auch die mit UCINET berechneten Werte für Closeness und Degree:

Tabelle 4: Zentralitätsmaße

Knoten	Betweenness C_B	Betweenness std. C'_B in %	Closeness std. C'_c in %	Degree std. C_D in %
H	14,00	38,89	60,00	33,33
G	8,33	23,15	64,29	55,56
F	8,33	23,15	64,29	55,56
I	8,00	22,22	42,86	22,22
C	3,67	10,19	60,00	66,67
A	0,83	2,32	52,94	44,44
B	0,83	2,32	52,94	44,44
D	0,00	0,00	50,00	33,33
E	0,00	0,00	50,00	33,33
J	0,00	0,00	31,03	11,11

Nicht immer unterscheiden sich die Zentralitätsmaße so deutlich wie in unserem Beispiel. Es ist natürlich einfacher, von „zentralen Akteuren" zu sprechen, wenn diese drei Kriterien nicht zu stark voneinander abweichen. Ansonsten muss nach inhaltlichen Gesichtspunkten entschieden werden, welches Maß am besten geeignet ist, die Zentralität einzelner Akteure zu messen. Die drei Maße lassen sich als unterschiedliche Einflussvariablen im Kommunikationsprozess interpretieren (Jansen 2003, S. 137). Wenn man es beispielsweise mit Kommunikationsbeziehungen in einer Organisation zu tun hat, sollte man daher wissen, ob man die mögliche Kommunikations*aktivität* an sich für entscheidend hält – und daher die Degree-Zentralität als Indikator möglicher Kommunikationspartner wählt. Legt man dagegen mehr Wert auf die *Kontrolle* über Informationen, ist die Betweenness-Zentralität aussagekräftiger. Wenn einen die *Unabhängigkeit* einzelner Akteure von bestimmten Alteri interessiert, ist wiederum die Closeness-Zentralität ein guter Indikator. Worin sich die Zentralitätsmaße jedoch nicht unterscheiden, ist ihre Orientierung an der *relativen Position* einzelner Akteure: Es werden nicht bestimmte Attribute, wie zum Beispiel Kommunikationsfähigkeit oder Expertenautorität, sondern die Einbindung in Relationen als Determinanten von Macht und Einfluss interpretiert.

Teilgruppen

Diese Maxime schlägt sich in einem weiteren Analyseinteresse der Netzwerkforschung nieder: der Suche nach *kohäsiven Subgruppen*, also jenen Regionen eines Netzwerks, die intern besonders stark verbunden sind (Kappelhoff 1987a; Wasserman/Faust 1994, Kapitel 7; Jansen 2003, Kapitel 8). Im einfachsten Fall handelt es sich um eine *Clique*, in der jeder mit jedem *direkt* verbunden ist (Luce/Perry 1949). Im Beispielgraphen aus Abbildung 3 bilden A, C, D und F eine solche Clique; die Knoten C, F, G und H dagegen sind keine Clique, da C und H nicht direkt miteinander verbunden sind. Die inhaltliche Bedeutung des Cliquenkonzepts und verwandter Teilgruppenabgrenzungen liegt darin, das Konzept der „sozialen Gruppe„ graphentheoretisch zu formalisieren. Viele soziologische Theorien operieren mit Hypothesen, in denen die soziale Gruppe als eine unabhängige Variable auftaucht: Man denke nur an die oft zitierte *peer group*, die Unterscheidung von *in-group* und *out-group* oder Simmels Kreuzung sozialer Kreise. Auch wenn es nach wie vor nicht ge-

lungen ist, eine allgemein zustimmungsfähige Definition der Gruppe als einer sozialen Einheit zu entwickeln (Tyrell 1983), gibt es einige regelmäßig wiederkehrende Merkmale: zum Beispiel die Reziprozität der Beziehungen, die Erreichbarkeit der Gruppenmitglieder untereinander, die Häufigkeit von Kontakten der Mitglieder und die höhere Dichte von Kontakten innerhalb einer Gruppe im Vergleich zu ihrem sozialen Umfeld (Wasserman/Faust 1994, S. 251 f.). Am klarsten identifizierbar sind Gruppen dann, wenn alle Mitglieder einander direkt kennen bzw. direkte Transaktionen untereinander tätigen. Genau dies wird mit dem Cliquenkonzept erfasst, das die Eindeutigkeit und Intuitivität seiner Definition jedoch mit recht hohen Ansprüchen an die interne Kohäsion bezahlt. In der Regel werden derart dichte Cliquen nur eine geringe Größe erreichen. Was aber entscheidender ist: Wenn man den Blick nur auf sie richtet, wird man weniger klare, aber dennoch relevante Verdichtungen innerhalb eines Netzwerke mitunter übersehen.

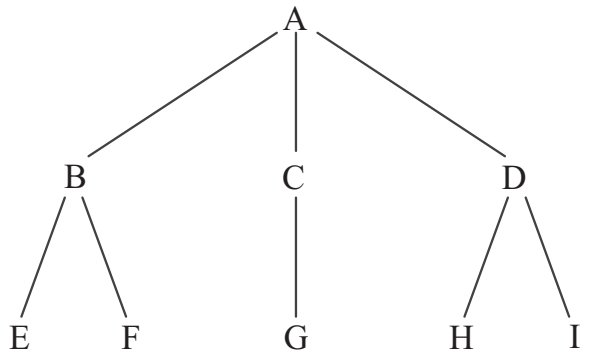
Es gibt deshalb andere, weniger strenge Definitionen von Teilgruppen. Zum Beispiel kann man nach so genannten *n-Cliquen* (Luce 1950) suchen, um auch solche Teilgruppen zu berücksichtigen, die durch indirekte Verbindungen zustande kommen. Die n-Clique besteht nicht nur aus direkt miteinander verbundenen Knoten, sondern aus allen, die höchstens n Knoten auseinander liegen. Setzt man n=1, ist man bei der „strikten“ Clique; wählt man dagegen höhere Werte (üblicherweise 2 oder 3), werden größere Verbundstrukturen erfasst. So enthält der Beispielgraph (Abbildung 3) neben den 2-Cliquen (F,G,H,I) und (H,I,J) auch das größere Exemplar (A,B,C,D,E,F,G,H). Eine Besonderheit der n-Clique ist, dass die Definition über indirekte Pfade nicht ausschließt, dass diese Pfade über Nicht-Mitglieder der Gruppe führen (Alba 1973). Da dies nicht unbedingt der intuitiven Bedeutung einer verbundenen Subgruppe entspricht, gibt es Möglichkeiten, Teilgruppen entsprechend einzuschränken. Ein *n-Clan* ist beispielsweise so definiert, dass die maximale Pfaddistanz innerhalb des Clans – sein so genannter Durchmesser – nicht größer sein darf als *n*. Dadurch werden Verbindungen, die ausschließlich über Nicht-Mitglieder hergestellt werden, ausgeschlossen. Eine weitere Alternative sind *k-Plexe* (Seidman/Foster 1978), welche die Forderung einer direkten Beziehung zwischen den Knoten in einer anderen Richtung lockern: Es müssen zwar direkte Beziehungen vorhanden sein, aber nicht mehr zwischen *allen* Knoten. Der Parameter *k* legt dann fest, wie viele der Knoten innerhalb der Teilgruppe *nicht* direkt erreicht werden müssen. Es werden dadurch „Freiheitsgrade“ der Verbundenheit eingeräumt, die gerade in der Arbeit mit empirischen Daten sinnvoll sein können.

