

Name DI Dr. Erich Dallhammer
 Adresse: Österreichisches Institut für Raumplanung (ÖIR)
 Franz-Josefs-Kai 27
 1010 Wien
 Tel.: +43 1 533 87 47-51
 E-Mail: dallhammer@oir.at

Name Dr. Guido Leidig
 Adresse: Krottorfer Straße 136
 57258 Freudenberg
 Tel.: +49 2734 8208
 E-Mail: rh@bvdm-online.de

Name Dipl. Volsksw. Georg Pfeiderer
 Adresse: Sandgasse 24
 63739 Aschaffenburg
 Tel.: +49 6021 85 80 82
 E-Mail: georg.pfeiderer@yahoo.de

Name Prof. Dr. Peter Friedrich und Dipl. VW Alina Popescu
 Adresse: Universität der Bundeswehr München
 Professur für Finanzwissenschaft
 Werner-Heisenberg-Weg 39
 85579 Neubiberg
 Tel.: +49 8960044285
 Fax: ++49 8960044228
 E-Mail: Peter.Friedrich@rz.unibw-muenchen.de

Name Univ. Prof. Dr. Günter Löffler (†), Dipl. Geograph Jürgen Rauh
 und Dipl. Geograph Tilman Schenk
 Adresse: Geographisches Institut der Universität LS II
 Kulturgeographie
 Am Hubland
 97074 Würzburg
 Tel.: +49 (0) 931 - 888 5586
 Fax: +49 (0) 931 - 888 5556
 E-Mail: tilman.schenk@mail.uni-wuerzburg.de

SOZIALE NETZWERKANALYSE ALS METHODE DER REGIONALFORSCHUNG?

Michael Vyborny

Kurzfassung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Möglichkeit eines Einsatzes der sozialen Netzwerkanalyse (SNA) als Methode der Regionalforschung. Der Beitrag beinhaltet eine kurze Beschreibung der sozialen Netzwerkanalyse und geht dabei auf die Entwicklung dieser Disziplin ein. Es werden die Kernthemen der Methode kurz umrissen, um einen Überblick zu geben und das Verständnis der vorgestellten Beispiele zu vertiefen. In weiterer Folge wird demonstriert, wie SNA für Themen der Regionalforschung eingesetzt werden kann. Dazu werden Beispiele aus den Bereichen Forschungsk Kooperationen, Zentrum-Peripherie und Migration explorativ betrachtet.

Gliederung

1. Einleitung
2. Soziale Netzwerkanalyse
 - 2.1 Entwicklung und historische Anwendungsgebiete
 - 2.2 Netzwerke und Graphentheorie
 - 2.3 Zentralität in Netzwerken
 - 2.4 Gruppen
 - 2.5 Rollen
 - 2.6 Blockmodels
 - 2.7 Diffusion
3. Regionalforschung
 - 3.1 Biotech
 - 3.2 Wallersteins Weltsystem
 - 3.3 US-Internal Migration
4. Resümee

1 Einleitung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, ob soziale Netzwerkanalyse als Methode für die Regionalforschung eingesetzt werden kann. Regionalforschung soll vereinfacht als jene Wissenschaft gesehen werden, die sich mit Problemen des Raumes und vor allem von Regionen beschäftigt. Soziale Netzwerkanalyse bietet die Möglichkeit, Beziehungen zwischen Akteuren zu analysieren und

dadurch Strukturen aufzudecken. Da sich die Regionalforschung vielfältig mit Beziehungen auf räumlicher Ebene und damit auch Strukturen beschäftigt, scheint soziale Netzwerkanalyse als Methode geeignet, Themen der Regionalforschung zu behandeln.

Zu Beginn soll soziale Netzwerkanalyse mit ihren Zielen, Konzepten und Methoden vorgestellt werden, um einen Überblick über ihre Anwendbarkeit zu geben. In weiterer Folge sollen anhand von konkreten Beispielen regionalwissenschaftliche Fragestellungen mittels sozialer Netzwerkanalyse deskriptiv betrachtet werden.

Aus der generellen Problemstellung dieses Beitrags ergibt sich die folgende Forschungsfrage:

Ist soziale Netzwerkanalyse als Methode für Fragestellungen der Regionalforschung geeignet?

2 Soziale Netzwerkanalyse

Soziale Netzwerkanalyse (kurz SNA) beschäftigt sich mit der Analyse von Beziehungen von Akteuren. Anstatt sich auf die Attribute unterschiedlicher Akteure zu konzentrieren, wird die Beziehung zwischen Akteuren in den Vordergrund gestellt und bildet die kleinste Analyseeinheit. Akteure können Individuen, aber auch Organisationen oder Institutionen sein (de Nooy et al, 2005, S. 5). Bei Beziehungen kann es sich um jede logisch denkbare und für die Problemstellung sinnvolle Beziehung handeln. Dabei wird jede Beziehung prinzipiell einzeln betrachtet. Es ist aber auch möglich, Beziehungen kombiniert zu analysieren.

