Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse: Eine aktuelle Übersicht*

Bruno Trezzini

Soziologisches Institut, Universität Zürich, Rämistraße 69, CH-8001 Zürich

Zusammenfassung: Unter der Bezeichnung „Netzwerkanalyse“ hat sich im Verlaufe der letzten Jahrzehnte ein eigentliches Forschungsparadigma herausgebildet, das in erster Linie durch seinen großen Vorrat an analytischen Konzepten und Methoden zur Untersuchung von relationalen – in Abgrenzung zu attributiven – Daten beeindruckt. Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, einen Überblick über verschiedene methodische Probleme und Lösungsansätze innerhalb der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse zu vermitteln. Neben bekannteren, deskriptiv-analytischen Strategien der Datenreduktion werden neuere Ansätze vorgestellt, die auch inferenzstatistische Aussagen ermöglichen und es insbesondere erlauben, attributive und relationale Daten simultan zu analysieren. Abschließend werden noch einige praktische Belange erörtert, wie z. B. weiterführende Literatur oder verfügbare Software.

1. Einleitung

Ziel dieses Beitrages ist es, eine Übersicht über neuere methodische Entwicklungen innerhalb der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse zu geben. Seit Mitte der siebziger Jahre hat diese Forschungsrichtung – vor allem im angelsächsischen Sprachraum – eine boomhafte Verbreitung gefunden, und es läßt sich darüber hinaus ganz allgemein ein vermehrter Rückgriff auf die Netzwerkterminologie feststellen, ohne daß im konkreten Fall aber theoretisch oder methodisch immer das Gleiche darunter verstanden würde. Vielmehr erschöpft sich der Rekurs auf die Netzwerkbegrifflichkeit nicht selten in einem rein metaphorischen Gebrauch, das heißt, es erfolgt keine systematische Anwendung netzwerkanalytischer Konzepte und Methoden. Diese gestiegene Beliebtheit der Netzwerkmetapher scheint dem Umstand geschuldet, daß die längst nicht neue, aber heute wieder verstärkt ins Bewußtsein tretende Komplexität sozialwissenschaftlicher Tatbestände nach Ansätzen und Konzepten ruft, die dieser Komplexität gerecht zu werden versprechen. In einer Zeit, da offenbar alles mit allem zusammenzuhängen scheint, sind integrative und interdisziplinäre Ansätze in Theorie und Methode gefragt und will das reduktionistische Denken durch ein ganzheitliches ersetzt sein, das sich dann letztlich als im weitesten Sinne „vernetzt“ erweist.

Der netzwerkanalytische Ansatz, um den es hier geht, nimmt für sich in Anspruch, ein theoretisches und methodologisches Programm zu vertreten, das der empirischen Analyse komplexer sozialer Strukturen erst wirklich gerecht wird und auch andere klassische Problembereiche der sozialwissenschaftlichen Theoriebildung, z. B. das Verhältnis zwischen mikro- und makrosoziologischen Forschungsansätzen, einer – zumindest methodischen – Klärung näherbringt. Die formale Rigorosität und Abstraktheit des netzwerkanalytischen Methodenkanons führt dazu, daß die entwickelten analytischen Konzepte und Auswertungstechniken im Rahmen einer breiten Palette unterschiedlicher Forschungsfragen Verwendung finden können, die allesamt ihren fachspezifischen theoretischen Hintergrund besitzen. Möglicherweise ist es diesem Umstand geschuldet, daß bisher innerhalb der Netzwerkanalyse kaum mehr als ein paar einfache Prämissen hinsichtlich der konstitutiven Bedeutung sozialer Beziehungen respektive Interaktionen für die Bildung sozialer Strukturen und die Erklärung individueller Einstellungen und Handlungen entstanden sind.

In den Augen ihrer Verfechter und Verfechterinnen stellt die Netzwerkanalyse die bisher adäquateste Methode zur Analyse relationaler Daten dar. Darüber hinaus gehen einige von ihnen sogar so weit, daß sie eine primär an den Beziehungen zwischen sozialen Einheiten orientierte Forschungsstrategie einer solchen, die bloß an der Verteilung und Korrelation von Attributen interessiert ist, grundsätzlich überlegen ansehen. Dies gilt ganz besonders im Hinblick auf die Bestimmung der Struktur sozialer Kollektive. Relationale und at-

* Hilfreiche Verbesserungsvorschläge verdanke ich den anonymen Gutachtern der ZfS. Allenfalls verbleibende Unzulänglichkeiten liegen allein in der Verantwortung des Autors.

tributive Informationen sind jedoch gleichermaßen von sozialwissenschaftlichem Interesse und sollten nicht gegeneinander ausgespielt werden, zumal sie sich bei genauerer Betrachtung eigentlich gegenseitig bedingen. Da wir uns an anderer Stelle mit diesen Problemen und den inhaltlichen Positionen der Netzwerkanalyse ausführlicher auseinandersetzen (Trezzini 1998), verzichten wir hier aus Platzgründen auf eine weitere Diskussion dieser Punkte (vgl. auch Emirbayer/Goodwin 1994; Mizruchi 1994; Rogers 1987). Es sei aber explizit darauf hingewiesen, daß sich unsere Beschäftigung mit neueren inferenzstatistischen Ansätzen innerhalb der Netzwerkanalyse auch und gerade an den Möglichkeiten der gleichzeitigen Berücksichtigung von attributiven und relationalen Informationen in der empirischen Analyse orientiert.

Im folgenden werden einige Fragenkomplexe angesprochen, die mit Blick auf die Stärken und Schwächen der Netzwerkanalyse von grundlegender Bedeutung sind. So diskutieren wir im zweiten Abschnitt u.a. die spezifischen Schwierigkeiten der Stichprobenerhebung, die mit der Analyse relationaler Daten verbunden sind. Forschungsansätze, welche anhand unterschiedlicher operationaler Kriterien versuchen, Subgruppen innerhalb von Beziehungsnetzen zu bestimmen, bilden den Gegenstand des dritten Abschnitts, wobei wir uns auf den sogenannten positionalen Ansatz konzentrieren. Im vierten Abschnitt gilt es, einige inferenzstatistische Ansätze zu diskutieren, die über die bloße Datenbeschreibung und -reduktion hinausweisen und – wie bereits hervorgehoben – es grundsätzlich erlauben, relationale und attributive Informationen gleichzeitig, in ein und derselben Analyse zu berücksichtigen. Im daran anschließenden Abschnitt sind dann noch einige Informationen von praktischem Interesse zusammengestellt, wie z. B. Angaben über weiterführende Literatur, Zeitschriften zur Thematik, elektronische Informationsquellen und spezielle Computerprogramme.

2. Einige Grundkonzepte und methodische Probleme

Da die Netzwerkanalyse als formale Methode im wesentlichen auf den sehr allgemeinen Theoremen der mathematischen Graphen- und Gruppentheorie¹

aufbaut, erweist sie sich als überaus flexibel hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf unterschiedlichste Problemstellungen. Dies kommt beispielsweise auch in der folgenden Definition gut zum Ausdruck: „A social network consists of a finite set or sets of actors and the relation or relations defined on them“ (Wasserman/Faust 1994: 20). Sowohl die Untersuchungseinheiten (z. B. Personen, Unternehmen oder Länder) als auch die sie charakterisierenden Beziehungen (z. B. Freundschaft, gemeinsame Verwaltungsräte oder Handel) können entsprechend den jeweiligen theoretischen Erwägungen relativ frei bestimmt und dann mit dem netzwerkanalytischen Instrumentarium bearbeitet werden (Schweizer 1996: 158, 254 f.). Diese extreme Flexibilität erfordert aber eine um so genauere Auseinandersetzung sowohl mit dem theoretischen Hintergrund der zu untersuchenden Fragestellung (z. B. die Diffusion von Innovationen oder Krankheiten² innerhalb eines Beziehungsnetzwerkes) als auch mit den operationalen Grundlagen eines hierbei zur Anwendung gelangenden netzwerkanalytischen Konzeptes (z. B. strukturell äquivalente Position in einem Netzwerk). Gerade die adäquate Verbindung von Theorie und Methode stellt jedoch eines der größten Probleme der Netzwerkanalyse dar, weil einerseits den mathematisch-methodologischen Arbeiten oftmals ihr sozialwissenschaftlicher Bezug vollends abhanden gekommen ist und andererseits die konkrete Anwendung abstrakter netzwerkanalytischer Konzepte und Indizes nicht selten ohne genaue Kenntnis ihrer Konstruktionseigenschaften und der Indikationen ihrer Verwendung erfolgt. Auf diese Problematik wird anhand eines Beispiels noch zurückzukommen sein (vgl. den Punkt *Strukturanalyse* im dritten Abschnitt).

• *Netzwerkarten.* Sogenannte *One-mode-Netzwerke* bilden die häufigste Grundlage von Netzwerkanalysen. In diesen Fällen wird von einer festgelegten Akteursgruppe ausgegangen und angenommen, daß potentiell jeder einzelne Akteur Beziehungen zu allen übrigen Akteuren aufweisen kann (Schweizer 1996: 166 f.; Scott 1991: 39 ff.; Wasserman/Faust 1994: 35 ff.). Es resultiert hierbei eine quadratische Datenmatrix, deren Reihen und Spalten dieselben Akteure oder Einheiten repräsentieren (Einheiten[a]-x-Einheiten[a]-Matrix). Werden zusätzlich Angaben über gewisse Eigenschaften der Akteure gesammelt (Attribute), so kann auch eine rechteckige Datenmatrix resultieren, die der üblichen Einheiten-x-Variablen-

¹ Hage/Harary (1983, 1991, 1996) geben eine gut verständliche Einführung zu den Grundlagen der Graphentheorie und ihrer Anwendung im Bereich sozialanthropologischer Forschungen.

² Vgl. z. B. den Themenschwerpunkt „Social Networks and Infectious Disease: HIV/AIDS“ in der Zeitschrift *Social Networks*, Bd. 17 (1995), Nr. 3/4.

Matrix mit dem einzigen Unterschied entspricht (Scott 1991: 54), daß jetzt neben attributiven zusätzlich noch relationale Informationen enthalten sind. Die Weiterverarbeitung im netzwerkanalytischen Kontext berücksichtigt in der Regel jedoch nur die relationalen Informationen des quadratischen Teils einer solchen Datenmatrix. Die simultane Behandlung von relationalen und attributiven Akteursinformationen verlangt ausgefeilte Analysetechniken (Wasserman/Faust 1994: 22), deren Entwicklung noch im Gang ist (vgl. Abschnitt 4).

Two-mode-Netzwerke zeichnen sich dadurch aus, daß sie die Beziehungen zwischen Mitgliedern zweier unterschiedlicher Gruppen erfassen (z. B. zwischen den Vorgesetzten und den Untergebenen in einem Unternehmen oder zwischen Unternehmen und Parteien eines Landes). In diesem Fall ergibt sich eine rechteckige Einheiten[a]-x-Einheiten[b]-Matrix. Ebenfalls um ein *Two-mode*-Netzwerk handelt es sich bei der Erfassung von sogenannten Mitgliedschaftsnetzwerken („*affiliation networks*“, Wasserman/Faust 1994: 291 ff.), wo es darum geht, für eine Gruppe von Akteuren ihre Zugehörigkeit zu einer Gruppe von Ereignissen festzustellen (wobei „Ereignis“ ganz allgemein aufzufassen ist und sowohl die Teilnahme an politischen Veranstaltungen oder Festen als auch die Mitgliedschaft in einer Organisation etc. bezeichnen kann). Es resultiert hier dann eine rechteckige Einheiten-x-Ereignisse-Matrix. Die in einem *Two-mode*-Netzwerk enthaltenen Informationen lassen sich im übrigen durch eine einfache Transformation zur Konstruktion eines *One-mode*-Netzwerkes verwenden, so daß – je nach inhaltlicher Fragestellung – dann eine quadratische Akteure-x-Akteure- oder eine Ereignisse-x-Ereignisse-Matrix resultiert (Scott 1991: 41 ff.; Wasserman/Faust 1995: 304 ff.). Für *Two-mode*-Netzwerke wurden neue deskriptiv-analytische Untersuchungsmethoden entwickelt (vgl. Abschnitt 3).