Die Anwendung dieser verschiedenen Konzepte kohäsiver Subgruppen – n-Cliquen, n-Clans, k-Plexe – kann bei gleichem Datenbestand durchaus zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Es ist letztlich nur im Hinblick auf die tatsächlich erhobenen Beziehungen entscheidbar, ob das eine oder andere Konzept „besser“ geeignet ist, um Subgruppen zu identifizieren.[8] Wenn weniger die durch Verbundenheit erzeugte Gruppenidentität im Vordergrund steht als z. B. der Austausch von Ressourcen und Informationen, mag es nicht so wichtig sein, ob die Beziehungen nur über die Gruppenmitglieder selbst laufen. Dann sind n-Cliquen ein sinnvoller Ansatzpunkt. Wenn es für die Untersuchung jedoch einen Unterschied macht, ob Transaktionen tatsächlich nur innerhalb der Gruppen oder unter Beteiligung Dritter erfolgen, machen die Einschränkungen eines n-Clans Sinn. Die bezüglich Verbundenheit weniger anspruchsvollen k-Plexe sind aussagekräftig in Fällen, in denen die Netzwerkbeziehungen nicht die einzige Dimension der Gruppendefinition sind und eine zu „strenge“ Auslegung deshalb einzelne Knoten ausschließen würde. Grundsätz-

lich unterscheiden sich die Konzepte darin, ob sie die Zugehörigkeit zu Teilgruppen an der *Distanz* zwischen den Knoten festmachen (Cliquen- und Clan-Maße) oder an der *Dichte* der Beziehungen innerhalb der Gruppe (k-Plexe).

Es gibt neben diesen Kohäsionsmaßen noch eine weitere Möglichkeit, Teilgruppen in einem Netzwerk zu bestimmen, die so genannte *Blockmodellierung* (White et al. 1976). Ziel ist es nicht, miteinander verbundene Akteure zusammenzufassen, sondern solche, die ähnliche *Positionen* im Netzwerk besetzen (Burt 1983a; Kappelhoff 1987b). Es kommt also nicht darauf an, ob zwei Akteure durch Beziehungen verbunden sind, sondern ob sie ähnliche Beziehungen zu anderen Akteuren haben. In diesem Fall bezeichnet man sie als „strukturell äquivalent" und sie können zu einer „Position" zusammengefasst werden. Betrachten wir folgendes Beispiel:

Abbildung 4: Strukturelle Äquivalenz



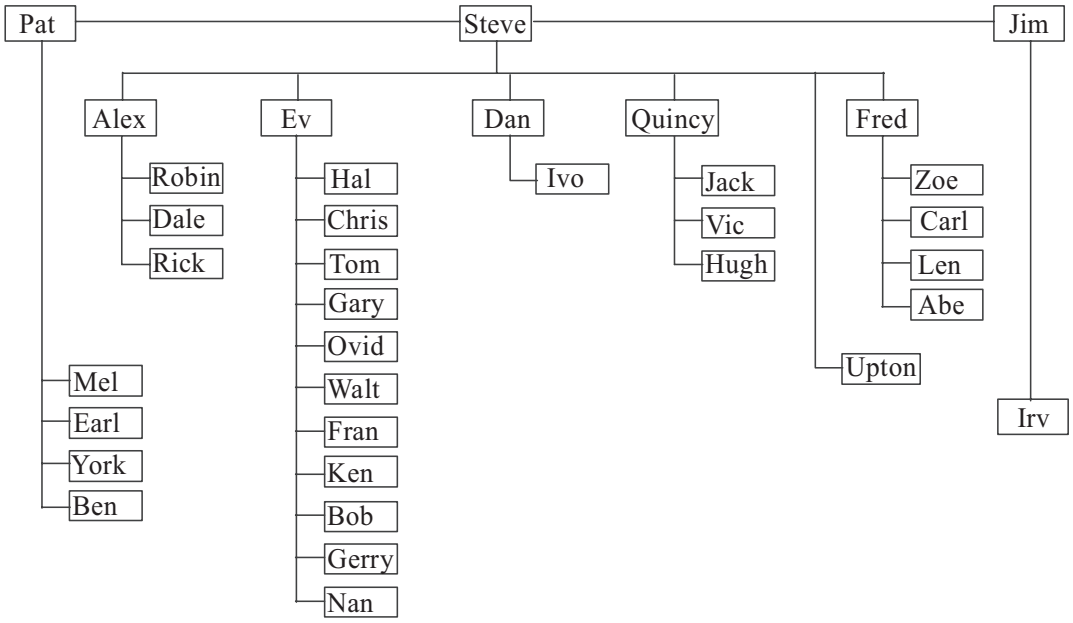
Die baumartige Abhängigkeitsstruktur im Graphen aus Abbildung 4 führt dazu, dass die Knoten bzw. Akteure B, C, D und E, F, G, H, I untereinander keine Verbindungen haben. Sie erfüllen deshalb natürlich nicht die Kriterien einer Clique. Dennoch könnte man unter bestimmten Voraussetzungen geneigt sein, E und F zum Beispiel als Mitglieder einer bestimmten Hierarchie-Ebene oder einer Abteilung zusammenzufassen. Schließlich stehen sie beide „unter" B. Ähnliches gilt für H und I. In der Tat sind E und F bzw. H und I *strukturell äquivalent*: Sie sind im Hinblick auf ihre Beziehungen zu anderen Knoten (B bzw. D) austauschbar und könnten daher zu zwei „Blöcken" zusammengefasst werden, die man zum Beispiel als „Mitarbeiter von B" (E, F) und „Mitarbeiter von D" (H, I) bezeichnen könnte. Auch wenn die hierarchische Darstellung dies nahe legt, gilt dies aber nicht für B, C und D: Sie haben zwar alle die gleiche Beziehungen zu A, unterscheiden sich aber in ihren Beziehungen zu E bis I. Das starke Kriterium struktureller Äquivalenz fasst also nur bestimmte Netzwerkpositionen zusammen.[9] Trotzdem erlaubt es schon eine recht gute Annäherung an Rollenstrukturen und Hierarchien, die sich in Netzwerkbeziehungen ausdrücken lassen. Während die oben beschriebenen Kohäsionsmaße Akteure nach der Existenz bzw. Intensität wechselseitiger Relationen gruppieren (Prinzip relativer Verdichtung), richten sich Blockmodelle nach der Gleichartigkeit von Relationen zu gemeinsamen Anderen; untereinander müssen die Mitglieder eines Blocks also nicht verbunden sein.

4 Anwendungsbeispiel

Die Methoden der Netzwerkanalyse erlauben es, Beziehungen innerhalb oder zwischen Organisationen zu untersuchen und dabei unter anderem nach zentralen Akteuren, kohäsiven Subgruppen oder strukturell äquivalenten Positionen zu suchen. Theoretische Vorbilder für die Frage nach Cliquenbildung, Macht und Äquivalenz gibt es reichlich und sie beziehen sich sowohl auf Industriesektoren und Organisationsfelder als auch auf einzelne Organisationen. Im Folgenden soll am Beispiel eines Forschungsprojekts zu intra-organisationalen Netzwerken gezeigt werden, wie sich die Instrumente der Netzwerkanalyse einsetzen lassen, um informale Organisationsstrukturen zu untersuchen.