Das Ziel sozialer Netzwerkanalyse ist es, Muster von Beziehungen zu identifizieren, um mehr über diese Beziehungen zu lernen (de Nooy et al, 2005, S. 5). Dazu werden Daten erhoben, die Informationen über die abzubildenden Beziehungen geben. Für die Datengenerierung können unterschiedliche Ansätze gewählt werden. Bei der „roster“ Methode werden Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Der Vorteil dieser Technik ist, dass keine Antwortmöglichkeit vergessen werden können. Allerdings müssen alle Möglichkeiten vorher bekannt sein. Ist dies nicht der Fall ist die Roster-Technik für die Datenerhebung nicht geeignet. Bei der „free recall“ Methode werden keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben, wodurch diese Technik vor allem dann geeignet ist, wenn der Untersuchende über kein umfassendes Vorwissen verfügt (Wasserman/Faust, 1999, S. 46). Für spezifische Probleme der Bestimmung einer Stichprobe (so erforderlich) findet sich bei Wasserman und Faust (1999, S. 33-35) eine ausführliche Übersicht.

Visualisierungen stellen einen wichtigen Teil der sozialen Netzwerkanalyse dar, da Informationen graphisch oft sehr einfach dargestellt werden können (wobei

natürlich auch die Gefahr von Verzerrungen besteht, sollte man sich ausschließlich auf Visualisierungen verlassen). Mathematische Methoden und Algorithmen werden verwendet, um Netzwerke näher zu analysieren und zu beschreiben. Neben deskriptiven Beschreibungen finden sich auch erklärende Ansätze. Die genannten Charakteristika werden von Freeman wie folgt zusammengefasst.

1. „Social network analysis is motivated by a structural intuition based on ties linking social actors,
2. It is grounded in systematic empirical data
3. It draws heavily on graphic imagery, and
4. It relies on the use of mathematical and/or computational models“ (Freeman, 2004, S. 3)

2.1 Entwicklung und historische Anwendungsgebiete

Als Begründer der sozialen Netzwerkanalyse wird Jacob Levy Moreno angesehen, der seinen Ansatz 1933 „psychological geography“ nennt. Ein Jahr später schuf er den Namen „sociometry“, der seither verwendet wird. Das bemerkenswerte an Moreno war sein Fokus auf Strukturen und die Verwendung von Visualisierungen um Probleme näher zu betrachten (Freeman, 2004, S. 36-38). Neben Morenos bemerkenswerter Persönlichkeit beschäftigten sich seit den 1920ern mehrere berühmte Soziologen aus Harvard mit sozialen Strukturen. Hier finden sich beispielsweise Lazarsfeld, Radcliffe-Brown, Mayo oder Rethlisberger. Letztere verwendeten Soziogramme in den berühmten Hawthorne-Experimenten (Freeman, 2004, S. 47ff) welche den Einfluss von Umweltfaktoren wie Beleuchtung oder Arbeitstakt messen sollten. Ihr eigentlicher Beitrag lag allerdings in der „Entdeckung“ der motivierenden Wirkung durch Beobachtung und Beachtung.

Interessant ist, dass sich der schwedische Geograph Torsten Hägerstrand Anfang der 50er Jahre für strukturelle Phänomene zu interessieren begann. Hägerstrand verwendete Ansätze, die mit jenen der sozialen Netzwerkanalyse vergleichbar waren, um Themen wie Migrationsmuster oder Innovationsdiffusion zu studieren. Freeman sieht klare Zusammenhänge zwischen der Arbeit Hägerstrands und der von „klassischen“ Autoren der sozialen Netzwerkanalyse: „Hägerstrand's work was structural. It displayed all the features of social network analysis. He provided a model for a geography that explored theoretical issues and attempted to explain the distributions of objects in physical space.“ (Freeman, 2004, S. 84).

Die Fortschritte der Datenverarbeitung der 1970er und 1980er Jahre hatten enorme Auswirkungen auf die Möglichkeit, Algorithmen für Visualisierungen zu entwickeln. Gleichzeitig wurden immer komplexere Berechnungen möglich,

die ohne den Einsatz von EDV nicht realisierbar gewesen wären (Freeman, 2004, S. 139ff). Im gleichen Zeitraum fanden verschiedene Konferenzen statt, die unterschiedliche Forscher, die sich mit SNA beschäftigten, zusammenführten und so die Formierung einer eigenen „scientific community“ unterstützten. So kam es 1977 zur Gründung der INSNA (International Network for Social Network Analysis) und dem Newsletter „Connections“ durch Barry Wellman. In weiterer Folge wurde ein eigenes Journal „Social Networks“ durch Linton Freeman gegründet (Freeman, 2004, S. 148ff).