Ein *egozentriertes* oder *persönliches* Netzwerk schließlich umfaßt im Unterschied zu einem *Gesamtnetzwerk* nur ausgewählte Einheiten und Beziehungen, nämlich die für das fokussierte Ego wichtigen direkten Beziehungen zu anderen Akteuren innerhalb seines sozialen Umfelds, wobei nicht notwendigerweise auch die Beziehungen zwischen diesen Akteuren erfaßt werden (Schweizer 1996: 241 ff.). Letzteres führt dazu, daß die Analyse persönlicher Netzwerke in der Regel nicht für die Strukturanalyse von Gesamtnetzwerken geeignet ist und deshalb im wesentlichen bei der Gewinnung sozusagen relational-attributiver Informationen (z. B. über die Größe und Zusammensetzung

eines persönlichen Unterstützungsnetzwerkes) Verwendung findet, mit deren Hilfe man dann das Verhalten und die Einstellungen von Personen besser zu verstehen hofft.

• *Erhebungsmethoden.* Beziehungsinformationen werden zumeist auf der Ebene von Einzelakteuren und von Ereignissen erfaßt („*unit of observation*“). Die eigentliche netzwerkanalytische Auswertung wiederum kann sich auf den Einzelakteur, Dyaden, Triaden, Subgruppen oder Gesamtnetzwerke beziehen („*modeling unit*“) (Wasserman/Faust 1994: 43 f.). Wie im Falle anderer sozialwissenschaftlicher Forschungsstrategien existieren mehrere Möglichkeiten der Datengewinnung, die je nach der Art des untersuchten Netzwerkes und der jeweiligen Fragestellung eine unterschiedliche Relevanz besitzen. Neben der direkten Beobachtung und Archivinformationen ist vor allem die klassische Befragung zu nennen (Wasserman/Faust 1994: 45 ff.). Anhand von Fragebogen werden z. B. diejenigen Personen erfaßt, die für den Befragten hinsichtlich einer speziellen Problemstellung (z. B. Freundschaft, soziale Unterstützung, Verwandtschaft) die wichtigsten Bezugspersonen darstellen. Befragungen gelangen vor allem im Zusammenhang mit der Analyse persönlicher, egozentrierter Netzwerke zum Einsatz. Zu diesem Zweck wurden inzwischen weitverbreitete Fragebatterien, sogenannte Namen- oder Netzwerkgeneratoren, entwickelt (vgl. z. B. Kecskes/Wolf 1996: 37 ff.; Schenk 1984: 217 ff., 255 ff.; 1995: 28 ff., 266 ff.; Schweizer 1996: 245 ff.). Erweitert man den egozentrierten Ansatz dahingehend, daß die erfaßten Beziehungspersonen ersten Grades zusätzlich noch nach ihrem Beziehungsumfeld befragt werden (etc.), so gelangt man zu *Snowball-sampling*-Strategien (Wasserman/Faust 1994: 33 f., 42, 53), die insbesondere im Zusammenhang mit der Stichprobenproblematik von zunehmender Bedeutung sind.

• *Stichprobenproblematik.* Die Verwendbarkeit inferenzstatistischer Analysestrategien im Kontext relationaler Daten wird neben dem Problem der adäquaten Abgrenzung eines zu untersuchenden Netzwerkes (Marsden 1990: 439; Laumann et al. 1983: 22 ff.) hauptsächlich durch die Stichprobenproblematik eingeschränkt. Der Stichprobenauswahl kommt einerseits im Forschungsalltag der Netzwerkanalyse nicht ganz der gleiche Stellenwert zu wie im Falle anderer Forschungsstrategien, weil zumeist von einem umgrenzten Netzwerk und somit einer Vollerhebung ausgegangen wird (z. B. alle Mitglieder einer Organisation, einer städtischen Community oder alle Länder der

EU).³ Will man aber andererseits zahlenmäßig sehr große soziale Kollektive mittels der Netzwerkanalyse untersuchen, so entstehen gravierende Probleme, weil deren vollständige Untersuchung infolge eines unverhältnismäßig großen Aufwands nicht möglich ist. In solchen Situationen hilft üblicherweise die Strategie der Stichprobenbildung weiter. Im Falle der Netzwerkanalyse sind der Verwendung von Zufallsstichproben aber gewisse Grenzen gesetzt (Scott 1991: 60 ff.). So können beispielsweise anhand von Stichprobenauswahlen nur summarische Netzwerkindizes für die zugrundeliegende Population geschätzt werden, wie z. B. die durchschnittliche Anzahl von Beziehungen pro Akteur, der Reziprozitätsgrad der Beziehung, die Dichte des Beziehungsnetzes oder die Häufigkeit von gewissen Subgruppen (z. B. Cliquen) (vgl. Scott 1991: 62; Wasserman/Faust 1994: 34). Die Ermittlung von Netzwerkstrukturen mittels Auswahlstichproben erweist sich jedoch als ein kaum gangbarer Weg:

„Although it is possible to draw a sample of 1000 cases for analysis [...], there is no guarantee that the structure of this sample network would bear any relationship to the structure of the corresponding partial network. A representative sample of *agents*, does not, in itself, give a useful sample of *relations*.“ (Scott 1991: 62; H. i. O.)⁴

Somit ist festzuhalten, daß für die Einheiten einer Zufallsstichprobe zwar relativ einfach persönliche Netzwerke erfaßt werden können. Diese relationalen Informationen werden dann zumeist als zusätzliche Attribute der untersuchten Einheiten aufgefaßt und als solche in weiteren Analysen mit berücksichtigt. Es ist jedoch nicht möglich, die Struktur eines umfangreichen Gesamtnetzwerkes anhand einer daraus gewonnenen Auswahlstichprobe mit genügender Akkuratess zu ermitteln.

Die Stichprobenproblematik stellt bis auf weiteres eine Schwachstelle der Netzwerkanalyse dar, und es muß sich erst noch weisen, inwieweit neuere

Ansätze, die z. B. von egozentrierten Schneeballauswahlen ausgehen,⁵ auf der Basis von Stichprobeninformationen zu wirklich befriedigenden Aussagen hinsichtlich der *Struktureigenschaften* ganzer Netzwerken gelangen können.

• *Validität, Reliabilität, Meßfehler.* Wie in allen Fällen sozialwissenschaftlicher Datengewinnung stellt sich auch bei der Netzwerkanalyse die Frage, inwiefern die gewonnenen Daten tatsächlich das messen, wofür sie erhoben wurden (Validität), und wie zuverlässig sie das tun (Meßfehler und Reliabilität). Diese Probleme hängen nicht zuletzt mit den oben diskutierten Abgrenzungs- und Auswahl Schwierigkeiten zusammen, weil der Ausschluß einer Einheit eben nicht nur einen einfachen, sondern einen multiplen Informationsverlust bedeutet, je nach der Anzahl Beziehungen, welche die fehlende Einheit zu weiteren Einheiten eines Netzwerkes unterhält. Probleme ergeben sich auch aus dem Umstand, daß durch teilnehmende Beobachtung und über Befragung gewonnene Netzwerkinformationen sich beträchtlich voneinander unterscheiden können.⁶

3. Datenreduktion und Strukturbeschreibung

• *Soziometrische Kennwerte.* Wie bereits oben erwähnt wurde, gilt es, zwischen den Beobachtungseinheiten und ihren Beziehungen untereinander einerseits und den davon abgeleiteten Analyseeinheiten andererseits zu unterscheiden. So kann in der formalen Analyse auf einzelne Akteure fokussiert werden, oder es können Dyaden, Triaden, Subgruppen sowie Netzwerke als Ganzes untersucht werden. Zumeist erfolgt eine erste deskriptiv-analytische Datenreduktion mittels der Berechnung von relationalen Kennwerten für einzelne Einheiten und für das Gesamtnetzwerk, wie z. B. die Zentralität eines Akteurs innerhalb eines Netzwerkes beziehungsweise die Zentralisiertheit des Netzwerkes als Ganzes. Das Zentralitäts- resp. Zentralisiertheitskonzept läßt sich dabei nach ver-

³ Vor allem im Falle archivierter Daten haben wir es nicht selten mit vorgegebenen Stichproben zu tun. Hier spielt dann neben inhaltlichen Gründen vor allem die Datenverfügbarkeit die entscheidende Rolle für die Sampleabgrenzung.

⁴ In ähnlichem Sinne äußert sich auch Schweizer (1996: 169 f.). Und Klov Dahl kommt anhand von Modellrechnungen zur folgenden, wenig ermutigenden Feststellung: „*In order to be able to observe connected regions of large social networks in an urban area, using an independent random sampling approach, it appeared necessary to use sample sizes in the range 5,000 to about 15,000 in a city of less than 200,000 people.*“ (Klov Dahl 1989: 188; zit. nach Schweizer 1996: 243.)

⁵ Vgl. hierzu insbesondere Frank (1979), Frank/Snijders (1994), Rothenberg (1995), Scott (1991: 64), Snijders (1992), Snijders/Spreen (1997), Snijders et al. (1995), Spreen (1992), Spreen/Zwaagstra (1994) sowie Wasserman/Faust 1994: 33 f.).

⁶ Zur Validitäts- und Reliabilitätsproblematik vgl. weiterführend z. B. Bernard et al. (1984), Marsden (1990, 1993), Knoke/Kuklinski (1990: 30 ff.), Pattison (1993: 18 f.), Wasserman/Faust (1994: 56 ff.), Schenk (1995: 243 ff.) oder Schweizer (1996: 174 f.).

schiedenen inhaltlichen Kriterien operationalisieren, wie z. B. hinsichtlich der Aktivität, der Autonomie, der Kontrollmacht, der Prominenz oder des Prestiges einer Netzwerkeinheit (vgl. z. B. Faust/Wasserman 1992; Freeman 1978/79; Friedkin 1991; Hage/Harary 1983: 30 ff.; 1996: 12 f., 165 ff.; Wasserman/Faust 1994: 169 ff.; Schenk 1984: 52 ff.; Schweizer 1996: 183 ff.).

• **Strukturanalyse.** Soziometrische Kennwerte gehören zum Kernbestand klassischer Netzwerkanalysen. Die heutige netzwerkorientierte Strukturanalyse interessiert sich jedoch ungleich stärker für Netzwerkstrukturen, die sich als überindividuelle soziale Positionen oder Rollen interpretieren lassen. Es kann innerhalb der relationalen Strukturanalyse eines Gesamtnetzwerkes zwischen zwei Hauptrichtungen unterschieden werden, nämlich dem im engeren Sinne relationalen Ansatz einerseits und dem positionalen andererseits. Ersterer versucht anhand von verbundensorientierten Konzepten („*cohesiveness*“) innerhalb von Netzwerken Subgruppen aufzufinden, die sich durch ein dichtes internes Beziehungsnetz auszeichnen (Cliquenkonzept⁷ und seine Abwandlungen). Letzterer versucht, ein Netzwerk als Ganzes in unterschiedliche Positionen aufzugliedern, wobei nicht mehr allein die internen Beziehungen zwischen den Mitgliedern solcher Subgruppen, sondern auch ihr Beziehungsprofil zu allen übrigen Einheiten anderer Gruppen resp. Positionen zum Zuordnungskriterium wird. Entsprechend ihres gleichen oder zumindest ähnlichen Beziehungsmusters werden die Einheiten einer so gewonnenen Position als (strukturell) äquivalent angesehen. Anstelle des Verbundheitskriteriums kommt hier dem soziologischen Rollenkonzept die entscheidende Bedeutung zu. Im folgenden beschränken wir uns auf den positionalen Ansatz, weil er sich für die Strukturanalyse besonders gut eignet und Vorteile gegenüber der relationalen

Analyse dahingehend besitzt, daß mehrere Beziehungsarten gleichzeitig analysiert werden können und Vergleiche zwischen unterschiedlichen Samples möglich sind (Kappelhoff 1992: 260 f.; Schenk 1984: 41, 79 ff.; Winship 1988; Winship/Mandel 1983).

Die positionale Netzwerkanalyse faßt im Anschluß an Siegfried F. Nadel und Robert K. Merton (vgl. White et al. 1976) Sozialstruktur als ein mehr oder weniger geordnetes Gemeinwesen verschiedener Rollen oder Positionen innerhalb eines Beziehungsgeflechts auf (Kappelhoff 1987b, c; Wasserman/Faust 1994: 348 ff.). Von Interesse sind jetzt aber nicht mehr nur Teilgruppen, die durch relative Verdichtungen im Beziehungsnetz konstituiert werden, sondern vor allem soziale Subgruppen, die sich aus Einheiten zusammensetzen, die ein vergleichbares Beziehungsprofil zu den Einheiten anderer Subgruppen des Netzwerkes aufweisen. Die Positionsanalyse sucht demnach nach einer Partionierung aller Elemente eines Netzwerkes in verschiedene, sich gegenseitig ausschließende Gruppen.