Der Organisationsforscher David Krackhardt hat in einer Reihe von Studien die Struktur und Funktion von Freundschafts- und Ratgebernetzwerken in einer kleinen EDV-Firma an der amerikanischen Westküste erforscht (Krackhardt 1990, 1992; Kilduff/Krackhardt 1994; Krackhardt 1999; Krackhardt/Kilduff 2002). Bei der Firma „Silicon Systems“ handelt es sich um eine Art „Face-to-face-Organisation„ (Kühl 2002), deren 36 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in einem Gebäude untergebracht und sich überwiegend persönlich bekannt sind. Die drei Top-Manager der Firma sind gleichzeitig auch gleichberechtigte Eigentümer. Die Hierarchie der formalen Organisation von Silicon Systems ist überschaubar: Die drei Top-Manager bzw. Eigentümer führen die Firma trotz verschiedener Zuständigkeiten auf gleichberechtigter Basis; die nächste Ebene wird von fünf Managern gebildet, die Leitungsfunktionen für einzelne Tätigkeitsbereiche wahrnehmen (z. B. Entwicklung, Installation oder Kundenberatung); die restlichen 28 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben keine offiziellen Autoritätspositionen (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Organigramm von Silicon Systems



Quelle: Krackhardt (1992, S. 226)

Die Analyse der Netzwerkbeziehungen unter den Organisationsmitgliedern bezieht sich auf die „Firma hinter dem Organigramm“ (Krackhardt/Hanson 1993), also auf die informale Organisation. Wie bereits erwähnt, lässt sich diese als Kombination verschiedenerer Be-

ziehungsnetzwerke verstehen und abbilden. Die Untersuchung von Silicon Systems konzentriert sich auf zwei Arten von Netzwerkbeziehungen: das arbeitsbezogene *Hilfe- und Ratgebernetzwerk* und das *Freundschaftsnetzwerk*. Beide wurden durch einen standardisierten Fragebogen erhoben, der eine interessante Besonderheit aufweist. Es wird davon ausgegangen, dass alle Beteiligten über eine mehr oder weniger vollständige „kognitive Landkarte" der Beziehungen innerhalb der Organisation verfügen (vgl. Krackhardt 1987). Deshalb wurden in jedem Fragebogen nicht nur die Beziehungen *eines* fokalen Egos mit potenziellen Alteri abgefragt, sondern die Beziehungen *aller* Organisationsmitglieder untereinander. Es wurde also beispielsweise nicht nur danach gefragt, mit welchen Personen B, C, D, … der Befragte A über arbeitsbezogene Angelegenheiten spricht, sondern auch danach, mit wem B, C, D, … sprechen.

Eine derartige Befragung der „kognitiven Netzwerkkarten" ergibt nicht ein Netzwerk für jede Beziehungsart, sondern so viele unterschiedliche Netzwerke, wie es Befragte gibt. Wie analysiert man die Gesamtmatrix, die sich aus den einzelnen Netzwerkkarten zusammensetzt? Krackhardt (1987) definiert die Einzelmatrizen als Teil einer *Cognitive Social Structure* (CSS), die durch die dreistellige Relation $R_{i,j,k}$ gegeben ist: i ist der „Sender", j der „Empfänger" und k der „Beobachter" der Beziehung zwischen i und j. Wenn die Befragte D davon ausgeht, dass Person B bei Person E um Rat fragen würde, so ist $R_{B,E,D}=1$. Die CSS ist dementsprechend eine dreidimensionale Matrix der Größe N x N x N in Abhängigkeit von der Zahl der Befragten N. Die Netzwerkangaben der einzelnen Beobachter bilden zweidimensionale „Ausschnitte" (slices) dieser dreidimensionalen Matrix. Wie wir bereits gesehen haben, arbeitet die Netzwerkanalyse üblicherweise jedoch nicht mit drei-, sondern mit zweidimensionalen Matrizen. Wie kommt man von der dreidimensionalen CSS zu einem geeigneten zweidimensionalen Abbild? Inhaltlich bedeutet eine derartige Transformation, aus der Vielfalt der Perspektiven eine Repräsentation des Gesamtnetzwerks zu destillieren, die Daten also in einer bestimmten Weise zu reduzieren. Unter den verschiedenen möglichen Reduktionsverfahren sind insbesondere zwei interessant (Krackhardt 1987, S. 116). Erstens kann man die CSS zu einer *Locally Aggregated Structure* (LAS) reduzieren: Dann berücksichtigt man für jede mögliche Beziehung zwischen zwei Personen nur die Beobachtungen der beiden Beteiligten und trägt in der reduzierten Matrix eine Beziehung dann ein, wenn entweder beide ihr Vorhandensein bejahen (= Schnittmengenregel) oder zumindest einer dies tut (= Vereinigungsmengenregel). Es handelt sich um eine „lokale" Struktur, weil eben nicht die Informationen aller Befragten berücksichtigt werden, sondern nur die der direkt Beteiligten. Im Gegensatz dazu kann man zweitens eine *Consensus Structure* (CS) bilden, die auf der durchschnittlichen Meinung aller Befragten beruht. Man definiert dann zum Beispiel einen Schwellenwert, der angibt, wie viele Befragte eine Beziehung zwischen zwei Personen feststellen müssen, damit diese in die CS aufgenommen wird.[10]

Im Folgenden betrachten wir zwei aus den Netzwerkdaten von Silicon Systems gewonnene *Locally Aggregated Structures*: die LAS des Ratsuchenetzwerks und des Freundschaftsnetzwerks, gebildet jeweils nach der Schnittmengenregel. D.h., dass nur die Angaben der beiden potenziell Beteiligten ausgewertet werden und eine Beziehung dann angenommen wird, wenn sie von *beiden* beobachtet wird. Gibt also die Befragte D an, dass sie C um Rat fragen würde ($R_{D,C,D} = 1$), während C dies nicht erwartet ($R_{D,C,C} = 0$), so wird diese Beziehung nicht in die LAS aufgenommen, d.h. $R^*_{D,C} = 0$. Obwohl von den 36 Beschäftigten von Silicon Systems drei keinen Fragebogen ausgefüllt haben, lässt sich im

Zuge dieses Verfahrens durch einen kleinen Kunstgriff ein „kompletter“ Datensatz der Größe 36x36 für jede erhobene Beziehungsmodalität produzieren: Die fehlenden Werte der Non-Respondents werden durch die nach dem Konsensprinzip gemittelten Beobachtungen der anderen Netzwerkmitglieder approximiert und ersetzt. Die resultierenden Netzwerke sehen folgendermaßen aus:[11]

Abbildung 6: Das Ratsuchenetzwerk bei Silicon Systems

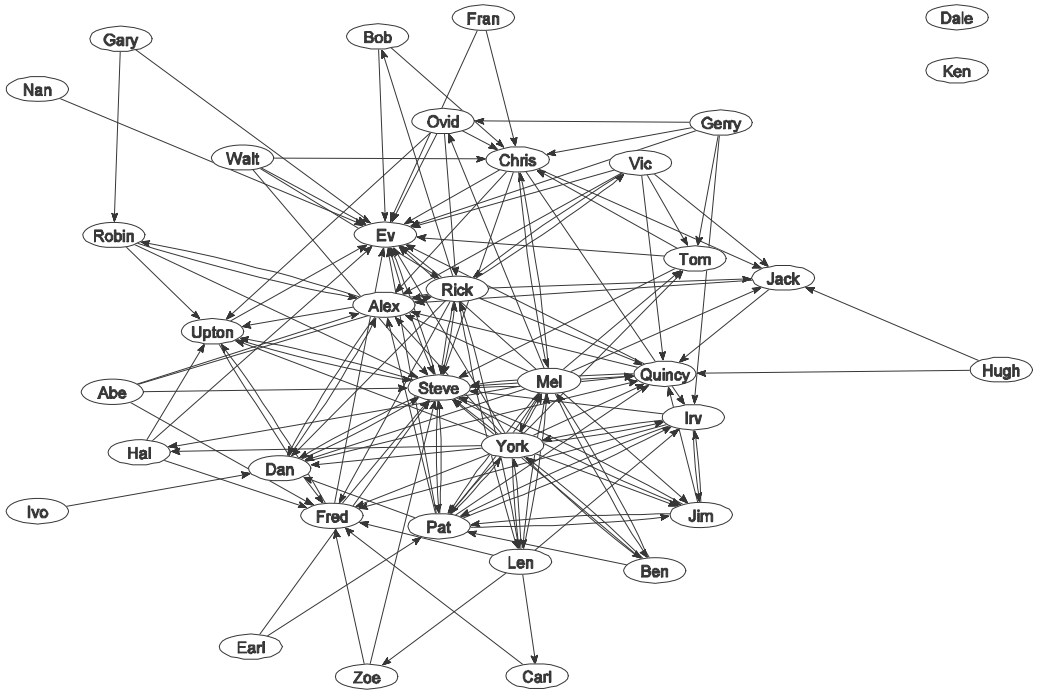
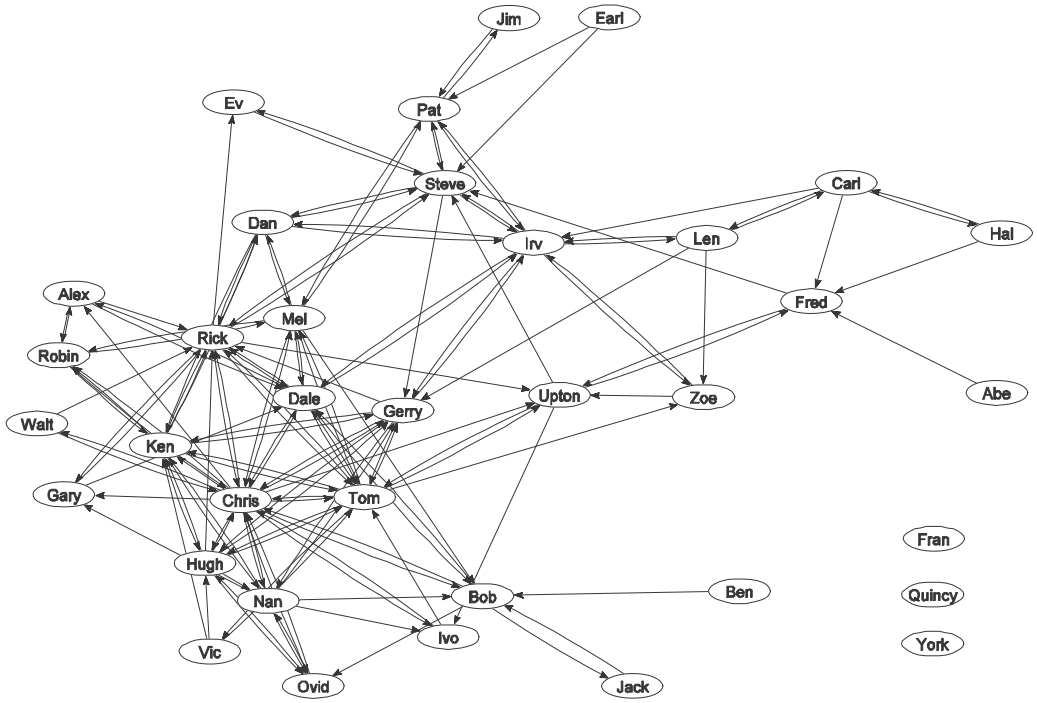