2.2 Netzwerke und Graphentheorie

Um Netzwerke zu definieren greife ich auf eine mathematische Definition zurück, wie sie von de Nooy et al. (2005) verwendet wird: „A graph is a set of vertices and a set of lines between pairs of vertices. A network consists of a graph and additional information on the vertices or the lines of the graph“ (de Nooy et al, 2005, S. 6/7). Im wesentlichen besteht ein Netzwerk aus Knoten und Linien, wobei Zusatzinformationen vorliegen. Diese Informationen können Attributdaten der Punkte (bspw. das Bruttoinlandsprodukt einer Region) oder Angaben über die Intensität von Beziehungen enthalten (Handelsvolumen zwischen zwei Regionen).

Obwohl diese Definition sehr simpel ist, ist sie gleichzeitig auch sehr strikt. Eine Änderung eines einzigen Knotens oder einer einzigen Linie führt zu einem neuen Netzwerk. Diese sehr strenge Definition führt zu Problemen in der Vergleichbarkeit von Netzwerken. Allerdings werden dadurch auch sehr komplexe Abbildungen von Realität möglich. So ist es beispielsweise kein Problem, Konkurrenz und Kooperationen von Firmen in einer Region darzustellen.

Diese mathematische Definition ermöglicht es, Netzwerke nicht nur zu visualisieren. Sie können auch in Matrixform ausgedrückt werden. Handelt es sich dabei um eine symmetrische Matrix spricht man von ungerichteten Beziehungen („non-directed ties“), bei Asymmetrie handelt es sich um gerichtete Beziehungen („directed ties“). Ungeriichte Beziehungen liegen beispielsweise vor, wenn zwei Länder Mitglied der Europäischen Union sind. Eine gerichtete Beziehung wäre der Warenstrom zwischen zwei Ländern (dieser kann theoretisch zwar gleich hoch und somit symmetrisch sein, dies ist allerdings sehr unwahrscheinlich). Die Einträge in der Matrix können binär sein oder Werte enthalten die größer als Eins sind. In letzterem Fall gibt dies zusätzliche Informationen über die Stärke der Verbindung an. Dabei handelt es sich um Informationen über die sogenannte „tie strength“. Ein „signed graph“ gibt an, ob eine Beziehung positiv oder negativ ist. Detaillierte Informationen zur Notation der Graphentheorie finden sich bei Wasserman/Faust (1999, S. 69ff).

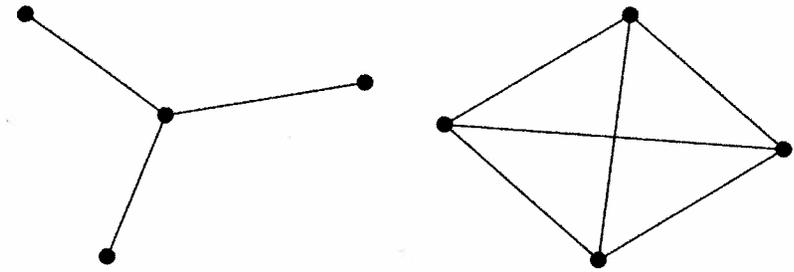


Abbildung 1: Netzwerkdichte und Netzwerkzentralität

Wenn in sozialer Netzwerkanalyse von Distanz gesprochen wird, wird damit üblicherweise nicht euklidische Distanz gemeint. Es handelt sich zumeist um soziale Distanz. Zwei Knoten die unmittelbar miteinander verbunden sind weisen eine Distanz von eins auf. Wenn zwischen diesen Knoten ein weiterer liegt erhöht sich die Distanz auf zwei. Dies lässt sich beliebig fortsetzen. Für die Regionalforschung ist es wahrscheinlich interessant, nicht nur Visualisierungen zu verwenden, die durch einen Algorithmus generiert werden. Es ist möglich, Knoten spezifische Koordinaten zuzuweisen, um so eine Karte zu generieren.

2.3 Zentralität in Netzwerken

Zu den einfachsten und doch sehr aussagekräftigen Maßzahlen der SNA zählen die unterschiedlichen Arten von Zentralität („centrality“). Grundsätzlich wird zwischen der „actor centrality“ und „group centralization“ unterschieden. Bei der ersten handelt es sich um eine Maßzahl eines Akteurs, die zweite gibt Informationen über das gesamte Netzwerk (Wasserman/Faust, 1999, S. 173-177). „Group centralization“ gibt indirekt auch Informationen über die Dichte des Netzwerkes an. Die Dichte wird nach de Nooy folgendermaßen definiert: „Density is the number of lines in a simple network, expressed as a proportion of the maximum possible number of lines.“ (de Nooy et al, 2005, S. 63).