Es existieren unterschiedliche inhaltliche und operationale Strategien zur Bestimmung der positionalen Struktur eines Netzwerkes, d. h. der Teilgruppen äquivalenter Einheiten. Immer wird dabei auf das Beziehungsprofil der untersuchten Einheiten abgestellt, wobei unterschiedliche Ähnlichkeitsanforderungen gestellt werden können. Nach der bekanntesten und zugleich strengsten Definition sind zwei Netzwerkeinheiten genau dann *strukturell* äquivalent („*structural equivalent*“), wenn sie zu den übrigen Einheiten exakt die gleichen Beziehungen aufweisen (Wasserman/Faust 1994: 356 ff.; White et al. 1976). Anders als im Falle der Cliquenanalyse ist die interne Verbundenheit der Mitglieder einer solchen Subgruppe nicht mehr allein und nicht notwendigerweise das entscheidende Kriterium der Gruppenbildung.⁸ Ähnlich wie bei der Cliquenanalyse erwies sich aber diese erste Ähnlichkeitsdefinition als unpraktikabel, weil in der sozialen Realität kaum je davon ausgegangen werden kann, daß zwei Einheiten exakt die gleichen Beziehungen zu allen übrigen Einheiten eines Netzwerkes aufweisen. Darüber hinaus muß festgestellt werden, daß der Rollengedanke, der am Anfang dieses Ansatzes stand, denkbar unvollkommen durch die strukturelle Äquivalenz in den Griff kommt, weil der Rollenbegriff ja gerade eine

⁷ Die soziometrische Cliquendefinition geht von einer Netzwerk-Subgruppe von mindestens drei Einheiten aus, die alle untereinander direkt verbunden sein müssen. Diese klassische Cliquendefinition erweist sich in der sozialen Realität jedoch als viel zu streng, so daß einige Abschwächungen des Verbundheitskriteriums eingeführt wurden (z. B. k-Plexe und n-Cliquen). Trotz diesen Lockerungen in der Cliquendefinition führt die relationale Analyse immer noch zu vielen kleinen, sich in der Mitgliederstruktur überschneidenden Subgruppen, was die Interpretation oftmals erschwert (Schweizer 1996: 192 f.). Zur Cliquenanalyse vgl. ausführlicher Kappelhoff (1987a), Knoke/Kuklinski (1990: 56 ff.), Scott (1991: 103 ff.), Wasserman/Faust (1994: 249 ff.).

⁸ Zur nichtsdestotrotz engen Verwandtschaft zwischen relationaler Cliquenanalyse und dem positionalen Konzept der *strukturellen* Äquivalenz vgl. jedoch Wasserman/Faust (1994: 392 f.).

Abstraktion von den spezifischen sozialen Beziehungen mit einschließt und so die Vergleichbarkeit zwischen ähnlichen, aber nicht identischen Kontexten erst ermöglicht.

Diese Beschränkungen führten dazu, daß nach flexibleren und praktikableren Fassungen des Rollen- und Positionskonzeptes gesucht wurde. Einerseits verfolgte man den Weg einer Lockerung der operationalen Definition struktureller Äquivalenz, d. h., es wurde die deterministische durch eine stochastische Definition ersetzt, die nur noch einen gewissen Grad an Übereinstimmung zwischen verschiedenen Beziehungsprofilen postulierte (Wasserman/Faust 1994: 390 f., 397 ff.). Andererseits wurden adäquatere Äquivalenzkonzepte entwickelt, die dem Rollengedanken viel unmittelbarer Rechnung tragen (Borgatti/Everett 1992; Everett/Borgatti 1995; Faust 1988; Reitz/White 1989; Sailer 1978; White/Reitz 1983; Winship/Mandel 1983; Winship 1988). So verlangt z. B. die *automorphe* und die *reguläre* Äquivalenzdefinition keine absolut identischen Beziehungsprofile, um zwei Einheiten als äquivalent einzustufen, sondern es wird bloß noch verlangt, daß sie die gleichen Beziehungen zu (funktional oder strukturell) *vergleichbaren* Einheiten unterhalten. Der Unterschied zwischen automorpher und regulärer Äquivalenz liegt schließlich darin, daß erstere voraussetzt, daß die Einheiten die gleiche Anzahl Beziehungen zu vergleichbaren anderen Einheiten aufweisen, während letztere auch dieses Kriterium noch abschwächt.

Zur Illustration des konzeptionellen Unterschieds zwischen den drei Ähnlichkeitsvorstellungen sei auf das Beispiel der „Mutterrolle“ verwiesen. Im Rahmen der strukturellen Äquivalenz macht die Rollenbezeichnung „Mutter“ wenig Sinn, weil keine zwei (biologischen) Mütter jemals strukturell äquivalent sein können, da sie nur immer zu ihren leiblichen Kindern eine (biologische) Mutterbeziehung aufweisen. Ähnlich gelagerte Fälle finden sich v. a. im Kontext von institutionell definierten Rollen, wie z. B. der Lehrerrolle oder der Vorgesetztenrolle. Diese Beispiele verdeutlichen, wie wenig brauchbar in der Praxis diese strikte Definition von Äquivalenz ist. Im Falle der automorphen Äquivalenz sind hingegen zwei Mütter einander ähnlich oder rollenäquivalent, weil sie die gleiche Beziehung („Mutter sein von“) zu vergleichbaren Einheiten („Kind sein von“) aufweisen. Die automorphe Ähnlichkeit verlangt jedoch, daß zwei Mütter gleich viele Kinder haben, um als äquivalent zu gelten. Die reguläre Äquivalenz schwächt auch noch diese Forderung ab, so daß zwei Mütter

als regulär äquivalent angesehen werden, auch wenn die eine z. B. nur ein und die andere fünf Kinder hat (Borgatti/Everett 1992: 19).⁹

Die Reduktion eines Netzwerkes auf einige wenige Strukturpositionen äquivalenter Akteure ermöglicht es, eine sparsame Beschreibung der Beziehungsstruktur eines Gesamtnetzwerkes zu erhalten. Zu diesem Zweck wird üblicherweise ein sogenanntes Blockmodell generiert, das eine Bild-Matrix darstellt („*image matrix*“), in der die Zeilen und Spalten nicht mehr die einzelnen Akteure ausweisen, sondern die zusammengefaßten Teilgruppen. Und in den Zellen finden sich auch nicht mehr die Einzelbeziehungen zwischen den Netzwerkmitgliedern, sondern die durchschnittliche Beziehungsdichte („*density*“) zwischen den Subgruppen und innerhalb der Subgruppen. Durch dieses Vorgehen kann z. B. ein Handelsnetzwerk, das aus vielleicht 120 Nationen gebildet wird, auf ein Blockmodell mit einigen wenigen Subgruppen äquivalenter Länder reduziert werden (vgl. weiter unten). Die in einer Bild-Matrix enthaltenen Informationen können schließlich auch in Form eines sogenannten reduzierten Graphen („*reduced graph*“), ähnlich einem Soziogramm, bildlich dargestellt werden (Wasserman/Faust 1994: 391).

Mit Blick auf die inhaltlichen Unterschiede zwischen den drei oben vorgestellten Äquivalenzkonzepten und ihrer operationalen Umsetzung in Form von mathematischen Algorithmen läßt sich aufzeigen, wie wichtig ein klares theoretisches Verständnis einerseits und vertiefte Kenntnisse der Methode andererseits sind, um valide empirische Ergebnisse zu erhalten. Anhand der Analyse der Struktur des modernen Weltsystems – einem Anwendungszweig, welcher dem Schreibenden besonders vertraut ist – läßt sich dies besonders gut illustrieren. Zunächst lassen sich grob zwei Ansätze unterscheiden, die versuchen, eine empirisch fundierte Strukturbeschreibung des internationalen Schichtungssystems zu liefern (vgl. dazu auch Bornschier/Trezzini 1997). Anhand der populationsgewichteten Verteilungsstruktur des Weltbruttosozialprodukts pro Kopf versuchen z. B. Arighi/Drangel (1986) sowie Korzeniewicz/Martin (1994), die Existenz der drei von der Weltsystemtheorie postulierten, hierarchisch verbundenen weltwirtschaftlichen Positionen (Zentrum, Semi-peripherie und Peripherie) empirisch nachzuwei-

⁹ Weiter Abschwächungen der Äquivalenzdefinitionen stellen die sogenannte „*local role equivalence*“ und die „*ego algebra equivalence*“ dar (Pattison 1993; Wasserman/Faust 1994: 487 ff.; Winship/Mandel 1983).

sen. Dieser Ansatz untersucht folglich die Verteilungsstruktur eines attributiven Merkmals, wobei letztlich in jenem Argumentationszusammenhang das BSP pro Kopf zugleich als erklärende und als zu erklärende Größe fungiert, nämlich einmal als Kriterium für die Subgruppenbildung und andererseits als Entwicklungs- resp. Unterentwicklungsindikator.

Einen anderen Weg beschreiten diejenigen Studien, die sich für die Struktur des Welthandelsnetzwerkes interessieren und daraus unterschiedliche Positionen der Weltwirtschaftsstruktur ableiten wollen. Im Rahmen von Abhängigkeitstheorien argumentierend, werden dann die so aufgefundenen Positionen als unabhängige Variablen z. B. zur Erklärung von Wachstumsunterschieden verwendet. Snyder/Kick (1979), Breiger (1981) sowie Nemeth/Smith (1985) haben als erste die netzwerkanalytische Methode zur Bestimmung der Welt-systemstruktur resp. der Struktur des internationalen Handelsnetzwerkes verwendet. Hierzu führten sie Blockmodellanalysen durch, die auf dem Konzept der strukturellen Äquivalenz beruhten, welches wiederum mittels dem CONCOR-Algorithmus operational umgesetzt wurde. Diese Studien kommen jedoch zu teilweise schwer interpretierbaren Ländereinteilungen, die als Methodenartefakte aufgefäht werden müssen. Erst Smith/White (1992), Ebert/Trezzini (1992), Trezzini (1996) sowie Van Rossem (1996) haben ein adäquateres Ähnlichkeitskonzept, wie es z. B. die reguläre Äquivalenz darstellt, zur Anwendung gebracht (REGE-Algorithmus). Denn in Modellversuchen läßt sich zeigen, daß der CONCOR-Algorithmus nicht in der Lage ist, ein einfaches Zentrum-Peripherie-Muster, wie es z. B. von Johan Galtung expliziert wird, in den Daten aufzufinden. Demgegenüber hat sich der REGE-Algorithmus in allen Testfällen als adäquat erwiesen.

Neuerdings wird jedoch das Konzept der regulären Äquivalenz – genauer müßte man wohl sagen seine Umsetzung in Form des REGE-Algorithmus – seinerseits kritisiert (Kappelhoff 1992: 256 ff.; Schweizer 1996: 194 f.; Wasserman/Faust 1994: 480 f.). Diese Kritik scheint uns jedoch zu voreilig. Sie betrifft bestenfalls die operationale Umsetzung des formalen Konzeptes und die rechnerische Bestimmung der Ähnlichkeitswerte, nicht aber das Konzept selber. So ist für uns denn auch schwer verständlich, weshalb Schweizer, der einer der ersten im deutschsprachigen Raum war, der die Vorzüge der regulären Äquivalenz erkannt hatte (Schweizer 1988b), heute ohne überzeugende Begründung wieder der strukturellen Äquivalenz den

Vorrang gibt (Schweizer 1996: 194 f.). Nach unserer Auffassung gilt es jeweils inhaltlich festzustellen, welcher Algorithmus für eine konkrete Analyse angezeigt ist. So gibt es durchaus Fragestellungen, bei denen die Annahme von gleichen Beziehungen zu den gleichen Akteuren Sinn macht, wie z. B. im Falle von Diffusionsstudien (vgl. Borgatti/Everett 1992: 27 ff.). Das positionale Rollenkonzept aber wird am besten durch automorphe und reguläre Äquivalenzkriterien operationalisiert.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Reiz der positionalen Analyse vor allem in der Möglichkeit begründet liegt, ein Netzwerk in seine verschiedenen Strukturpositionen zu zerlegen und auf seine wesentlichen Strukturmerkmale zu reduzieren. Dabei kann nicht nur eine Beziehungsart, sondern können simultan mehrere Beziehungen berücksichtigt werden (multiplexe Netzwerke). Außerdem sind bei der Verwendung von abgeschwächten Äquivalenzdefinitionen Vergleiche zwischen Netzwerken mit unterschiedlicher Mitgliederzusammensetzung sowie komparativ-statische Strukturvergleiche zwischen verschiedenen Zeitpunkten ein und desselben Netzwerkes möglich.