Abbildung 7: Das Freundschaftsnetzwerk bei Silicon Systems



An den beiden Graphen lassen sich einige Eigenschaften der beiden Netzwerke relativ direkt ablesen. So wird deutlich, dass sich die Positionen einzelner Personen in den beiden Netzwerken durchaus unterscheiden. Zum Beispiel ist Ken im Hilfenetzwerk isoliert, d.h. niemand scheint sich bei ihm Rat zu holen, während er im Freundschaftsnetzwerk einige Verbindungen besitzt. Sehr auffällig ist außerdem, dass Ev – einer der Top-Manager – als Experte sehr gefragt ist, als Freund dagegen nur sehr wenig. Diese Eindrücke lassen sich bestätigen und präzisieren, indem wir einen Blick auf die Zentralitätsmaße einiger Personen in den beiden Netzwerken werfen.[12]

Tabelle 5: Zentralität in Ratsuche- und Freundschaftsnetzwerk

Ratsuchenetzwerk				**Freundschaftsnetzwerk**			
Name	***In.***	***Out.***	***Betw. %***	***Name***	***In.***	***Out.***	***Betw. %***
Ev	19	1	19,81	Chris	12	16	16,27
Steve	19	7	15,84	Bob	6	4	10,91
Rick	6	11	7,90	Steve	8	6	10,89
Mel	5	15	6,39	Rick	11	9	10,50
Fred	9	3	6,01	Upton	5	4	9,37
Quincy	10	3	5,62	Fred	4	2	9,30
Dan	7	3	5,48	Irv	8	7	7,75
York	5	15	5,28	Pat	5	4	7,03
Chris	7	6	5,14	Mel	6	7	6,89
Alex	11	2	3,10	Gerry	8	7	6,71
Pat	7	9	3,08	Tom	10	10	6,44
Len	3	7	2,29	Dale	8	7	5,42
Irv	6	5	1,78	Ken	9	7	2,63
Jack	5	2	1,56	Nan	5	7	2,50
Upton	7	3	1,31	Carl	2	4	2,12
Robin	2	3	0,80	Hugh	6	7	1,81
Tom	4	3	0,71	Dan	5	5	1,32
Ovid	2	4	0,43	Len	2	4	0,96
Vic	1	6	0,37	Zoe	3	2	0,69
Gerry	0	5	0,26	Ivo	3	2	0,30
Gary	0	2	0,19	Robin	4	4	0,28
Abe	0	4	0,13	Ovid	4	3	0,23
Jim	5	4	0,11	Alex	3	3	0,22
Hal	2	3	0,07	Gary	3	2	0,12
Zoe	1	2	0,06	Abe	0	1	0,00
Walt	0	4	0,02	Ben	0	1	0,00
Bob	1	2	0,02	Earl	0	2	0,00
Ben	2	4	0,00	Ev	2	1	0,00
Earl	0	2	0,00	Fran	0	0	0,00
Fran	0	2	0,00	Hal	1	2	0,00
Hugh	0	2	0,00	Jack	1	1	0,00
Carl	1	1	0,00	Jim	1	1	0,00
Ivo	0	1	0,00	Quincy	0	0	0,00
Nan	0	1	0,00	Vic	1	3	0,00
Dale	0	0	0,00	Walt	1	2	0,00
Ken	0	0	0,00	York	0	0	0,00

Anhand der Indegree-Werte im Ratsuchenetzwerk erkennt man, dass sowohl Steve, der Gründer und Präsident der Firma, als auch Ev, der technische Experte unter den Top-Managern, am häufigsten als Ansprechpartner genannt wurden. Dies ist angesichts ihrer Position und Erfahrung nicht überraschend. Die zentrale Position von Ev wird durch den höheren Betweenness-Wert unterstrichen, der auf eine wichtige Vermittlungsposition im Informationsnetzwerk der Firma hinweist. Instruktiv ist jedoch zum einen die sehr unterschiedliche Neigung der beiden, *andere* um Rat zu fragen. Steve nennt hier sieben potenzielle Kontakte, Ev lediglich einen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass Steve eher wie ein um Kontakte bemühter „Manager" agiert und um einen kooperativen Führungsstil bemüht ist, während Ev sich auf die Rolle eines technischen „Problemlösers" beschränkt. In Umkehrung der klassischen Maxime „Don't call us – we'll call you" wird Ev von anderen Organisationsmitgliedern als Ratgeber geschätzt, wendet sich selbst aber nur an eine andere Person: Steve. Diese geringe Einbettung in die Reziprozität des Ratsuchenetzwerks korreliert mit einer eher marginalen Position im Freundschaftsnetzwerk (Krackhardt 1992, S. 229–231). Interessant ist insbesondere, dass die beiden Dimensionen der „informalen Organisation" unterschiedlich nah an der formalen Hierarchie sind. Was die Gefragtheit ihrer Expertise anbelangt, ist die Organisationsspitze auch im Ratsuchenetzwerk zentral. Zumindest in der Rangliste der Indegrees werden die ersten fünf Plätze von Mitgliedern der ersten und zweiten Hierarchie-Ebene belegt (Ev, Steve, Alex, Quincy, Fred). Das Freundschaftsnetzwerk stellt sich hingegen sehr viel eher als ein Spiegelbild der formalen Hierarchie dar, in dem Mitglieder der unteren Hierarchieebene die zentralen Akteure sind: Chris und Rick nach beiden Zentralitätsindizes; Tom als „local hero" mit hohem In- und Outdegree, aber deutlich niedrigerem Betweenness-Wert.