Die folgende Abbildung zeigt einerseits ein Netzwerk mit 4 Akteuren das in Sternform darstellt wurde und andererseits ein Netzwerk mit 4 Akteuren in dem alle Verbindungen dargestellt wurden.

Das Netzwerk links hat einen Wert von 100% auf „group centralization“, da nur ein zentraler Akteur vorhanden ist. Gleichzeitig weist dieses Netzwerk eine relativ geringe Dichte auf (50%), da nur 3 von 6 möglichen Verbindungen vorhanden sind. Das Netzwerk rechts hingegen hat eine Dichte von 100% da alle möglichen Verbindungen dargestellt sind. Gleichzeitig beträgt die Netzwerkzentralität Null, da kein Akteur mehr Verbindungen hat als ein anderer.

„Degree centrality“ ist eine der einfachsten Maßzahlen. Hier wird für jeden Akteur ermittelt, wie viele Beziehungen er zu anderen Akteuren hat. Diese Zahl gibt die „degree centrality“ eines Akteurs an und bildet das Aktivitätsniveau des Akteurs ab. Je höher dieser Wert ist, umso zentraler kann der Akteur angesehen werden (Wasserman/Faust, 1999, S. 100ff). Ob ein hoher Wert auch positiv zu werten ist hängt von der jeweilig berechneten Beziehung ab. Die Beziehung „Allianz mit ...“ (Mit welcher Region würden sie gerne eine finanzielle Allianz eingehen?) unterscheidet sich von der Beziehung „Kontaminierte Region“ (Aus welcher Region kommen Krankheitserreger?) nicht nur inhaltlich, sondern auch hinsichtlich einer Wertung. In letzterem Fall stellt ein Akteur mit hoher „degree centrality“ ein hohes Gesundheitsrisiko dar. In Abbildung 1 sieht man, dass auf der rechten Seite alle Akteure eine Zentralität von 3 aufweisen. Links haben alle Akteure bis auf den zentralen Akteur eine Zentralität von 1.

Ein differenzierteres Bild gibt der Gebrauch von „degree centrality“ in gerichteten Graphen. Hier wird zwischen „indegree“ und „outdegree“ unterschieden. „Indegree“ wird oft als Prestige bezeichnet (man wird nominiert). „Outdegree“ zeigt hingegen, dass man selbst jemanden nominiert (Wasserman/Faust, 1999, S. 125-128). Wie oben sollen die Begriffe hier wertneutral gesehen werden, da die exakte Beziehung Auskunft über positive oder negative Aspekte gibt. Problematisch wird die Berechnung der „degree centrality“, wenn Werte andere Ausprägungen als Null und Eins annehmen. So ist zu überlegen, ob höhere Werte, wie beispielsweise eine 2 doppelt so gut oder doppelt so schlecht (bei einer negativen Beziehung) sind. Die Vergleichbarkeit der Resultate ist bei binären Daten einfacher.

Der Begriff der „closeness centrality“ gibt Auskunft über die durchschnittliche Entfernung eines Akteurs zu allen anderen Akteuren. Dabei muss bedacht werden, dass es sich hier um soziale und nicht euklidische Distanzen handelt. Die genaue Formel zur Berechnung findet sich in Wasserman/Faust (1999, S. 186).

„Betweenness centrality“ ist eine interessante Möglichkeit, die Kontrolle von Flüssen in einem Netzwerk zu messen. Technisch betrachtet wird gemessen, wie oft ein Akteur auf den kürzesten Verbindungen zwischen allen Akteuren liegt (Wasserman/Faust, 1999, S. 188ff). Abbildung 1 stellt zwei Extremwerte von „betweenness centrality“ dar. Links hat nur der Akteur in der Mitte einen positiven Wert, da er auf allen Verbindungen liegt. Rechts verfügt jeder Akteur über eine direkte Verbindung zu jedem anderem Akteur, wodurch alle Akteure einen Wert von Null aufweisen. Wenn man sich nun vorstellt, dass in den oben dargestellten Netzwerken Informationen oder Handelsgüter fließen, kann man sich gut vorstellen, dass nur im linken Netzwerk Kontrolle über die Ströme erfolgen kann.