• *Graphische Darstellungsmöglichkeiten.* Netzwerkstrukturen werden aus Gründen der Anschaulichkeit auch gerne graphisch dargestellt. Am bekanntesten ist sicherlich die Visualisierung der in einem Netzwerk enthaltenen relationalen Informationen anhand der sogenannten Soziogramme von Moreno (1974). In diesem Kontext wurden Konzepte wie z. B. soziometrischer Star, Outsider oder Cliques etc. entwickelt. Neben dem klassischen Soziogramm, welches das Beziehungsgeflecht zwischen den Einheiten eines Netzwerkes praktisch eins zu eins abbildet,¹⁰ sind weitere Darstellungsweisen entwickelt worden. Im Bereich der positionalen Analyse sind Blockmodelle und Bild-Matrizen („*image matrices*“) beliebt. Des weiteren hat sich die Darstellung von in Ähnlichkeitsmatrizen enthaltenen Informationen mittels der Multidimensionalen Skalierung oder der Hauptkomponentenanalyse eingebürgert (Scott 1991: 149 ff.; Wasserman/Faust 1994: 287 ff., 385 ff.), wobei dann zumeist zusätzlich die Resultate einer Clusteranalyse auf der Basis der zuvor verwendeten Ähnlichkeitswerte darin eingetragen werden. Im Falle von *Two-mode*-Netzwerken (z. B. in Form von Affiliationsnetzwerken) kommt

¹⁰ In dieser Tradition hat Lothar Krempel ausgefeilte Verfahren zur Visualisierung komplexer relationaler Informationen entwickelt (vgl. <http://www.mpi-fg-koeln.mpg.de/~lk/>).

auch eine Anwendung der Korrespondenzanalyse in Frage (Schweizer 1996: 209 ff.; Wasserman/Faust 1994: 334 ff.). Und in neuerer Zeit werden für den gleichen Anwendungsbereich die sogenannten Galois-Gitter („*Galois lattices*“) zur formalen Repräsentation vorgeschlagen (Freeman/White 1993; Wasserman/Faust 1994: 326 ff.).¹¹

4. Inferenzstatistische Ansätze

Die methodisch adäquate Beschreibung und Reduktion komplexer sozialer Netzwerke ist sicherlich schon ein Gewinn an sich. Es stellt sich jedoch die Frage, ob auch inferenzstatistische Hypothesenüberprüfungen im Rahmen der Netzwerkanalyse möglich sind. Denn nicht selten begnügen sich netzwerkanalytische Studien mit einer induktiven Plausibilisierung theoretischer Erwägungen. In einführenden Lehrbüchern wird dieser Thematik meist nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Dies mag damit zusammenhängen, daß infolge des relationalen Charakters der Netzwerkdaten spezielle Probleme mit deren inferenzstatistischen Auswertung verbunden sind. Der Umstand, daß es sich bei den Einheiten eines Netzwerkes eben gerade nicht um unabhängige Beobachtungseinheiten handelt und daß die Gewinnung von repräsentativen Stichproben stark erschwert ist, führt z. B. dazu, daß klassische Signifikanzaussagen über Variablenzusammenhänge nur in beschränktem Maße zur Anwendung kommen können. Im folgenden sollen einige der verbreitetsten inferenzstatistischen Ansätze innerhalb der Netzwerkanalyse kurz vorgestellt werden.

• *Klassische varianzanalytische Verfahren.* Natürlich können Netzwerkinformationen (z. B. die oben erwähnten soziometrischen Akteurskennwerte) auch als zusätzliche Attribute von Individuen aufgefaßt werden und somit in übliche Analysestrategien wie Kovarianz- und Regressionsanalysen eingehen (Knoke/Kuklinski 1990: 82 f.). Hierbei werden für die Einheiten einer zuvor bestimmten Zufallsstichprobe zusätzlich zu anderen Informationen auch solche über ihr persönliches Beziehungsnetz erfragt. So untersuchen beispielsweise Kecskes/Wolf (1996: v. a. 127 ff.) den Zusammenhang zwischen einigen Merkmalen persönlicher

Netzwerke¹² und sozio-demographischen Eigenschaften wie z. B. Geschlecht, Alter, Bildung und Konfession, wobei sie insbesondere an den Effekten christlicher Religiosität¹³ auf spezifische Netzwerkeigenschaften interessiert sind. Hier werden somit die Informationen über persönliche Netzwerke zu abhängigen Attributen.¹⁴ Demgegenüber haben wir bereits bei der Behandlung der positionalen Strukturanalyse auf Studien verwiesen, welche die Position im internationalen Handelsnetzwerk als eine unabhängige Variable für die Erklärung von unterschiedlichen Wachstumsraten verwenden.

Die hier beschriebene Vorgehensweise beinhaltet in der Regel keine zusätzlichen methodischen Probleme, die über jene der Erhebung der relevanten Netzwerkdaten (z. B. die Erfassung der egozentrierten Netzwerke) und die statistischen Anforderungen der verwendeten Analysetechnik (z. B. repräsentative Zufallsauswahl, intervallskalierte und normalverteilte Daten) hinausgehen. Mehr Probleme entstehen, wenn nicht mehr Einzelperso-

¹² Es sind dies im vorliegenden Fall: die Größe, Zusammensetzung, Dichte, räumliche Verteilung, Heterogenität und Reziprozität der persönlichen (egozentrierten) Netzwerke.

¹³ Die Autoren unterscheiden (S. 55 ff.) zwischen den folgenden Dimensionen von Religiosität: Glauben, Erfahrung, Wissen, Praxis und Rituale.

¹⁴ Die Autoren weisen jedoch darauf hin, daß es ihnen weniger um kausale Erklärungen der Netzwerkeigenschaften geht: „*Auch bei diesen Analysen sollte im Auge behalten werden, daß wir nicht von einer kausalen Beziehung zwischen diesen Merkmalen und Eigenschaften der Netzwerke ausgehen. Vielmehr sind mit den verschiedenen Ausprägungen der sozio-demographischen Merkmale bestimmte Handlungsmöglichkeiten und Restriktionen verbunden, die die Akteure ihrerseits zur Konstruktion ganz spezifischer Netzwerke veranlassen.*“ (S. 127.) Bei Schenk (1995: 107 ff.) findet man ähnliche uni- und bivariate Analysen zur Struktur der „*interpersonalen Umgebung*“, wobei er sich jedoch hauptsächlich für den relativen Erklärungsbeitrag der Medienberichterstattung einerseits und der interpersonalen Kommunikation andererseits auf die individuelle Bedeutung einzelner Medienereignisse interessiert (S. 185 ff.). Dabei kommt er im Rahmen einer multiplen Regressionsanalyse zu folgendem Resultat: „*Bezogen auf mögliche Medienwirkungen heißt dies, daß der Effekt der Berichterstattung auf den Bereich der Informationssuche und -beschaffung zu begrenzen ist. Der Einfluß massenmedial vermittelter Themenwichtigkeit ist allenfalls gleichrangig zu den Wirkungen interpersonalen Kommunikation zu sehen, wenn der Einfluß der Medien auf die Relevanzzuweisung nicht sogar von den Eindrücken aus persönlichen Gesprächen übertrumpft wird.*“ (Schenk 1995: 197.)

¹¹ Ein Vorschlag für eine inhaltlich einfacher interpretierbare graphische Darstellung solcher Daten findet sich bei Borgatti (1995) sowie Borgatti/Everett (1997). Es handelt sich dabei um sogenannte Hypergraphen („*hypergraphs*“, Wasserman/Faust 1994: 146 ff., 303 ff.).

nen, sondern die $n(n-1)/2$ Beziehungsdynaden als Verrechnungseinheiten behandelt werden. Mizuchi (1989) ist z. B. an der Erklärung der Unterschiede („Distanz“) zwischen zwei Einheiten hinsichtlich der abhängigen Variablen (hier die finanzielle Wahlkampfunterstützung durch Unternehmen) durch die Unterschiede dieser Einheiten auf verschiedenen unabhängigen Variablen (z. B. der Anzahl gemeinsamer Verwaltungsräte) interessiert. Hier ergeben sich Probleme aus dem Umstand, daß es sich bei den $n(n-1)/2$ Dyaden nicht mehr um unabhängige Analyseeinheiten handelt und somit die für die Regressionsanalyse geforderte Unabhängigkeit der analysierten Einheiten nicht mehr gegeben ist (Marsden/Friedkin 1994: 15; Wasserman/Faust 1994: 600 f.). Hieraus resultieren dann Probleme der Autokorrelation, die nach methodischen Anpassungen in der Datenanalyse verlangen.

• **Netzwerkeffektmodelle.** Ebenfalls regressionsanalytisch orientiert sind die sogenannten Netzwerkeffektmodelle („*network effects model*“, vgl. Marsden/Friedkin 1994: 12, 22 Anm. 3; Leenders 1995: 53), die aber spezielle methodische Probleme aufweisen, weil die relationalen Informationen in Form einer Effektmatrix („*structure matrix*“, Leenders 1995: 58) direkt als Gewichtungsteil einer autoregressiven unabhängigen Variable in das Regressionsmodell einfließen. Es stellt sich dann heraus, daß die übliche *Orderly-Least-Squares*-Schätzmethode unter diesen Bedingungen (autoregressiver Term) zu verzerrten Parameterschätzungen führt (Marsden/Friedkin 1994: 12). Es wird deshalb die *Maximum-Likelihood*-Schätzung (Doreian 1989; Leenders 1995: 66 ff.) oder eine zweistufige *Least-Squares*-Schätzung (Land/Deane 1992) als adäquater Ersatz empfohlen.

Netzwerkeffektmodelle sind vor allem im Zusammenhang mit der Beantwortung der wichtigen Frage von Bedeutung, inwiefern von einem sozialen Einfluß („*social influence*“) auf gewisse Einstellungen und Handlungen von Akteuren ausgegangen werden kann (Doreian 1989: 295). Konkret wird danach gefragt, inwieweit die Beziehungen einer Akteurin zu anderen Akteurinnen in einem Netzwerk ihre Einstellungen und Handlungen zu beeinflussen vermögen. Je nach theoretischem Standpunkt müssen diese Beziehungen nicht einmal direkt sein, sondern es genügt die prinzipielle Wahrnehmbarkeit der anderen Akteurinnen, d. h., es genügt die Verfügbarkeit von Informationen über Handlungen und Einstellungen anderer Netzwerkmitglieder (Marsden/Friedkin 1994: 4; Leenders 1995: 19). Die Bedeutung solcher Infor-

mationen wird über eine Effektmatrix gewichtet, die Angaben über den relativen Einfluß der verschiedenen Akteure auf einen betrachteten Akteur enthält. Diese Gewichtungsfaktoren können auf verschiedene Arten gewonnen werden (Doreian 1989: 298 ff., Marsden/Friedkin 1994: 7 ff.; Leenders 1995: 58 ff.); zwei der wichtigsten basieren auf der relationalen beziehungsweise der positionalen Strukturäquivalenz. Die gegenseitige Beeinflussung der Netzwerkmitglieder läßt sich schließlich formal wie folgt beschreiben (Marsden/Friedkin 1994: 10):

$$(1) \quad y_{i,t+1} = \sum w_{ij} y_{jt}$$

mit $\sum$ für $j=1$ bis n und mit $\sum w_{ij} = 1$

In Gleichung (1) wird die Annahme formalisiert, daß z. B. die Einstellung eines Individuums i zum Zeitpunkt $t+1$ dem gewichteten Durchschnitt seiner und der Einstellung der übrigen relevanten Netzwerkmitglieder zum Zeitpunkt t entspricht. w_{ij} bezeichnet hierbei den Grad der Beeinflussung von i durch j . Übertragen auf alle Netzwerkmitglieder und in kompakter Matrixschreibweise dargestellt, erhält das einfache Einflußmodell folgende formale Gestalt:

$$(2) \quad \mathbf{y}_{t+1} = \mathbf{W} \mathbf{y}_t$$

Hierbei stellt $\mathbf{W}$ die n -mal- n Effektmatrix, auch „*structure matrix*“ oder „*weight matrix*“ genannt, dar, und $\mathbf{y}_{t+1}$ sowie $\mathbf{y}_t$ sind n Elemente umfassende Spaltenvektoren. Durch geeignete Umformung erhält man ferner aus (1):

$$(3) \quad y_{i,t+1} = y_{it} + \sum w_{ij} (y_{jt} - y_{it})$$

Gleichung (3) macht deutlich, daß ein Einstellungswandel als Resultat einer Interaktion zwischen Einflußbeziehungen und Einstellungsunterschieden aufgefaßt werden kann (Marsden/Friedkin 1994: 10).