Einige dieser Ergebnisse werden bestätigt durch einen Blick auf die Cliquenstruktur von Silicon Systems. Wir erinnern uns: Cliquen sind Gruppen von Knoten eines Netzwerks, in denen alle Mitglieder miteinander verbunden sind. Die Intuition einer hohen internen Kohäsion wird am besten eingelöst, wenn wir nur die bidirektionalen Beziehungen berücksichtigen. Asymmetrische Beziehungen, in denen B zwar E als Freund angibt, E aber nicht B, werden nicht in die Cliquenanalyse eingeschlossen.[13]

Tabelle 6: Cliquen im Ratsuchenetzwerk

Clique	Mitglieder
1	Jim Pat Steve
2	Len Mel York
3	Mel Pat York
4	Ben Mel York
5	Irv Pat York
6	Irv Jim Pat

Tabelle 7: Cliquen im Freundschaftsnetzwerk

Clique	Mitglieder
1	Chris Dale Mel Tom
2	Chris Dale Rick Tom
3	Chris Gerry Hugh Tom
4	Chris Nan Ovid
5	Chris Gerry Nan
6	Chris Hugh Ovid
7	Chris Mel Robin
8	Bob Chris Dale
9	Gerry Hugh Ken Tom
10	Ken Rick Tom
11	Gerry Ken Nan
12	Dan Ken Rick
13	Irv Pat Steve
14	Dan Rick Steve
15	Dan Irv Steve

Es ist nicht untypisch, dass sich nur selten Cliquen mit mehr als drei Mitgliedern finden. Die hohen Anforderungen der Cliquendefinition führen meistens dazu, dass diese klein bleiben und sich häufig überlappen. Die Analyse von Cliquenmitgliedschaften erlaubt es deshalb in der Regel nicht, die Organisation in voneinander abgegrenzte Untergruppen aufzuteilen. Dafür müsste man entweder andere Kohäsionsmaße verwenden, die eine exklusive Aufteilung des Netzwerks in Subgruppen erlauben, oder die Cliquen nach Maßgabe ihrer Ähnlichkeit in voneinander unterscheidbare „Cluster“ aufteilen.[14] Doch auch der Vergleich der unterschiedlichen Cliquenstrukturen der beiden Netzwerke ist aufschlussreich. Es gibt nur sechs Cliquen im Ratsuchenetzwerk, 15 dagegen im Freundschaftsnetzwerk; nur acht Personen sind überhaupt Mitglieder einer „Ratgeberclique“, immerhin 16 aber gehören mindestens einem Freundschaftskreis an. Das ist erstaunlich, wenn man berücksichtigt, dass das Ratsuchenetzwerk dichter ist als das Freundschaftsnetzwerk und man deshalb dort mehr Cliquen vermuten könnte. Dies erklärt sich zum großen Teil allerdings dadurch, dass Rat- und Hilfebeziehungen häufiger asymmetrisch sind als Freundschaftsbeziehungen und deshalb seltener den strengen Bedingungen einer Clique genügen. Es ist unwahrscheinlicher, einen Kreis von Personen zu finden, in dem jeder jeden um Rat fragt, als einen, in dem alle miteinander befreundet sind.

Die Netzwerkpositionen und Cliquenmitgliedschaften der einzelnen Personen sind nicht nur von deskriptivem Interesse. Schließlich verfolgt die Netzwerkanalyse das Ziel, das Zustandekommen oder den Erfolg bestimmter Handlungen durch das Wissen über Netzwerkstrukturen besser *erklären* zu können. Das Beispiel der informalen Netzwerke von Silicon Systems bietet diese Möglichkeit. Kurz nach der Erhebung der Netzwerkdaten wurde in der Firma versucht, eine gewerkschaftliche Interessenvertretung zu organisieren. Eine Mehrheit der betroffenen Mitarbeiter hätte diesem Plan zustimmen müssen, was aber letztlich nicht der Fall war. Aus der Perspektive der Netzwerkanalyse liegt es nahe, Gründe für diesen Fehlschlag in den Positionen von Befürwortern und Gegnern einer „Unionization„ zu suchen. Dazu ist es jedoch nötig, die Analyse der Netzwerkstrukturen durch Wissen über die Akteure und die organisationsinternen Konfliktlinien zu ergänzen. Im Folgenden fasse ich Ergebnisse zusammen, die Krackhardt in verschiedenen

Publikationen vorgestellt hat und die nicht nur auf Netzwerkdaten zurückgreifen, sondern auch auf Interviews und ethnographische Beobachtungen (Krackhardt 1999, 1990, 1992).

Die Eigentümer und Leiter des Unternehmens waren von Beginn an besorgt, dass eine gewerkschaftliche Vertretung bisherige Wettbewerbsvorteile der kleinen Firma zunichte machen würde. Sie waren daher gegen den Plan, der die Abteilungen von Ev, Dan und Quincy betroffen hätte. Von den betroffenen Mitarbeitern stand eine Fraktion dem Vorhaben sehr positiv gegenüber (Ovid, Jack und Hal), eine andere eher negativ (Dale, Mel und Robin). Wenn wir die jeweiligen Betweenness-Werte als Richtschnur nehmen, waren die Gewerkschaftsbefürworter von Beginn an im Nachteil: Im Freundschaftsnetzwerk besetzen sie weniger zentrale Positionen als die Gegner, was für einen geringeren (informellen) Einfluss innerhalb der Organisation spricht. Insbesondere Hal, der offizielle Vertreter der Gewerkschaft, besetzt eine eher marginale Position. Dieses Ungleichgewicht wurde im konkreten Fall noch unterstützt durch die Tatsache, dass eine wichtige Person während der Kampagne sehr zurückhaltend blieb: Chris, der im Freundschaftsnetzwerk mit Abstand zentralste Akteur (sowohl hinsichtlich In- und Outdegree als auch bei der Betweenness-Zentralität). Zwar war er zu Beginn für die Ziele des Gewerkschaftsvorschlags, hielt sich aber währender der Kampagne eher im Hintergrund und stellte seinen informalen Einfluss nicht in den Dienst des Vorhabens. Ähnliches galt für Ovid, der sich trotz grundsätzlicher Zustimmung nicht in gleichem Maße engagierte wie Jack und Hal. Damit fehlte dem gewerkschaftlichen Vorhaben eine Basis in der informalen Organisation – zusätzlich zu der Tatsache, dass die Spitze der formalen Hierarchie ohnehin dagegen war.

Gibt es eine netzwerktheoretische Erklärung dafür, dass einzelne Mitglieder – insbesondere Chris – sich nicht aktiv *für* die Einrichtung einer Interessenvertretung einsetzten? Die Erklärung bliebe gewissermaßen unvollständig, wenn sie letztlich nur auf Einstellungsunterschiede zwischen den einzelnen Mitarbeitern verweisen könnte. In der Tat machte die spezifische Position von Chris ein stärkeres Engagement unwahrscheinlich. Dies legt der Blick auf die Mitgliedschaft der Beteiligten in den Freundschaftscliquen nahe. Dabei ist nicht nur interessant, wer in welcher Clique ist, sondern auch, wie viele Parallelmitgliedschaften es gibt. Zum einen unterscheiden sich die Personen darin, in wie vielen Cliquen sie überhaupt Mitglied sind: Einige sind Mitglieder von zwei oder drei Cliquen gleichzeitig, deutlich weniger (vier) partizipieren an vier oder fünf Cliquen. Einzig Chris, der offensichtlich geselligste Mitarbeiter, ist Mitglied von acht Cliquen.