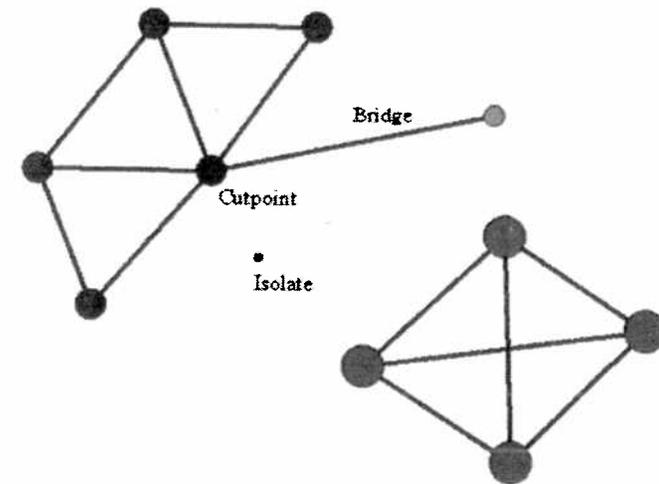


Abbildung 2: Cohesive subgroups

2.4 Gruppen

Zu Beginn wurde festgestellt, dass es das Ziel der sozialen Netzwerkanalyse ist, Strukturen aufzudecken. Die Identifizierung von Gruppen ist eine Möglichkeit, um dieses Ziel zu erreichen. Dabei können verschiedene Arten von Gruppen identifiziert werden, wobei jeweils unterschiedliche Merkmale hervorgehoben werden.

Die einfachste Gruppe wird Komponente genannt. Komponenten sind verbundene Teile eines Netzwerkes. Abbildung 2 zeigt beispielsweise ein Netzwerk das aus drei Komponenten besteht¹. Per Definition sind auch sogenannte „isolates“, Akteure die über keinerlei Verbindung verfügen, einzelne Komponenten (de Nooy et al, 2005, S. 66).

Anhand obiger Abbildung lassen sich interessante Merkmale eines Netzwerkes darstellen, welche die Anzahl der Komponenten eines Graphen beeinflussen können. Ein „cutpoint“ ist ein Knoten dessen Verschwinden die Anzahl der Komponenten erhöht. Im dargestellten Beispiel wurde ein spezifischer Knoten angezeigt, dessen Wegfallen die Anzahl der Komponenten auf vier erhöht. Den selben Effekt kann eine „bridge“ haben. Anstatt des Wegfallens eines Knotens

¹In Abbildung 1 wurden zwei verschiedene Netzwerke dargestellt, während hier ein Netzwerk dargestellt wird.

erhöht das Eliminieren einer Verbindung die Anzahl der Komponenten. Abbildung 2 enthält nur eine Verbindung, die den Status einer „bridge“ aufweist (Wasserman/Faust, 1999, S. 112-115).

Das Konzept der „k-cores“ definiert Gruppen nach dem minimalen gemeinsamen „degree“. K gibt dabei das gewünschte Minimum an. In Abbildung 2 haben wir somit ein 0-core, das aus dem einzigen isolierten Knoten besteht. Als größtes „core“ ist ein 3-core rechts unten vorhanden (jeder Akteur hat einen „degree“ von mindestens 3). Dazwischen lassen sich noch ein 1- und ein 2-core finden. Die Größe der Knoten wurde für diese Abbildung anhand der Größe des „cores“ gewählt. Der Vorteil dieser Bestimmung von Gruppen ist die Identifizierung von besonders dichten Teilen eines Netzwerkes (de Nooy et al, 2005, S. 70-72).

Cliquen sind noch enger gefasst als „cores“. In de Nooy et al werden sie wie folgt definiert: „A clique is a maximal complete subnetwork containing three vertices or more.“ (de Nooy et al, 2005, S. 73). Es werden nur maximal verbundene Teile eines Netzwerkes zu Cliques gezählt. Dies ist dann der Fall wenn alle möglichen Verbindungen in einem Subnetzwerk bestehen. In Abbildung 2 ist das Subnetzwerk in der rechten unteren Ecke eine 4-Clique. Diese besteht aus 4 Mitgliedern die mit allen Mitgliedern dieses Subnetzwerkes verbunden sind. Würde nur diese Clique ein Netzwerk für sich darstellen, würde das Netzwerk eine maximale Dichte und eine Netzwerkzentralität von Null aufweisen.

Die letzte Art von Gruppen, die hier präsentiert werden soll, folgt einem anderen Ansatz. Anstatt den „degree“ zur Gruppenbestimmung zu nutzen, werden Gruppen durch die Stärke der Verbindungen („tie strength“) definiert. John Scott führte dieses Konzept unter dem Namen „m-core“ ein. Dieser Name wurde von de Nooy et al auf den Begriff „m-slice“ abgeändert, um den Unterschied zum „k-core“ zu betonen. Die Betonung der „tie strength“ statt des „degrees“ ist dabei das Hauptmerkmal. Die Benennung der Gruppe basiert auf dem gleichen Prinzip wie beim „k-core“. Ein 3-slice besteht somit aus einer Gruppe, in der alle Mitglieder zumindest eine „tie strength“ von drei aufweisen. Diese Art der Berechnung lässt sich gut nutzen um drei-dimensionale Visualisierungen von Gruppen zu implementieren.