Das mit Gleichung (2) spezifizierte, deterministische Einflußmodell ist dynamisch und verlangt deshalb longitudinale Daten (Leenders 1995: 161). Empirische Studien zum sozialen Einfluß verwenden aber in den seltensten Fällen Paneldaten. Zumeist wird ein Querschnittsdesign angewendet, wobei der Netzwerkeinfluß unter Kontrolle weiterer möglicher Einflußfaktoren indirekt abgeleitet wird. Ein formales statistisches Modell, das für die Analyse von Querschnittsdaten und der gleichzeitigen Berücksichtigung von Netzwerkeinflüssen und attributiven Eigenschaften geeignet ist, stellt das sogenannte Netzwerkeffektmodell dar (vgl. Doreian 1989: 302; Land/Deane 1992: 224; Leenders 1995: 55; Marsden/Friedkin 1994: 12):

$$(4) \quad y = \alpha Wy + \beta X + \varepsilon$$

Hierbei bezeichnet α den sogenannten Netzwerkeffektparameter („*network effects parameter*“, Do-reian 1989: 302), der als endogener Feedback-Koeffizient interpretiert werden kann und angibt, wie bedeutend der Netzwerkeinfluß auf y unter Kontrolle der individuellen Merkmale X im Durchschnitt ist. β ist ein Spaltenvektor, der die Regressionskoeffizienten der exogenen Kovariaten enthält, und ε stellt den Vektor der Störterme dar.

Ein Problem der Netzwerkeffektmodelle liegt darin, daß oftmals nicht unterschieden werden kann zwischen einer Situation, in der Netzwerkeinflüsse zu einer Angleichung der Attribute führen, und einer solchen, in der Ähnlichkeiten hinsichtlich gewisser Attribute eine Selektion spezifischer Netzwerkbeziehungen zur Folge haben (vgl. Leenders 1995: 45 f., 155 ff.; Marsden/Friedkin 1994: 19 f.). Um dieses Problem in den Griff zu bekommen, benötigt man longitudinale Daten sowie Modelle, die Netzwerkeinflüsse und Netzwerkselektionsprozesse parallel berücksichtigen. Leenders (1995) diskutiert z. B. Selektionsmodelle, die auf Markov-Ketten basieren (S. 104 ff.), sowie einen Integrationsversuch, der Selektions- und Einflußprozesse in ihrer Wechselwirkung modelliert (S. 155 ff.).

Entsprechend den je nach Forschungsfrage unterschiedlichen substantiellen Erwägungen gibt es zahlreiche Abwandlungen von Modell (4), zu deren detaillierten Behandlung auf die angegebene Literatur verwiesen sei. Zur Schätzung von Netzwerkeinflußmodellen eignet sich sowohl das von Noah E. Friedkin entwickelte SNAPS-Programm als auch die von Luc Anselin entwickelte SpaceStat-Software (vgl. Leenders 1995: 92 ff.; Wasserman/Faust 1994: 736).

• *QAP-Matrixkorrelation und -regression.* Die QAP (*Quadratic Assignment Procedure*) stellt ein Verfahren dar, welches erlaubt, verschiedene Strukturhypothesen (z.B. über die positionale Struktur eines Netzwerkes, ausgedrückt in Form eines Blockmodells) zu überprüfen (Krackhardt 1987, 1988; Schweizer 1996: 212 ff.; Wasserman/Faust 1994: 675 ff., 685 f.). So kann man z.B. danach fragen, ob eine empirisch beobachtete Beziehungsmatrix mit einer theoretisch erwarteten Beziehungsstruktur korreliert. Bei der Bestimmung der erwarteten Matrix können dann auch Informationen über Attribute der Akteure einfließen. Oder man kann zwei inhaltlich verschiedene empirische Beziehungsmatrizen für die gleiche Gruppe von Einheiten auf ihre Ähnlichkeit überprüfen. Um eine QAP-Analyse durchführen zu können,

müssen quadratische, gleich große und bezüglich der analysierten Einheiten gleich geordnete Matrizen vorliegen. Die Bestimmung der Korrelation zweier Matrizen erfolgt dann über den Pearson-Korrelationskoeffizienten angewendet auf die je n^2 -n Zellen der Matrizen (ohne Diagonalelemente). Da aber die üblichen Signifikanztests nicht anwendbar sind, weil die Beobachtungen nicht unabhängig voneinander sind und wir es nicht mit einer Zufallsauswahl von Beziehungsdynaden zu tun haben, wird ein spezielles Vorgehen gewählt („*permutation test*“, Wasserman/Faust 1994: 677; Krackhardt 1987), bei dem eine der Matrizen nach dem Zufallsprinzip permutiert wird, um dann erneut eine Korrelation zu berechnen. Dieser Prozeß wird sehr viele Male wiederholt, um eine Zufallsverteilung des Korrelationskoeffizienten zu erhalten. Der daraus errechnete p-Wert gibt schließlich an, wie viele dieser Zufallskorrelationen gleich groß oder größer als die erste aufgefundene Korrelation sind.

Eine Erweiterung des Ansatzes stellt die QAP-Matrixregression dar (Krackhardt 1988). Will man z.B. den Zusammenhang zwischen zwei Beziehungsstrukturen unter der Kontrolle von weiteren Beziehungsdimensionen analysieren, so kann eine QAP-Matrixregression gerechnet werden (Schweizer 1996: 214). Beide Formen des QAP-Ansatzes sind im UCINET-Programmpaket verfügbar (Borgatti et al. 1992: 129 f.).

• *Log-lineare Modelle.* Die sogenannten „*dyadic interaction models*“ (Wasserman/Faust 1994: 606)¹⁵ ermöglichen es, Signifikanz- und damit Hypothesentests über gewisse Eigenschaften der Netzwerkmitglieder und des Netzwerkes als Ganzes durchzuführen. Den Ausgangspunkt bildet hierbei die Formulierung eines log-linearen Modells für die Auftretenswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Zustände einer Beziehungsdynade. Diese Wahrscheinlichkeiten werden als eine Funktion von Effektparametern aufgefaßt, welche die Expansivität und Attraktivität der Netzwerkmitglieder sowie die Reziprozität der Netzwerkbeziehungen repräsentieren (S. 612 f.). Attributive Informationen werden hierzu nicht benötigt, können aber in einer Erweiterung des Ansatzes mit berücksichtigt werden (S. 635 ff.; Marsden 1989; Leenders 1995: 110, 119). Außerdem lassen sich

¹⁵ Die folgenden Ausführungen basieren im wesentlichen auf Wasserman/Faust (1994: 605 ff.), wobei festzuhalten ist, daß das betreffende Kapitel eigentlich von Dawn Iacucci verfaßt wurde. Wo nicht anders angegeben, beziehen sich die Seitenzahlen auf diese Quelle.

auch *Two-mode*-Netzwerke damit analysieren (S. 663 ff.).

Eine auf einer gerichteten dichotomen Relation¹⁶ basierende Dyade kann nun z. B. vier Zustände aufweisen. Die Wahrscheinlichkeiten ihres Auftretens werden dann mittels vier Gleichungen modelliert, dem sogenannten p_1 -Modell (S. 614):

Keine Beziehung zwischen i und j :

$$\log P(Y_{ij00} = 1) = \lambda_{ij}$$

Eine Beziehung von i nach j :

$$\log P(Y_{ij10} = 1) = \lambda_{ij} + \theta + \alpha_i + \beta_j$$

Eine Beziehung von j nach i :

$$\log P(Y_{ij01} = 1) = \lambda_{ij} + \theta + \alpha_i + \beta_j$$

Beziehung von i nach j und j nach i :

$$\log P(Y_{ij11} = 1) = \lambda_{ij} + 2\theta + \alpha_i + \alpha_j + \beta_j + \beta_i + (\alpha\beta)$$

Oder in allgemeiner und zusammengefaßter Schreibweise (S. 616):

$$(5) \quad \log P(Y_{ijkl} = 1) = \lambda_{ij} + \theta_k + \theta_l + \alpha_{i(k)} + \alpha_{j(l)} + \beta_{j(k)} + \beta_{i(l)} + (\alpha\beta)_{kl}$$

Wir können hier die mathematische Herleitung und Schätzung des Modells nicht im einzelnen erörtern, weil es den Rahmen dieses Beitrages sprengen würde. Es sei jedoch auf einige interpretative Aspekte noch etwas eingegangen (vgl. S. 612 ff.; Marsden 1989: 496). Die Lamdaparameter (λ) besitzen eine rein mathematische Bedeutung, nämlich zu garantieren, daß sich die Einzelwahrscheinlichkeiten der vier potentiellen Zustände auf 1 summieren (S. 614). Der Thetaparameter (θ) kann als Gesamtwahleffekt („*overall choice effect*“) interpretiert werden, der das Gesamtvolumen oder die Dichte der gesendeten und empfangenen Wahlen abbildet. Inhaltlich werden die α -Parameter als die Expansivität und die β -Parameter als die Attraktivität oder Popularität der Netzwerkeinheiten interpretiert. Diese Umschreibungen haben sich eingebürgert, obwohl nicht in allen Fällen wirklich von Popularität gesprochen werden kann. Allgemeiner gefaßt handelt es sich eigentlich um die Neigung („*propensity*“, S. 613), Beziehungen auszusenden respektive zu empfangen, egal ob sie nun einen als positiv oder als negativ empfunden Inhalt repräsentieren. ($\alpha\beta$) schließlich wird als „*mutuality*“ Parameter bezeichnet (S. 615). Wird z. B. ein Freundschaftsnetzwerk analysiert, so wird dieser Schätzparameter groß und po-

sitiv, wenn die Freundschaftsbeziehungen tendenziell reziprok sind, d. h., gegenseitig erwidert werden. In diesem Sinne kann ($\alpha\beta$) als ein Assoziationsmaß für die gesendeten und empfangenen Beziehungen interpretiert werden.

Um die einzelnen Parameter schätzen zu können, müssen einige einschränkende Nebenbedingungen eingeführt werden (Reparametrisierungen, vgl. S. 615 f.). Eine spezielle Eigenschaft des p_1 -Modells liegt ferner darin, daß mit zunehmender Mitgliederzahl des Netzwerkes auch die Zahl der zu schätzenden Parameter anwächst, denn für jede Einheit i wird ein separates α_i und ein separates β_i bestimmt. Nur wenn man einzelne Einheiten z. B. hinsichtlich attributiver Gemeinsamkeiten zu Gruppen zusammenfaßt (S. 635 ff.) und annimmt, daß für diese die gleichen Parameterwerte gelten, sinkt die zu bestimmende Parameterzahl (S. 638) und werden dann auch asymptotische Verteilungsannahmen nicht mehr verletzt (S. 629, 645 f.). Die statistische Signifikanz der einzelnen Effektparameter α , β und $\alpha\beta$ kann schließlich – wie von den log-linearen Modellen her bekannt – über den Paarvergleich hierarchisch eingebetteter Modelle, die sich nur hinsichtlich des zu überprüfenden Parameters unterscheiden, bestimmt werden (S. 622, 627 ff.).

p_1 -Modelle können mittels der UCINET-Software geschätzt werden. Wasserman/Faust (1994: 665 ff.) geben darüber hinaus detaillierte Hinweise, wie einzelne p_1 -Modelle mittels gebräuchlicher Statistiksoftware, wie z. B. SPSS, geschätzt werden können. Zur Schätzung von p^* -logit-Modellen, einer Erweiterung des hier vorgestellten Ansatzes (Wasserman/Faust 1994: 634; Wasserman/Pattison 1996), wurde das Programm PREPSTAR entwickelt.