Doch nicht allein die *Menge* der Mitgliedschaften ist von Interesse, sondern welche Verbindungen durch *Ko-Mitgliedschaften* entstehen. Chris unterhält über zwei Cliquen Verbindungen mit Mel, über eine mit Robin und über drei mit Dale – alles Gegner des gewerkschaftlichen Vorhabens. Mit Hal und Jack hingegen teilt er keine Mitgliedschaft in einer Clique. Wir können daher davon ausgehen, dass Chris gewissermaßen zwischen seiner pro-gewerkschaftlichen Einstellung und den Erwartungen seiner anti-gewerkschaftlichen Freunde hin- und hergerissen war. Das zumindest wäre die Prognose jener kognitiven und strukturellen Balance-Theorien, die einen Zusammenhang zwischen Netzwerk-Ties und Einstellungsvariablen behaupten (Heider 1946, 1979; Cartwright/Harary 1956; Holland/Leinhardt 1979). Aufgrund seiner Verbindungen zur anti-gewerkschaftlichen Fraktion im Freundschaftsnetzwerk befand sich Chris in einer ambivalenten Position. Angesichts seiner ursprünglich zustimmenden Haltung kann diese strukturelle Spannung erklären, warum er ein stärkeres Engagement vermied. Dafür spricht, dass er sich

kurz vor der Abstimmung beurlauben ließ, um erst danach wieder zurückzukehren (Krackhardt 1999).

Diese „mikropolitische“ Episode bei Silicon Systems zeigt, wie sich der Vergleich von formaler und informaler Hierarchie und die Darstellung der letzteren als Netzwerk zur Erklärung spezifischer Organisationsentwicklungen nutzen lassen. Die Einbettung und Positionierung kann nicht nur den Einfluss einzelner Akteure bestimmen, sondern auch Bedeutung dafür haben, welche Vorhaben und Entscheidungen letztlich den nötigen Rückhalt in der (informalen) Organisation finden. Die Netzwerkanalyse ist dann eine Möglichkeit, die oft komplexen und zunächst unübersichtlichen Informationen über persönliche Beziehungen so zu formalisieren, dass diese leichter zusammengefasst und so mit spezifischen Ereignissen korreliert werden können. Dazu ist die Interpretation selbstverständlich auf inhaltlich vielschichtiges Datenmaterial angewiesen (z. B. auf ethnografische Fallstudien), das mitunter über die Erhebung von Netzwerkdaten allein hinausgeht.

5 Möglichkeiten und Grenzen der Methode

Mit der Netzwerkanalyse werden teilweise große Hoffnungen auf eine relational orientierte, formale Soziologie verknüpft (Wellman 1988; Emirbayer 1997). Die Organisationsforschung ist nur ein Beispiel für die vielfältigen Anwendungen dieser immer populärer werdenden Forschungsmethode. In der Tat ist die relationale Ontologie der Netzwerkanalyse gut vereinbar mit zeitgenössischen Sozialtheorien, die gegenüber individualistischen Theorieprogrammen die „Einbettung“ des Handelns in soziale Strukturen betonen (Granovetter 1985). Der Vorteil der Netzwerkanalyse liegt darin, dass sie es erlaubt, derartige Programmatiken empirisch umzusetzen. Das gilt sowohl für die relativ evidenten Konzepte, Netzwerke in wichtige Akteure oder Gruppen einzuteilen (Zentralität, Cliquen), als auch für analytische Abstraktionen, die sich nicht auf den ersten Blick aus den Daten erschließen (wie zum Beispiel Blockmodelle). Eine besondere Stärke der Netzwerkanalyse liegt darin, dass sie auf kleinräumige soziale Phänomene, wie Silicon Systems, ebenso anwendbar ist wie auf große Datenmengen. Da es weniger um die Repräsentativität der Daten geht als um die Herausarbeitung bestimmter Strukturprinzipien, können daher auch Fallstudien von netzwerkanalytischen Verfahren profitieren.

Die Grenzen der Netzwerkanalyse liegen vor allem dort, wo die Herausarbeitung von „sozialen Strukturen“ nicht auf phänomenologische Daten verzichten kann. Der Anspruch, eine rein „relationale“ oder „strukturalistische“ Sozialwissenschaft zu begründen, die nicht Absichten oder Attribute von Akteuren, sondern allein deren Beziehungsmuster berücksichtigt, führt in die Irre, wenn sie über der Begeisterung für formale Methoden die Sinnstrukturiertheit ihres Gegenstands vergisst. Wie wir am Beispiel von Silicon Systems gesehen haben, ist eine soziologisch brauchbare Erklärung von Handlungsverläufen oft darauf angewiesen, Kontextwissen über die Organisation und ihre Mitglieder heranzuziehen. Das bezieht sich nicht nur auf den Faktor formale Hierarchie, sondern auch auf Prozesse und Erwartungen, die an den Netzwerkdaten selbst nicht abzulesen sind. Ethnografische Daten sowie Experteninterviews bereichern die Interpretation von Netzwerkmodellen nicht nur, sondern sind in der Regel unverzichtbar.

Ähnliches gilt für die theoretische Verankerung der Konzepte und Maßzahlen der Netzwerkanalyse (vgl. Kilduff/Tsai 2003: S. 35–65). Auch wenn manche davon eine ge-

wisse intuitive Plausibilität beanspruchen können, sollte die Notwendigkeit einer theoretischen Vergewisserung darüber, was zum Beispiel „Macht“ und „Einfluss“ in Organisationen bestimmt, nicht vernachlässigt werden. Die Einordnung informaler Strukturen orientiert sich, wie im dargestellten Beispiel, oft an konflikt- und macht-theoretischen Vorbildern. Unter verschiedenen theoretischen Vorzeichen mag man jedoch zu sehr unterschiedlichen Ansichten darüber kommen, ob Degree-, Closeness- oder Betweenness-Zentralität den Einfluss einzelner Akteure in einer Organisation am genauesten repräsentieren. Bei der Entscheidung zwischen derartigen Alternativen sollte nicht nur das gerade im Vordergrund stehende Untersuchungsinteresse berücksichtigt werden, sondern auch die theoretische Begründbarkeit. Wie bei anderen formalen Methoden besteht ansonsten die Gefahr, die Schwierigkeiten der Analyse vor allem in der korrekten Anwendung der Berechungsverfahren zu sehen – und nicht in deren soziologischer Interpretation. Als soziologische Forschungsperspektive bietet die Netzwerkanalyse den Vorteil, dass sie den Blick des Forschers einerseits notwendigerweise auf soziale Zusammenhänge lenkt und andererseits zur empirischen Umsetzung unterschiedlichster theoretischer Fragen eingesetzt werden kann. Diese Offenheit kann und muss genutzt werden, indem man nicht davon ausgeht, die Ergebnisse von Netzwerkanalysen erklärten sich von selbst. Von der gelungenen Kombination formaler Analyseverfahren und aussagekräftiger Theorie wird es abhängen, ob das Netz der Netzwerkforscher weiterhin so schnell wachsen wird wie bisher.

6 Anmerkungen

1 Der zugrunde liegende Strukturbegriff wird meist recht anspruchslos gebraucht. In Anlehnung an Radcliffe Browns Definition der Sozialstruktur als „network of actually existing relations“ (Radcliffe Brown 1940) werden hierunter meist beobachtbare Beziehungen und Austauschverhältnisse begriffen. Verhältnismäßig wenig Aufmerksamkeit widmet man der schon bei Nadel (1957) geübten Kritik, faktische Beziehungsmuster ergäben noch keinen soziologisch gehaltvollen Strukturbegriff.

2 Die im Folgenden beschriebenen Grundlagen der Netzwerkanalyse und Graphentheorie werden sehr viel ausführlicher beschrieben in den Einführungen von Scott (1991a), Wasserman/Faust (1994) und Jansen (2003).

3 Die algebraische Notation von Netzwerken ist eine dritte Alternative, auf die in diesem Beitrag nicht weiter eingegangen wird; für Details siehe Wassermann/Faust (1994, Kap. 3).

4 Zwar gibt es auch eine Stichprobentheorie, die statistische Schlüsse aus Zufallsauswahlen erlaubt. Diese kommt aber, gerade in der Organisationsforschung, kaum zum Einsatz. Für Details siehe die Arbeiten von Frank (1979; 1981; 1988).

5 Natürlich gibt es noch viele weitere Möglichkeiten, an Netzwerkdaten über Organisationen zu gelangen. Auch Interorganisationsbeziehungen lassen sich mit Fragebögen erheben, wie dies beispielsweise Knoke et al. (1996) für den Vergleich von Politiknetzwerken tun.