2.5 Rollen

Die Identifizierung von Gruppen ermöglicht es, einen genauen Blick auf die Rollen einzelner Akteure zu werfen. Gould und Fernandez (1989) haben fünf verschiedene Rollen identifiziert, die in Abbildung 3 dargestellt sind. Diese Abbildung unterstellt eine gerichtete Beziehung, die von links nach rechts verläuft. Dadurch fällt dem Akteur, der jeweils oben dargestellt wird, eine gewisse Rolle

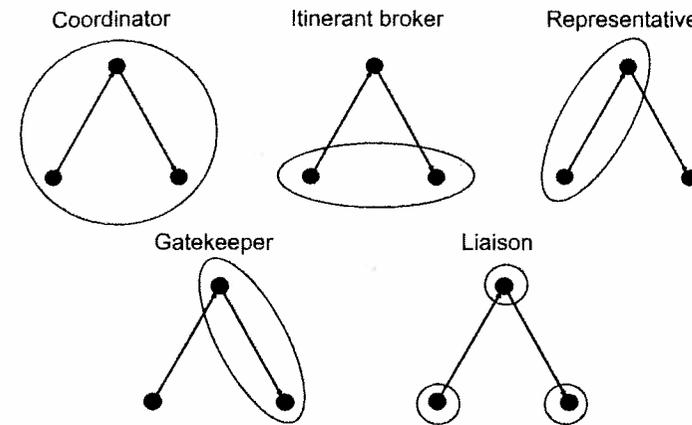


Abbildung 3: Brokerage roles

zu. Die unterschiedlichen Rollen ergeben sich aus den verschiedenen definierten Gruppen. Die Rolle des oben gelegenen Akteurs wird je nach Gruppenzugehörigkeit anders gesehen. Gruppen sind in dieser Abbildung durch einen Kreis bzw. eine Ellipse dargestellt, welche die Gruppenmitglieder umhüllt.

Die Rolle des Koordinators fällt einem Akteur zu, der innerhalb der eigenen Gruppe vermittelt. Der „itinerant broker“ agiert gleich einem Mediator als Fremder innerhalb einer anderen Gruppe. Er interagiert mit zwei Akteuren, die beide der gleichen Gruppe angehören. Der Repräsentant vertritt, wie der Name bereits verrät, die eigene Gruppe gegenüber einer anderen Gruppe. Der „gatekeeper“ stellt dazu das genaue Gegenstück dar. Er ist der erste Ansprechpartner für Vertreter einer anderen Gruppe. Von „liaison“ wird gesprochen, wenn alle Akteure unterschiedlichen Gruppen angehören.

2.6 Blockmodels

Blockmodeling ist eine Technik, die geeignet ist, kleine, relative dichte Netzwerke zu untersuchen. Mittels Matrixpermutation (dem Neuordnen von Zeilen und Spalten innerhalb einer Matrix) ist es möglich, Muster und Strukturen in einer Matrix zu entdecken (de Nooy et al, 2005, S. 259-260). Man spricht bei einem Blockmodel auch von isomorphen Strukturen, da die Struktur durch die unterschiedliche Anordnung von Zeilen und Spalten nicht verändert wird (Wasserman/Faust, 1999, S. 117-118).

Mittels Blockmodeling können Gruppen in Cluster gruppiert werden. Cluster werden hier meist nach einer möglichst hohen Interaktionsdichte definiert. Von

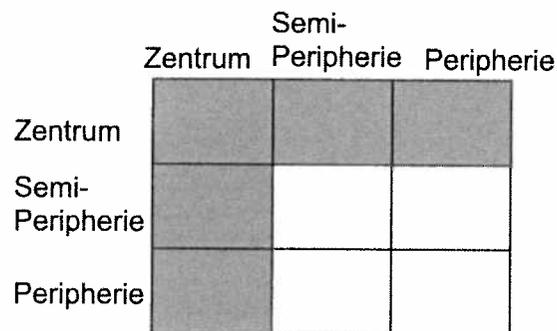


Abbildung 4: Zentrums-Peripherie Struktur

diesen Clustern ausgehend kann man die Verbindungen zwischen den Clustern analysieren. Die Cluster können nach unterschiedlichen Methoden gebildet werden. De Nooy et al schlagen die Verwendung des Ward-Algorithmus vor, um anhand von Ungleichheit der Knoten Cluster zu bilden.