● *Triadenzensus*. Der Triadenansatz war vor allem in den siebziger Jahren sehr verbreitet (vgl. z. B. Holland/Leinhardt 1975), hat aber in jüngster Zeit etwas an Bedeutung verloren (Wasserman und Faust 1994: 601 f.). Im deutschen Sprachraum haben vor allem Hummell/Sodeur (1987a, b; 1992) den Ansatz propagiert. Ausgangspunkt ist die graphentheoretische Tatsache, daß Eigenschaften eines Gesamtnetzwerkes (z. B. seine Transitivität, seine Balanciertheit oder auch seine Aufteilbarkeit in Untergruppen) über die Häufigkeitsverteilung der sechzehn inhaltlich unterscheidbaren Triadenarten¹⁷ bestimmbar

¹⁶ Diese Modelle sind jedoch nicht auf dichotome Relationen beschränkt, sondern können auch bei bewerteten („*valued*“) Beziehungen zur Anwendung gelangen (S. 616f.).

¹⁷ Betrachten wir drei Einheiten und eine gerichtete dichotome Beziehung zwischen ihnen, so können sechzehn Beziehungskonstellationen unterschieden werden. Diese Differenzierung basiert im wesentlichen auf der unterschiedlichen Anzahl nicht vorhandener, asymmetrischer oder reziproker Beziehungsdynaden.

sind (Burt 1982: 55 ff., 69 ff.; Hummell/Sodeur 1987a: 129) und diese Struktureigenschaften auch statistisch geprüft werden können (Burt 1982: 71 f.; Wasserman/Faust 1994: 585 ff.). Gemäß Schweizer (1988c: 209) ermöglicht das Programmpaket SONIS die Durchführung eines Triadenzenusus.

- **Weitere Ansätze.** Burts (1982: 73 ff.) Strategie, soziale Positionen mittels der Methode der latenten Klassenanalyse zu operationalisieren, ist erwähnenswert, weil sie ebenfalls ermöglicht, im Rahmen der positionalen Analyse Hypothesentests durchzuführen (Knoke/Kuklinski 1990: 77 ff.; Ziegler 1987: 71 ff.). Mit Blick auf zeitliche Veränderungsprozesse innerhalb von Netzwerken ist schließlich noch auf Ansätze zu verweisen, die z. B. Diffusionsprozesse (vgl. Morris 1994; Valente 1995, 1996) oder Netzwerkformierungen modellieren (Doreian/Stokman 1996; Leenders 1995; Sui-tor et al. 1997).

5. Praktische Belange

In diesem Abschnitt sind Informationen zusammengestellt, die von praktischem Nutzen für eine weiterführende Beschäftigung mit der Thematik sind (vgl. dazu auch Schweizer 1996: 263 ff.). In knapper Form werden einige systematische Literaturhinweise gegeben und wichtige Fachzeitschriften zum Thema sowie weitere Institutionen des Informationsaustausches innerhalb der netzwerkanalytischen Profession vorgestellt. Ferner wird nochmals auf geeignete Computerprogramme für die konkrete Durchführung von Netzwerkanalysen verwiesen.

- **Weiterführende Literatur.** Es wurden – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – im Verlaufe dieser Übersicht bereits zahlreiche Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Netzwerkanalyse erwähnt. Auf einige soll hier nochmals explizit verwiesen werden. Es läßt sich sowohl zwischen einführenden und vertiefenden als auch zwischen mehr theoretisch-anwendungsorientierten und methodisch-forschungstechnischen Publikationen unterscheiden. Als einführende theoretische Werke sind z. B. die Monographien von Berkowitz (1982), Burt (1982, 1995), White (1992) sowie die Sammelbände von Wellman/Berkowitz (1988) und von Wasserman/Galaskiewicz (1994) zu erwähnen. Eher methodologisch orientierte Einführungen sind Holland/Leinhardt (1979), Knoke/Kuklinski (1990), Burt/Minor (1983) oder Scott (1991). Als weiterführende Literatur auf methodischem Ge-

biet sind Wasserman/Faust (1994) zu empfehlen, welche das bislang wohl umfassendste Lehrbuch zur sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse vorgelegt haben,¹⁸ sowie – mathematisch recht anspruchsvoll – Pattison (1993), die sich vor allem mit verschiedenen Ansätzen zur Bestimmung der positionalen Struktur eines Netzwerkes befaßt, wobei sie dem Ansatz der sogenannten „ego-algebraischen Äquivalenz“ besondere Aufmerksamkeit widmet.

Im deutschen Sprachraum sind v. a. zu nennen: Schweizer (1988a, 1996), der in erster Linie Anwendungsbeispiele aus der ethnologischen Forschung diskutiert und einige interessante theoretische wie methodologische Aspekte behandelt. Insbesondere ist hier auf seine Darstellung der QAP-Korrelationsanalyse (1996: 212 ff.) sowie auf seine Diskussion des netzwerkanalytischen Verständnisses des Zusammenhangs von Struktur und Handeln (S. 111 ff.) zu verweisen. Ebenfalls von allgemeinem Interesse sind Kappelhoff (1993), der sich mit tauschtheoretischen Fragestellungen beschäftigt; Schenk (1984, 1995), der die Bedeutung sozialer Netzwerke im Zusammenhang mit Kommunikationsprozessen behandelt; oder Pappi et al. (1995), die den Netzwerk- und den *Rational-choice-Ansatz* im Rahmen ihrer Politikfeldanalysen in produktiver Weise zusammenführen. In methodologischer Hinsicht sind vor allem Hummell/Ziegler (1977), Pappi (1987), Hummell/Sodeur (1987a, b; 1992) sowie Kappelhoff (1987a, b, c; 1992) hervorzuheben. Als einführendes französischsprachiges Werk zur Methode der Netzwerkanalyse ist das Buch von Degenne/Forsé (1994) zu empfehlen; wohingegen sich Parrochia (1993) aus philosophischer Sicht mit den unterschiedlichsten Facetten des Netzwerkgedankens auseinandersetzt.¹⁹

- **Zeitschriften, Buchreihe.** In renommierten amerikanischen Zeitschriften wie z. B. dem *American Journal of Sociology* oder der *American Sociological Review* finden wir zwar in vermehrtem Maße Beiträge, welche die Netzwerkanalyse auf unterschiedlichste Fragestellungen anwenden; die ei-

¹⁸ Wenngleich problematische Aspekte, wie z. B. die Stichprobenfrage oder die eingeschränkte Anwendbarkeit klassischer Analyseverfahren (wie etwa die Regressionsanalyse) im Rahmen relationaler Daten, vernachlässigt werden.

¹⁹ Ferner versammeln die *Revue française de sociologie* (1995, Bd. XXXVI, Nr. 4) unter dem Titel „*Analyses de réseaux et structures relationnelles*“ und die Zeitschrift *L'Année sociologique* (1997, Bd. 47, Nr. 1) unter dem Titel „*Les réseaux sociaux*“ jeweils mehrere empirische Arbeiten zur Thematik.

gentliche Auseinandersetzung mit der netzwerkanalytischen Thematik geschieht jedoch in den Seiten von *Social Networks: An International Journal of Structural Analysis* und von *Connections*. Unter der gegenwärtigen Herausgeberschaft von Linton C. Freeman ist die erstgenannte, viermal jährlich erscheinende Zeitschrift bis heute das Veröffentlichungsorgan der Wahl für netzwerkanalytische Arbeiten, insbesondere für solche mit methodologisch-forschungstechnischem Inhalt. Die zweite Zeitschrift ist das offizielle Organ des *International Network of Social Network Analysis* (vgl. unten), das mehr mit Fragen des fachspezifischen Informationsaustausches befaßt ist.²⁰ Neben kürzeren Artikeln umfaßt dieser zweimal jährlich erscheinende Newsletter vor allem eine Zusammenstellung von Neuigkeiten und Ankündigungen sowie von Zusammenfassungen von neu erschienen Publikationen zum Thema. Beide Publikationen erschienen um 1978 zum ersten Mal (Knoke/Kuklinski 1990: 8; Schweizer 1996: 24) und traten in gewisser Weise das Erbe der zwischen 1937 und 1977 erschienen Zeitschrift *Sociometry: A Journal of Research in Social Psychology* an, die noch von Jacob Moreno gegründet (Scott 1991: 9; Wasserman/Faust 1994: 77) und zuletzt von der *American Sociological Association* herausgegeben wurde. Für 1998 ist eine neue Zeitschrift mit dem Titel *Structural Analysis: An International Journal of Theory and Research on Social Structure* angekündigt, zu deren Gründung u. a. Stephen D. Berkowitz angeregt hat und die der theoretischen und angewandten Auseinandersetzung mit dem Netzwerkgedanken mehr Platz einräumen will. Darüber hinaus wird von Mark Granovetter die Buchreihe *Structural Analysis in the Social Sciences* bei *Cambridge University Press* herausgegeben, und in der jährlich erscheinenden, zwischen 1991–95 von Peter V. Marsden herausgegebenen Zeitschrift *Sociological Methodology* finden sich ebenfalls immer wieder Beiträge zu neuen Entwicklungen auf dem Gebiet der Netzwerkanalyse. Dies gilt auch für das von Patrick Doreian herausgegebene, viermal jährlich erscheinende *Journal of Mathematical Sociology*. Ferner sind anwendungsorientierte Übersichtsbeiträge vereinzelt in der *Annual Review of Sociology* zu finden. Schließlich ist auch ein elektronisches Journal angekündigt, das den Titel *Networks in Society and History* tragen und von Douglas R. White betreut werden wird.²¹

²⁰ *Connections* ist online unter <http://www.analytictech.com/connections> zugänglich.

²¹ Dieses Journal soll zu gegebener Zeit über die Internet-Adresse <http://eclectic.ss.uci.edu/nsh/nsh.html> zugänglich sein.

• *Wissenschaftliche Vereinigung, Konferenzen.* Das im Jahre 1978 gegründete *International Network for Social Network Analysis* (INSNA) ist ein Zusammenschluß von Forschenden auf dem Gebiet der Netzwerkanalyse, der nach inoffiziellen Angaben gegenwärtig weltweit zwischen 350 und 400 zahlende Mitglieder vereint. Neben der Herausgabe der Zeitschrift *Connections* organisiert INSNA auch die alljährlich stattfindende *International Social Network Conference*. Diese bis 1994 jährlich in den USA durchgeführte Konferenz findet seit 1995 alle zwei Jahre auf dem europäischen Kontinent statt, zusammen mit der europäischen Netzwerkkonferenz, die seit 1989 in zweijährigem Rhythmus durchgeführt wird. Die letzte Konferenz fand vom 28. bis 31. Mai 1998 in Sitges (Katalonien) statt, und die nächste, neunzehnte, ist für Februar 1999 in Charleston (South Carolina) angekündigt. An diesen Konferenzen gibt es auch immer wieder die Möglichkeit, in Workshops die methodischen Grundlagen der Netzwerkanalyse kennenzulernen und sich mit der Anwendung von speziellen Computerprogrammen (v. a. UCINET) für die Analyse relationaler Daten vertraut zu machen.

• *Elektronische Informationsquellen.* SOCNET ist das elektronische Diskussionsforum der INSNA-Mitglieder und aller übrigen an der Thematik interessierten Personen. Um an diesem Forum teilzunehmen,²² schickt man von seinem eigenen e-mail-Konto die Meldung *subscribe socnet Vorname Name* an die folgende e-mail-Adresse: listserv@lists.ufl.edu. Meldungen, die an alle Diskussionssteilnehmer gelangen sollen, werden dann jeweils an socnet@lists.ufl.edu gesandt.²³ INSNA unterhält darüber hinaus auch eine eigene, sehr informative Homepage.²⁴

• *Computerprogramme.* Es gibt eine Reihe von speziellen Computerprogrammen, die sich preislich sowie hinsichtlich der Anwendungsmöglich-

²² Die Mails zu einigen der in diesem Diskussionsforum verhandelten Themen sind unter http://www.heinz.cmu.edu/project/INSNA/soc_arc.html zugänglich. Langfristig ist beabsichtigt, sämtliche Mails von SOCNET unter <http://www.lists.ufl.edu> zu archivieren.