6 Diese Bedingung geht davon aus, dass die reflexive Beziehung der Knoten zu sich selbst, also die Werte der Hauptdiagonalen nicht interpretiert werden.

7 Sind einzelne Knoten nicht erreichbar, so haben sie eine unendliche Pfaddistanz zu allen anderen Knoten. Das Closeness Maß kann deshalb nur in verbundenen Graphen berechnet werden oder in entsprechend reduzierten Teilgraphen eines unverbundenen Graphen.

8 Für manche Anwendungen passen die beschriebenen, relativ gebräuchlichen Kohäsionsmaße möglicherweise ohnehin nicht. Dann bleibt immer noch ein Reservoir alternativer Konzepte, die

hier nicht behandelt werden können, wie z. B. n Clubs, k Cores, LS und Lambda Sets (Wasserman/Faust 1994, S. 260ff.) oder soziale Kreise (Kadushin 1966).

9 Stärker abstrahierte Äquivalenzkriterien sind deshalb oft sinnvoll, wie z. B. die „reguläre Äquivalenz“ (Wasserman/Faust 1994, S. 473ff.). Sie verlangt lediglich gleichartige Beziehungen zu *strukturgleichen* Akteuren. Rollenbeziehungen zeichnen sich typische dadurch aus, dass ähnliche Beziehungen zu ähnlichen Akteuren vorhanden sind so haben natürlich alle Mitglieder der Gruppe „Mütter“ Beziehungen zu Kindern, aber eben nicht zu denselben Kindern. Überträgt man dieses Kriterium, das gar nicht so einfach in einen eindeutigen Algorithmus umsetzbar ist, auf unser Beispiel, so gäbe es folgende Gruppen regulär äquivalenter Akteure: (A) (B,C,D) (E,F,G,H,I) eine Einteilung, die der Intuition hierarchischer Ebenen sehr nahe kommt.

10 Diese und einige weitere Reduktionsverfahren sind mittlerweile in dem Softwareprogramm UCINET (Borgatti et al. 2002) implementiert, so dass man problemlos sowohl mit den Originaldaten als auch den reduzierten Formen LAS und CS arbeiten kann.

11 Die Grafiken wurden mit dem Netzwerkvisualisierungs und Analyseprogramm Pajek (Batagelj/Mrvar 1998) erstellt.

12 Für die Berechnung der Betweenness Zentralität mussten die asymmetrischen Beziehungen symmetrisiert werden. Dabei wurden in Anlehnung an Krackhardt (1990, S. 351f.) alle, also auch unidirektionale Beziehungen berücksichtigt. Aufgrund einer anderen Behandlung der fehlenden Werten in den Originalmatrizen der CSS weichen unsere Betweenness Werte etwas von den bei Krackhardt (1992, S. 229, 231) genannten ab, was die Rangfolge jedoch nur unwesentlich beeinflusst und die Interpretation deshalb nicht verändert.

13 Die Cliquenanalyse geht von symmetrischen Beziehungen aus, so dass eine Entscheidung über die Behandlung und Transformation asymmetrischer Beziehungen ohnehin nötig ist. Sie könnte unter anderen inhaltlichen Voraussetzungen aber durchaus anders ausfallen.

14 Wie dies auf der Basis einer hierarchischen Clusterbildung nach Johnson im Fall Silicon Systems aussehen könnte, zeigt Krackhardt (1999). Aus einer solchen Clustereinteilung lässt sich dann auch ein Blockmodell gewinnen, dass die jeweiligen Cluster als strukturell äquivalente Positionen im Netzwerk interpretiert.

7 Literatur

Hinweise:

Eine leicht zugängliche und auf Organisationen abgestellte Einführung ist das Buch von Kilduff/Tsai (2003). Überblicke über die allgemeinen Grundlagen und weitere Anwendungen der Netzwerkanalyse und -theorie bieten die Einführungen von Scott (1991), Jansen (2003) und Holzer (2006). Die Methoden und formalen Konzepte sind ausführlich in Wassermann/Faust (1994) erläutert. Beispielhafte Anwendungen aus verschiedenen Bereichen finden sich in den Sammelbänden von Burt/Minor (1983), Wellman/Berkowitz (1988) und Wasserman/Galaskiewicz (1994); speziell zu Organisationen ist der Sammelband von Nohria/Eccles (1992) instruktiv. Zahlreiche Artikel, die sich mit spezifischen Aspekten der Netzwerkanalyse in der Organisationsforschung beschäftigen, bietet der *Blackwell Companion to Organizations* (Baum 2002). Die erwähnten Softwarepakete zur Netzwerkanalyse und -darstellung sind bei den Entwicklern erhältlich: das Programm UCINET von Borgatti et al. unter www.analytictech.com; Pajek von Batagelj und Mrvar unter vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek.

Alba, Richard D. (1973): A graph theoretic definition of a sociometric clique, in: Journal of Mathematical Sociology 3, S. 113 126
Batagelj, Vladimir/Mrvar, Andrej (1998): Pajek program for large network analysis, in: Connections 21(2), S. 47 57
Baum, Joel A.C. (2002): The Blackwell Companion to Organizations, Oxford
Bernard, H. Russell/Killworth, Peter D./Sailer, Lee D. (1982): Informant accuracy in social network data, V: an experimental attempt to predict the actual communication from recall data, in: Social Science Research 11, S. 30 66
Bernard, H. Russell/Killworth, Peter D./Sailer, Lee D./Kronenfeld, David (1984): On the validity of retrospective data: the problem of informant accuracy, in: Annual Review of Anthropology 13, S. 495 517
Borgatti, S.P./Everett, M.G./Freeman, Linton C. (2002): Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis, Harvard
Burt, Ronald S. (1983a): Cohesion versus structural equivalence as a basis for network subgroups, in: Burt, Ronald S./Minor, Michael J. (Hrsg.), Applied Network Analysis, London, S. 262 282
Burt, Ronald S. (1983b): Network data from informant interviews, in: Burt, Ronald S./Minor, Michael J. (Hrsg.), Applied Network Analysis, London, S. 133 157
Burt, Ronald S. (1983c): Network data from archival records, in: Burt, Ronald S./Minor, Michael J. (Hrsg.), Applied Network Analysis, London, S. 158 175
Burt, Ronald S./Minor, Michael J. (Hrsg.) (1983): Applied Network Analysis, London
Cartwright, Dorwin/Harary, Frank (1956): Structural balance: a generalization of Heider's theory, in: Psychological Review 63, S. 277 293
Castells, Manuel (2000): The Rise of the Network Society (The Information Age, vol. I), Oxford
Crozier, Michel/Friedberg, Erhard (1979): Macht und Organisation, Königstein/Ts.
Emirbayer, Mustafa (1997): Manifesto for a relational sociology, in: American Journal of Sociology 103(2), S. 281 317
Frank, Ove (1979): Estimation of population totals by use of snowball samples, in: Holland, Paul W./Leinhardt, Samuel (Hrsg.), Perspectives on Social Network Research, New York, S. 319 347
Frank, Ove (1981): A survey of statistical methods for graph analysis, in: Leinhardt, Samuel (Hrsg.), Sociological Methodology, San Francisco, S. 110 155
Frank, Ove (1988): Random sampling and social networks: a survey of various approaches, in: Mathematiques, Informatique, et Sciences Humaines 26, S. 19 33
Freeman, Linton C. (1979): Centrality in social networks: I. Conceptual clarification, in: Social Networks 1, S. 215 239
Freeman, Linton C./Romney, A. Kimball/Freeman, Sue C. (1987): Cognitive structure and informant accuracy, in: American Anthropologist 89, S. 310 325
Galaskiewicz, Joseph (1979): Exchange Networks and Community Politics, Newbury Park
Galaskiewicz, Joseph/Wasserman, Stanley (1981): A dynamic study of change in a regional corporate network, in: American Sociological Review 46, S. 475 484
Granovetter, Mark (1985): Economic action and social structure: the problem of embeddedness, in: American Journal of Sociology 91(3), S. 481 510
Heider, Fritz (1946): Attitudes and cognitive organization, in: Journal of Psychology 21, S. 107 112
Heider, Fritz (1979): On balance and attribution, in: Holland, Paul W./Leinhardt, Samuel (Hrsg.), Perspectives on Social Network Research, New York, S. 11 24
Holland, Paul W./Leinhardt, Samuel (1979): Structural sociometry, in: Holland, Paul W./Leinhardt, Samuel (Hrsg.), Perspectives on Social Network Research, New York, S. 63 83
Holzer, Boris (2006): Netzwerke, Bielefeld
Jansen, Dorothea (2002): Netzwerkansätze in der Organisationsforschung, in: Allmendinger, Jutta/Hinz, Thomas (Hrsg.), Organisationssoziologie (Sonderheft 42 der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie), Opladen, S. 88 118
Jansen, Dorothea (2003): Einführung in die Netzwerkanalyse, Opladen