Abbildung 4 zeigt eine Zentrums-Peripherie Struktur, die das Resultat eines Permutationsvorganges sein könnte. Die grauen Felder simulieren Einsen einer Matrix, während die weißen Felder Nullen symbolisieren. In diesem Fall herrscht nur Interaktion zwischen dem Zentrum und der Semiperipherie und der Peripherie, während die unterschiedlichen Peripherien nicht miteinander in Beziehung stehen.

Anhand von struktureller und regulärer Äquivalenz kann getestet werden, wie gut eine derartige Struktur einem Modell entspricht. „Two vertices are structural equivalent if they have identical ties with themselves, each other, and all other vertices“ (de Nooy et al, 2005, S. 266). Diese Definition geht von der sehr strikten Annahme aus, dass Cluster nur dann gebildet werden können, wenn ein Knoten genau dieselben Verbindung aufweist wie die anderen Knoten des Clusters. In der Praxis kommt das nur bei Cliques vor, die ebenfalls sehr rigide definiert werden. Reguläre Äquivalenz geht von einer lockereren Annahme aus. Hier werden Cluster gebildet sobald zumindest eine Verbindung in jeder Zeile und jeder Spalte (für den Bereich des Clusters) vorhanden sind („a regular block contains at least one arc in each row and in each column“) (de Nooy, 2005, S. 281). Diese Annahme ist womöglich geeigneter empirische Ergebnisse abzubilden als die Annahmen der strukturellen Äquivalenz. Für beide Arten von Äquivalenz kann man die Qualität des Modells testen, indem die Anzahl der „Ausreißer“ („misfit“) gemessen werden. Wegen der restriktiven Annahmen hat strukturelle Äquivalenz normalerweise eine höhere Fehlerrate als die reguläre Äquivalenz.

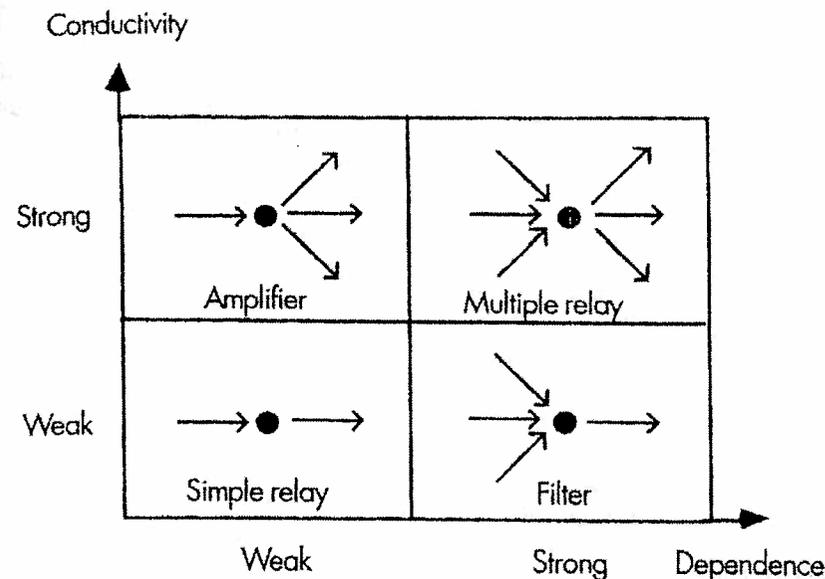


Abbildung 5: Diffusion (nach Degenne/Forse, 1999, S. 171)

2.7 Diffusion

Eingangs wurde erwähnt, dass Hägerstrand für seine Studien über Diffusion Methoden verwendet hat, die denen der sozialen Netzwerkanalyse ähnlich sind. Die Analyse von Netzwerken und etwaige Änderungen im Zeitablauf können Diffusionsmuster darstellen. So kann untersucht werden, wo eine Innovation zuerst auftrat und wie sie sich weiter verbreitet hat. Dabei kommen einzelnen Akteuren oft bedeutende Rollen zu wie die Untersuchungen von Coleman, Katz und Menzel eindringlich demonstrieren. Diese bahnbrechende Studie zeigt, dass einzelne Akteure sehr unterschiedliche Wirkungen auf den Diffusionsprozess haben können (vgl. Coleman et al, 1966)

In Abbildung 5 werden vereinfacht vier verschiedene Rollen angeführt, die Akteure einnehmen können. Es ist zu beachten das auf der Y-Achse der „outdegree“ und auf der X-Achse der „indegree“ dargestellt. Die Autoren verwendeten die Begriffe „Conductivity“ und „Dependence“ allerdings sollte in diesem Kontext auf die SNA spezifischeren Begriffe verwiesen werden. Es ist relativ offensichtlich, dass ein hoher „outdegree“ für Diffusion wesentlich ist und ein „indegree“ größer als Null notwendig ist um Diffusion zu ermöglichen.