²³ Weitere Angaben zur Handhabung finden sich in der ersten Bestätigungsmeldung des Listservers auf die „subscribe“-Meldung. Dort wird auch erläutert, wie man wieder aus der Gruppe ausscheidet oder temporär Meldungen aus der Gruppe sistiert! Auch am Ende jeder *Connections*-Ausgabe finden sich Informationen zur Nutzung von SOCNET.

²⁴ Die entsprechende Internet-Adresse lautet: <http://www.heinz.cmu.edu/project/INSNA/>.

keiten und der Bedienungsfreundlichkeit unterscheiden. Der Autor konnte selber mit der Version III des UCINET-Programms positive Erfahrungen sammeln. Die gegenwärtige Version IV (Borgatti et al. 1992) zeichnet sich durch eine größere Benutzerfreundlichkeit und viele Analysemöglichkeiten bei relativ günstigem Preis aus. Die Menüsteuerung erleichtert den Umgang mit dem Programm, und ein ausführliches Handbuch erläutert in verständlicher Weise die verschiedenen Analysemöglichkeiten. Dazu gehören beispielsweise eine große Zahl von Daten(matrizen)transformationen. Des weiteren sind neben den Möglichkeiten zur Bestimmung von Subgruppen (z. B. Cliquen, n-Cliquen oder k-Plexe) sowie zur Berechnung verbreiteter Zentralitäts- und Verbundenheitsmaße speziell die Applikationen der QAP-Matrixvergleiche sowie der verschiedenen Positions- und Rollenanalysen unter Verwendung der wichtigsten Äquivalenzdefinitionen hervorzuheben. Eine Windows-unterstützte Beta-Version von UCINET 5.0 kann über das Internet heruntergeladen werden.²⁵

Andere, speziell für die Analyse relationaler Daten entwickelte Programme sind: SONIS (Pappi/Stelck 1987; SONIS 1990), GRADAP (Sprenger/Stokman 1989) und STRUCTURE (Burt 1991). Besonders erwähnenswert sind ferner FATCAT und MULTINET von William D. Richards, weil sie die simultane Analyse von Akteursattributen und Netzwerkinformationen erlauben, und SNAPS von Noah Friedkin (1990), weil es die statistische Überprüfung von Modellen über den sozialen Einfluß auf Einstellungen und Handlungen von Akteuren ermöglicht. Kurzbeschreibungen der erwähnten Programme finden sich in Scott (1991: 54 f., 176 ff.; 1996), Schweizer (1988c; 1996: 264 f.) sowie Wasserman/Faust (1994: 735 ff.). Ausführlichere und aktualisierte Angaben über die verfügbaren Softwarepakete sind jedoch jetzt auf der Homepage der INSNA bequem erhältlich.²⁶ Graphische Darstellungen von netzwerkanalytischen Ergebnissen (z. B. von Ähnlichkeitsmatrizen, die durch die obengenannten Programme generiert wurden) können schließlich über die Weiterverarbeitung mittels einer Clusteranalyse und einer Multidimensionalen Skalierung (MDS) gewonnen werden (Scott 1991: 149 ff.), wie sie die verbreiteten Statistikprogramme SPSS und SAS ermöglichen. Für die graphische Darstellung in

Form der klassischen „Soziogramme“ von Beziehungsnetzwerken ist jedoch das Programm KRACKPLOT speziell geeignet (vgl. Krackhardt et al. 1994).²⁷

6. Fazit

Netzwerke sind sicherlich ein zentraler und nicht selten von der sozialwissenschaftlichen Forschung vernachlässigter Aspekt gesellschaftlicher Integration und Strukturierung. Es kann aber nicht darum gehen, den bisher dominanten „attributiven“ Ansatz einfach durch diesen neuen „relationalen“ zu ersetzen (vgl. Trezzini 1998). Vielmehr sind – je nach Fragestellung – „Netzwerkeffekte“ als zusätzliche Kontrollvariablen in die Analyse mit einzubeziehen. Die Netzwerkanalyse erweist sich zudem – getreu ihrem Namen – als die am weitesten entwickelte Methode zur Untersuchung von Netzwerken und Beziehungsstrukturen und ergänzt somit den variablenzentrierten Ansatz. Sie stellt bei Vorliegen relationaler oder relational interpretierbarer Daten ein adäquates Strukturdetektions- und Datenreduktionsinstrument dar und weist somit Ähnlichkeiten mit der klassischen, auf Attribute angewandten Clusteranalyse auf.

Im Falle der positionalen Strukturanalyse besteht ihre Stärke ferner darin, daß sie es ermöglicht, den soziologischen Rollenbegriff stringent zu operationalisieren. Eine Vorgesetzte ist nicht einfach nur eine Vorgesetzte qua kategorialer Zuschreibung, sondern auch und gerade wegen ihres spezifischen Netzes von Beziehungen zu anderen sozialen Akteuren. Andererseits ist aber beispielsweise die Produktivität eines Unternehmens nicht nur von seiner inner- und zwischenbetrieblichen Beziehungsstruktur, sondern auch von der Verteilung gewisser Attribute seiner Angestellten (z. B. Alter, Ausbildung, Gesundheit etc.) abhängig. In dieser Hinsicht ist es vielleicht eine der gegenwärtig größten Herausforderungen für die Netzwerkanalyse, eine methodisch und theoretisch überzeugende Vermittlung dieser beiden empirischen Realitäten zu bewerkstelligen. Außerdem erweist sich die Lösung der Probleme, die mit der Bestimmung von Netzwerkgrenzen und -stichproben sowie mit der statistischen Abhängigkeit der Beobachtungen

²⁵ Vgl. <http://www.analytictech.com>.

²⁶ Die entsprechende Internet-Adresse lautet http://www.heinz.cmu.edu/project/INSNA/soft_inf.html.

²⁷ Weiterführende Informationen zu neueren Entwicklungen auf dem Gebiet der Netzwerkvisualisierung sind auch auf einer von Linton Freeman zusammengestellten Homepage zu finden (vgl. <http://eclectic.ss.uci.edu/~lin/gallery.html>).

zusammenhängen, als besonders schwierig. Wie jedoch aufzuzeigen versucht wurde, stellen die hier diskutierten neueren methodischen Strategien erste Ansätze dar, die einige der genannten Probleme in Zukunft zu überwinden versprechen.

Literatur

- Arrighi, G./Drangel, J., 1986: The Stratification of the World-Economy: An Exploration of the Semiperipheral Zone. *Review X*: 9–74.
- Berkowitz, S.D., 1982: An Introduction to Structural Analysis. *The Network Approach to Social Research*. Toronto: Butterworth.
- Bernard, H.R./Killworth, P.D./Kronenfeld, D./Sailer, L., 1984: On the validity of retrospective data: The Problem of informant accuracy. *Annual Review of Anthropology* 13: 495–517.
- Borgatti, S.P., 1995: Treating 2-Mode Data as a Network. *Connections* 18: 53–55.
- Borgatti, S.P./Everett, M.G., 1992: Notions of Position in Social Network Analysis. S. 1–35 in: P.V. Marsden (Hrsg.), *Sociological Methodology*, Bd. 22. Oxford: Basil Blackwell.
- Borgatti, S.P./Everett, M.G., 1997: Network Analysis of 2-Mode Data. *Social Networks* 19: 243–269.
- Borgatti, S.B./Everett, M.G./Freeman, L.C., 1992: UCINET IV Version 1.0 Reference Manual. Columbia: Analytic Technologies.
- Bornschier, V./Trezzini, B., 1997: Social Stratification and Mobility in the World System: Different Approaches and Recent Research. *International Sociology* 12: 429–455.
- Breiger, R.L., 1981: Structures of Economic Interdependence Among Nations. S. 353–380 in: P.M. Blau/R.K. Merton (Hrsg.), *Continuities in Structural Inquiry*. Beverly Hills: Sage.
- Burt, R.S., 1982: Toward a Structural Theory of Action. *Networkmodels of Social Structure, Perception, and Action*. New York: Academic Press.
- Burt, R.S., 1991: STRUCTURE Version 4.2. New York: Center for the Social Sciences, Columbia University.
- Burt, R.S., 1995 [1992]: Structural Holes. *The Social Structure of Competition*. Cambridge: Harvard University Press.
- Burt, R.S./Minor, M.J. (Hrsg.), 1983: *Applied Network Analysis. A Methodological Introduction*. Beverly Hills: Sage.
- Degenne, A./Forsé, M., 1994: *Les réseaux sociaux. Une analyse structurale en sociologie*. Paris: Armand Colin.
- Doreian, P., 1989: Models of Network Effects on Social Actors. S. 295–317 in: L.C. Freeman/D.R. White/A.K. Romney (Hrsg.), *Research Methods in Social Network Analysis*. Fairfax: George Mason University Press.
- Doreian, P./Stokman, F.N. (Hrsg.), 1996: Evolution of Social Networks [= *The Journal of Mathematical Sociology* 21 (1/2)].
- Ebert, T./Trezzini, B., 1992: Konvergenz und Divergenz im Weltsystem? – Eine Reanalyse. Ein Beitrag zur Bestimmung unterschiedlicher struktureller Lagen im internationalen Handel und zur Analyse ihrer Entwicklungen zwischen 1960 und 1985. Universität Zürich: unveröffentlichte Lizentiatsarbeit.
- Emirbayer, M./Goodwin, J., 1994: Network Analysis and the Problem of Agency. *American Journal of Sociology* 99: 1411–1154.
- Everett, M.G./Borgatti, S.P., 1995: Regular Equivalence: General Theory. *Journal of Mathematical Sociology* 19: 29–52.
- Faust, K., 1988: Comparison of Methods for Positional Analysis: Structural and General Equivalences. *Social Networks* 10: 313–341.
- Faust, K./Wasserman, S., 1992: Centrality and Prestige: A Review and Synthesis. *Journal of Quantitative Anthropology* 4: 23–78.
- Frank, O., 1979: Estimation of Population Totals by Use of Snowball Samples. S. 319–347 in: P.W. Holland/S. Leinhardt (Hrsg.), *Perspectives on Social Network Research*. New York: Academic Press.
- Frank, O./Snijders, T.A.B., 1994: Estimating the Size of Hidden Populations Using Snowball Sampling. *Journal of Official Statistics* 10: 53–67.
- Freeman, L.C., 1978/79: Centrality in Social Networks: I. Conceptual Clarification. *Social Networks* 1: 215–239.
- Freeman, L.C./White, D.R., 1993: Using Gallois Lattices to Represent Network Data. S. 127–146 in: P.V. Marsden (Hrsg.), *Sociological Methodology* 1993. Cambridge: Blackwell.
- Friedkin, N.E., 1990: SNAPS (Social Network Analysis Procedures) for GAUSS. *Social Networks* 12: 173–178.
- Friedkin, N.E., 1991: Theoretical Foundations of for Centrality Measures. *American Journal of Sociology* 96: 1478–1504.
- Hage, P./Harary, F., 1983: *Structural Models in Anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hage, P./Harary, F., 1991: *Exchange in Oceania. A Graph Theoretic Analysis*. Oxford: Clarendon Press.
- Hage, P./Harary, F., 1996: *Island Networks. Communications, Kinship, and Classification Structures in Oceania*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Holland, P.W./Leinhardt, S., 1975: Local Structure in Social Networks. S. 1–45 in: D.R. Heise (Hrsg.), *Sociological Methodology* 1976. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Holland, P.W./Leinhardt, S., 1979: *Perspectives on Social Network Research*. New York: Academic Press.
- Hummell, H.J./Sodeur, W., 1987a: Strukturbeschreibung von Positionen in sozialen Beziehungsnetzen. S. 129–161 in: F.U. Pappi (Hrsg.), *Techniken der empirischen Sozialforschung*, Bd. 1, *Methoden der Netzwerkanalyse*. München: Oldenbourg.
- Hummell, H.J./Sodeur, W., 1987b: Triaden- und Triplettensensus als Mittel der Strukturbeschreibung. S. 177–202 in: F.U. Pappi (Hrsg.), *Techniken der empirischen Sozialforschung*, Bd. 1, *Methoden der Netzwerkanalyse*. München: Oldenbourg.