Kadushin, Charles (1966): The friends and supporters of psychotherapy: on social circles in urban life, in: American Sociological Review 31, S. 786 802
Kappelhoff, Peter (1987a): Cliquenanalyse. Die Bestimmung von intern verbundenen Teilgruppen in Netzwerken, in: Pappi, Franz Urban (Hrsg.), Techniken der empirischen Sozialforschung, Bd. 1: Methoden der Netzwerkanalyse, München, S. 39 63
Kappelhoff, Peter (1987b): Blockmodellanalyse: Positionen, Rollen und Rollenstrukturen, in: Pappi, Franz Urban (Hrsg.), Techniken der empirischen Sozialforschung, Bd. 1: Methoden der Netz werkanalyse, München, S. 101 128
Kilduff, Martin/Krackhardt, David (1994): Bringing the individual back in: a structural analysis of the internal market for reputation in organizations, in: Academy of Management Journal 37, S. 87 108
Kilduff, Martin/Tsai, Wenpin (2003): Social Networks and Organizations, London
Knoke, David/Pappi, Franz Urban/Broadbent, Jeffrey/Tsujinaka, Yutaka (1996): Comparing Policy Networks. Labor Politics in the U.S., Germany, and Japan, Cambridge
Krackhardt, David (1987): Cognitive social structures, in: Social Networks 9, S. 109 134
Krackhardt, David (1990): Assessing the political landscape: structure, cognition, and power in or ganizations, in: Administrative Science Quarterly 35(2), S. 342 369
Krackhardt, David (1992): The strength of strong ties: the importance of philos in organizations, in: Nohria, Nitin/Eccles, Robert G. (Hrsg.), Networks and Organizations: Structure, Form, and Ac tion, Boston, S. 216 239
Krackhardt, David (1999): The ties that torture: Simmelian tie analysis in organizations, in: Research in the Sociology of Organizations 16, S. 183 210
Krackhardt, David/Hanson, Jeffrey R. (1993): Informal networks: the company behind the chart, in: Harvard Business Review July August, S. 104 111
Krackhardt, David/Kilduff, Martin (2002): Structure, culture and Simmelian ties in entrepreneurial firms, in: Social Networks 24(3), S. 279 290
Kühl, Stefan (2002): Jenseits der Face to face Organisation: Wachstumsprozesse in kapitalmarkt orientierten Unternehmen, in: Zeitschrift für Soziologie 31, S. 186 210
Küpper, Willi/Ortmann, Günther (Hrsg.) (1988): Mikropolitik, Opladen
Laumann, Edward O./Marsden, Peter V./Prensky, David (1983): The boundary specification problem in network analysis, in: Burt, Ronald S./Minor, Michael J. (Hrsg.), Applied Network Analysis, London, S. 18 34
Levine, Joel H. (1972): The sphere of influence, in: American Sociological Review 37, S. 14 27
Levine, Joel H./Roy, William G. (1979): A study of interlocking directorates: vital concepts of or ganization, in: Holland, Paul W./Leinhardt, Samuel (Hrsg.), Perspectives on Social Network Re search, New York, S. 349 378
Luce, R. Duncan (1950): Connectivity and generalized cliques in sociometric group structure, in: Psychometrika 15, S. 169 190
Luce, R. Duncan/Perry, Albert D. (1949): A method of matrix analysis of group structure, in: Psy chometrika 14, S. 95 116
Luhmann, Niklas (1964): Funktionen und Folgen formaler Organisation, Berlin
Mayo, Elton (1933): The Human Problem of an Industrial Civilization, New York
Mintz, Beth A./Schwartz, Michael (1985): The Power Structure of American Business, Chicago
Mizruchi, Mark S./Galaskiewicz, Joseph (1994): Networks of interorganizational relations, in: Wasserman, Stanley/Galaskiewicz, Joseph (Hrsg.), Advances in Social Network Analysis, Thousand Oaks, S. 230 253
Mizruchi, Mark S./Schwartz, Michael (Hrsg.) (1987): Intercorporate Relations. The Structural Analy sis of Business, Cambridge
Nadel, Siegfried F. (1957): The Theory of Social Structure, London
Neuberger, Oswald (1995): Mikropolitik. Der alltägliche Aufbau und Einsatz von Macht in Organisationen, Stuttgart

Nohria, Nitin/Eccles, Robert G. (Hrsg.) (1992): Networks and Organizations: Structure, Form, and Action, Boston

Podolny, Joel M./Page, Karen L. (1998): Network forms of organization, in: Annual Review of Soci ology 24, S. 57 76, online: links.jstor.org/sici?sici 0360 0572%281998%2924%3C57% 3ANFOO%3E2.0.CO%3B2 Q

Powell, Walter W. (1990): Neither market nor hierarchy: Network forms of organization, in: Research in Organizational Behavior, Bd. 12, S. 295 336

Radcliffe Brown, A. R. (1940): On social structure, in: Journal of the Royal Anthropological Society of Great Britain and Ireland 70, S. 1 12

Raider, Holly/Krackhardt, David (2002): Intraorganizational networks, in: Baum, Joel A.C. (Hrsg.), The Blackwell Companion to Organizations, Oxford, S. 58 74

Roethlisberger, F. J./Dickson, William J./Wright, Harold A. (1939): Management and the Worker. An Account of a Research Program Conducted by the Western Electric Company, Hawthorne Works, Chicago, Cambridge

Scott, John (1979): Corporations, Classes and Capitalism, London

Scott, John (1991a): Social Network Analysis: A Handbook, London

Scott, John (1991b): Networks of corporate power: a comparative assessment, in: Annual Review of Sociology (17), S. 181 203

Seidman, Stephen B./Foster, Brian L. (1978): A graph theoretic generalization of the clique concept, in: Journal of Mathematical Sociology 6, S. 139 154

Tyrell, Hartmann (1983): Zwischen Interaktion und Organisation I: Gruppe als Systemtyp, in: Neidhardt, Friedhelm (Hrsg.), Gruppensoziologie (Sonderband 25 der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie), Opladen, S. 75 87

Wasserman, Stanley/Faust, Katherine (1994): Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge

Wasserman, Stanley/Galaskiewicz, Joseph (1994): Advances in Social Network Analysis, Thousand Oaks

Wellman, Barry (1988): Structural analysis: from method and metaphor to theory and substance, in: Wellmann, Barry/Berkowitz, S. D. (Hrsg.), Social Structures: A Network Approach, Cambridge, S. 19 61

Wellman, Barry/Berkowitz, S. D. (Hrsg.) (1988): Social Structures: A Network Approach, Cambridge

White, Harrison C./Boorman, Scott A./Breiger, Ronald L. (1976): Social structure from multiple networks: I. Blockmodels of roles and positions, in: American Journal of Sociology 81(4), S. 730 780

Windeler, Arnold (2001): Unternehmungsnetzwerke. Konstitution und Strukturation, Wiesbaden