- Hummell, H.J./Sodeur, W., 1992: Multivariate Analyse von Struktureigenschaften auf mehreren Ebenen. Netzwerkanalyse als 'meßtheoretisches' Konzept. S. 269–294 in: H.-J. Andreß/J. Huinik/H. Meinken/D. Rumianek/W. Sodeur/G. Sturm (Hrsg.), *Theorie – Daten – Methoden. Neue Modelle und Verfahrensweisen in den Sozialwissenschaften*. München: Oldenbourg.
- Hummell, H.J./Ziegler, R., 1977: Anwendung mathematischer Verfahren zur Analyse sozialer Netzwerke, Duisburg: Verlag der Sozialwissenschaftlichen Kooperative.
- Kappelhoff, P., 1987a: Cliquenanalyse. Die Bestimmung von intern verbundenen Teilgruppen in sozialen Netzwerken. S. 39–63 in: F.U. Pappi (Hrsg.), *Methoden der Netzwerkanalyse*. München: Oldenbourg.
- Kappelhoff, P., 1987b: Blockmodellanalyse: Positionen, Rollen und Rollenstrukturen. S. 101–128 in: F.U. Pappi (Hrsg.), *Methoden der Netzwerkanalyse*. München: Oldenbourg.
- Kappelhoff, P., 1987c: Evaluation von Verfahren zur Blockmodellanalyse. Methoden und erste Ergebnisse. Kiel: Institut für Soziologie, Christian-Albrechts-Universität.
- Kappelhoff, P., 1992: Strukturmodelle von Position und Rolle. S. 243–268 in: H.-J. Andreß/J. Huinik/H. Meinken/D. Rumianek/W. Sodeur/G. Sturm (Hrsg.), *Theorie – Daten – Methoden. Neue Modelle und Verfahrensweisen in den Sozialwissenschaften*. München: Oldenbourg.
- Kappelhoff, P., 1993: Soziale Tauschsysteme. Strukturelle und dynamische Erweiterungen des Marktmodells. München: Oldenbourg.
- Keeskes, R./Wolf, Ch., 1996: Konfession, Religion und soziale Netzwerke. Zur Bedeutung christlicher Religiosität in personalen Beziehungen. Opladen: Leske + Budrich.
- Klov Dahl, A.S., 1989: Large Urban Social Networks: Some Methodological Problems and Possibilities. In: M. Kochen (Hrsg.), *The Small World*. Norwood: Ablex.
- Knoke, D./Kuklinski, J.H., 1990 [1982]: *Network Analysis*. Newbury Park: Sage.
- Korzeniewicz, R.P./Martin, W., 1994: The Global Distribution of Commodity Chains. S. 67–91 in: G. Gereffi/M. Korzeniewicz (Hrsg.), *Commodity Chains and Global Capitalism*. Westport: Praeger.
- Krackhardt, D., 1987: QAP Partialling as a Test of Spuriousness. *Social Networks* 9: 171–186.
- Krackhardt, D., 1988: Predicting with networks: Non-parametric multiple regression analysis of dyadic data. *Social Networks* 10: 359–381.
- Krackhardt, D./Blythe, J./McGrath, C., 1994: *KrackPlot 3.0. An Improved Network Drawing Program*. Connections 17: 53–55.
- Land, C.K./Deane, G., 1992: On the Large-Sample Estimation of Regression Models with Spatial- or Network-Effects Terms: A Two-Stage Least Squares Approach. S. 221–248 in: P.V. Marsden (Hrsg.), *Sociological Methodology 1992*. Oxford: Basil Blackwell.
- Lauman, E.O./Marsden, P.V./Prensky, D., 1983: The Boundary Specification Problem in Network Analysis. S. 18–34 in: R.S. Burt/M.J. Minor (Hrsg.), *Applied Network Analysis. A Methodological Introduction*. Beverly Hills: Sage.
- Leenders, R.Th.A.J., 1995: *Structure and Influence. Statistical models for the dynamics of actor attributes, network structure and their interdependence*. Amsterdam: Thesis Publishers.
- Marsden, P.V., 1989: Methods for Characterization of Role Structures in Network Analysis. S. 489–530 in: L.C. Freeman/D.R. White/A.K. Romney (Hrsg.), *Research Methods in Social Network Analysis*. Fairfax: George Mason University Press.
- Marsden, P.V., 1990: Network Data and Measurement. *Annual Review of Sociology* 16: 435–463.
- Marsden, P.V., 1993: The reliability of network density and composition measures. *Social Networks* 15: 399–421.
- Marsden, P.V./Friedkin, N.E., 1994: Network Studies of Social Influence. S. 3–25 in: S. Wasserman/J. Galaskiewicz (Hrsg.), *Advances in Social Network Analysis. Research in the Social and Behavioral Sciences*. Thousand Oaks: Sage.
- Mizruchi, M.S., 1989: Similarity of Political Behavior Among Large American Corporations. *American Journal of Sociology* 95: 401–424.
- Mizruchi, M.S., 1994: Social Network Analysis: Recent Achievements and Current Controversies. *Acta Sociologica* 37: 329–343.
- Moreno, J.L., 1974 [1934/53]: *Die Grundlagen der Soziometrie. Wege zur Neuordnung der Gesellschaft*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Morris, M., 1994: Epidemiology and Social Networks. Modeling Structured Diffusion. S. 26–52 in: S. Wasserman/J. Galaskiewicz (Hrsg.), *Advances in Social Network Analysis. Research in the Social and Behavioral Sciences*. Thousand Oaks: Sage.
- Nemeth, R.J./Smith, D.A., 1985: International Trade and World System Structure: A Multiple-Network Analysis. *Review* VIII: 517–560.
- Pappi, F.U. (Hrsg.), 1987: *Methoden der Netzwerkanalyse*. München: Oldenbourg.
- Pappi, F.U./Stelck, K., 1987: SONIS: Ein Datenbanksystem zur Netzwerkanalyse. S. 253–265 in: F.U. Pappi (Hrsg.), *Methoden der Netzwerkanalyse*. München: Oldenbourg.
- Pappi, F.U./König, Th./Knoke, D., 1995: Entscheidungsprozesse in der Arbeits- und Sozialpolitik. Der Zugang der Interessengruppen zum Regierungssystem über Politikfeldnetze: Ein deutsch-amerikanischer Vergleich. Frankfurt a. M.: Campus.
- Parrochia, D., 1993: *Philosophie des réseaux*, Paris: Presses universitaires de France.
- Pattison, Ph., 1993: *Algebraic Models for Social Networks*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reitz, K.P./White, D.R., 1989: Rethinking the Role Concept: Homomorphisms on Social Networks. S. 429–488 in: L.C. Freeman/D.R. White/A.K. Romney (Hrsg.), *Research Methods in Social Network Analysis*. Fairfax: George Mason University Press.

- Rogers, E.M., 1987: Progress, Problems and Prospects for Network Research: Investigating Relationships in the Age of Electronic Communication Technologies. *Social Networks* 9: 285–310.
- Rothenberg, R.B., 1995: Commentary: Sampling in Social Networks. *Connections* 18: 105–111.
- Sailer, L.D., 1978: Structural Equivalence: Meaning and Definition, Computation and Application. *Social Networks* 1: 73–90.
- Schenk, M., 1984: Soziale Netzwerke und Kommunikation. Tübingen: Mohr.
- Schenk, M., 1995: Soziale Netzwerke und Massenmedien. Untersuchungen zum Einfluß der persönlichen Kommunikation. Tübingen: Mohr.
- Schweizer, Th. (Hrsg.), 1988a: Netzwerkanalyse. Ethnologische Perspektiven. Berlin: Reimer.
- Schweizer, Th., 1988b: Verwandtschaftliche, wirtschaftliche und religiöse Verflechtungen javanischer Haushalte: Eine Positionsanalyse. S. 113–132 in: Th. Schweizer (Hrsg.), *Netzwerkanalyse: ethnologische Perspektiven*. Berlin: Reimer.
- Schweizer, Th., 1988c: Netzwerkanalyse mit dem Mikrocomputer. S. 201–222 in: Th. Schweizer (Hrsg.), *Netzwerkanalyse: ethnologische Perspektiven*. Berlin: Reimer.
- Schweizer, Th., 1996: Muster sozialer Ordnung. Netzwerkanalyse als Fundament der Sozialethnologie. Berlin: Reimer.
- Scott, J., 1991: *Social Network Analysis. A Handbook*. London: Sage.
- Scott, J., 1996: A Toolkit for Social Network Analysis. *Acta Sociologica* 39: 211–216.
- Smith, D./White, D.R., 1992: Structure and Dynamics of the Global Economy: Network Analysis of International Trade, 1965–1980. *Social Forces* 70: 857–893.
- Snijders, T.A.B., 1992: Estimation on the Basis of Snowball Samples: How to Weight? *Bulletin de Methodologie Sociologique* 36: 59–70.
- Snijders, T.A.B./Spreen, M., 1997: Segmentation in Personal Networks. *Mathématiques, Informatique et Science Humaines* Nr. 137: 25–36.
- Snijders, T.A.B./Spreen, M./Zwaagstra, R., 1995: The Use of Multilevel Modeling for Analysing Personal Networks: Networks of Cocaine Users in an Urban Area. *Journal of Quantitative Anthropology* 5: 85–105.
- Snyder, D./Kick, E.L., 1979: Structural Position in the World System and Economic Growth, 1955–1970: A Multiple-Network Analysis of Transnational Interactions. *American Journal of Sociology* 84: 1096–1126.
- SONIS (1990): Benutzerhandbuch, PC-Version 2.0. Kiel: Institut für Soziologie.
- Spreen, M., 1992: Rare Populations, Hidden Populations, and Link-Tracing Designs: What and Why? *Bulletin de Methodologie Sociologique* 36: 34–58.
- Spreen, M./Zwaagstra, R., 1994: Personal Network Sampling, Outdegree Analysis and Multilevel Analysis: Introducing the Network Concept in Studies of Hidden Populations. *International Sociology* 9: 475–491.
- Sprenger, C.J.A./Stokman, F.N., 1989: GRADAP: Graph Definition and Analysis Package, User's Manual Version 2.0. Groningen: Iec ProGRAMMA.
- Sutor, J.J./Wellman, B./Morgan, D.L., (Hrsg.), 1997: Change in Networks [= *Social Networks* 19 (1)].
- Trezzini, B., 1996: Versuche zur netzwerkanalytischen Gliederung des modernen Weltsystems. S. 21–52 in: H.-P. Müller (Hrsg.), *Weltsystem und kulturelles Erbe. Gliederung und Dynamik der Entwicklungsländer aus ethnologischer und soziologischer Sicht*. Berlin: Reimer.
- Trezzini, B., 1998: Theoretische Aspekte der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse. *Schweizerische Zeitschrift für Soziologie* 24 (3).
- Valente, Th.W., 1995: Network Models of the Diffusion of Innovations. Cresskill: Hampton Press.
- Valente, Th.W., 1996: Social network thresholds in the diffusion of innovations. *Social Networks* 18: 69–89.
- Van Rossem, R., 1996: The World System Paradigm as General Theory of Development: A Cross-National Test. *American Sociological Review* 61: 508–527.
- Wasserman, S./Faust, K., 1994: *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wasserman, S./Galaskiewicz, J. (Hrsg.), 1994: *Advances in Social Network Analysis. Research in the Social and Behavioral Sciences*. Thousand Oaks: Sage.
- Wasserman, S./Pattison, Ph., 1996: Logit models and logistic regressions for social networks: I. An introduction to Markov graphs and p*. *Psychometrika* 60: 401–426.
- Wellman, B./Berkowitz, S.D. (Hrsg.), 1988: *Social Structures: A Network Approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- White, H.C./Boorman, S.A./Breiger, R.L., 1976: Social Structure from Multiple Networks I. Blockmodels of Roles and Positions. *American Journal of Sociology* 81: 730–780.
- White, H.C., 1992: Identity and Control. A Structural Theory of Social Action. Princeton: Princeton University Press.
- White, D.R./Reitz, K.P., 1983: Graph and Semigroup Homomorphisms on Networks of Relations. *Social Networks* 5: 193–234.
- Winship, Ch./Mandel, M., 1983: Roles and Positions: A Critique and Extension of the Blockmodeling Approach. S. 314–344 in: S. Leinhardt (Hrsg.), *Sociological Methodology 1983–1984*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Winship, Ch., 1988: Thoughts about Roles and Relations. An Old Document Revisited. *Social Networks* 10: 209–231.
- Ziegler, R., 1987: Positionen in sozialen Räumen. Die multivariate Analyse multipler Netzwerke. S. 64–100 in: F.U. Pappi (Hrsg.), *Methoden der Netzwerkanalyse*. München: Oldenbourg.