3 Regionalforschung

Regionalforschung wird hier als jene Disziplin betrachtet, die sich vorrangig mit den Konzepten Raum und Region beschäftigt. Dabei finden sich beispielsweise Fragestellungen zu den folgenden Themen:

- Migration
- Pendelbewegungen
- Stadtnetzwerke
- Theorie der Stadtsysteme
- Cluster
- Innovatives Milieu
- Diffusion
- Regionale Input-Output-Tabellen
- Zentrum/Peripherie

Alle oben genannte Bereiche der Regionalforschung finden sich auch in der sozialen Netzwerkanalyse wieder, oder lassen sich durch sie zumindest auf interessante Art und Weise neu darstellen. Die folgenden Beispiele sollen die bereits genannten Überschneidungen von Regionalforschung und sozialer Netzwerkanalyse in konkreter Form darstellen.

- Österreichischer Biotech-Beteiligungen am 4. und 5. Rahmenprogramm der EU
- Wallersteins Weltsystem
- US-Internal Migration

3.1 Biotech

Das erste Beispiel zeigt österreichische Beteiligungen am 4. und 5. Rahmenprogramm der Europäischen Union. Diese Visualisierung verwendet eine kartenähnliche Form, in der Knoten nach ihrer geographischen Lage platziert wurden. Aufgrund einer hohen Anhäufung von Knoten in sehr kleinen Bezirken handelt es sich hier nur um eine schematische Darstellung von Wien und der näheren Umgebung.

Akteure werden über Projekte (EU-Projektbeteiligungen), die als schwarze und weiße Quadrate dargestellt sind, miteinander verbunden. Schwarze Quadrate geben eine Verbindung mit einem Akteur innerhalb der Region an, während weiße Quadrate eine internationale Beteiligung anzeigen. Obwohl hier internationale Partner aus Gründen der Datenlage nicht individuell identifiziert werden können, so kann man über das Fehlen eines regionalen oder nationalen Partners

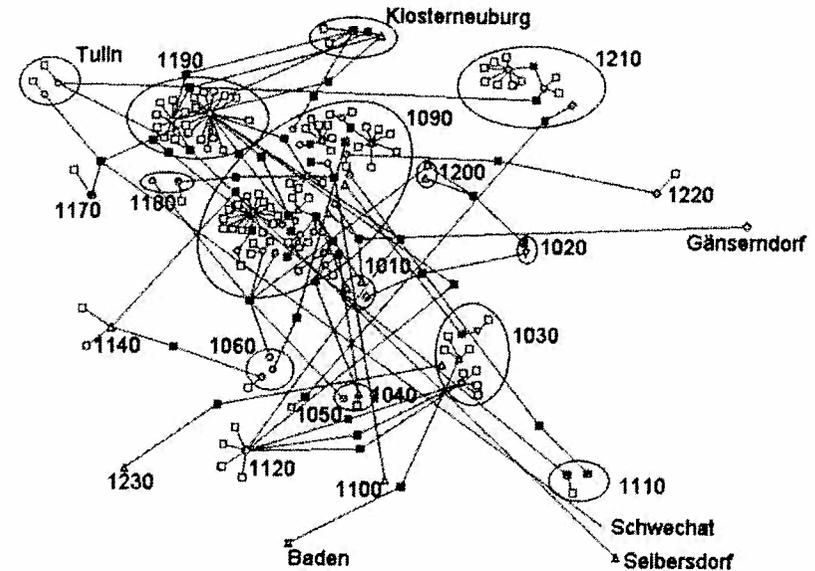


Abbildung 6: Biotechnologie Beteiligungen in Wien und Umgebung

doch darauf schließen, dass ein internationaler Partner vorhanden sein muss, da ein Projekt ansonsten nicht möglich wäre².

Die Ziffern dieser Abbildung geben Auskunft über die jeweiligen Wiener Bezirke in denen die Akteure liegen. Orte außerhalb der Stadt Wien werden explizit genannt und aus Darstellungsgründen am „Stadtrand“ platziert. Was in dieser Abbildung sofort auffällt, ist die Konzentration von Aktivität in wenigen Bezirken. Die sehr hohen Beteiligungszahlen im 3., 9., 19. und 21. Wiener Gemeindebezirk lassen sich auf Universitätsstandorte und den Wiener Biotech Campus zurückführen. Diese Orte weisen auch einen hohen Anteil an internationalen Beteiligungen auf. Nur im 12. Wiener Gemeindebezirk sind ebenfalls mehrere internationale Beteiligungen zu finden. Dies lässt sich auf einen multinationalen Pharmakonzern zurückführen.

Da nur sehr wenige nationale Verbindungen vorhanden sind, wurden diese in der Visualisierung ausgeblendet. Das Fehlen einer nationalen Einbindung und ein starker regionaler und internationaler Fokus lässt sich auch anhand einer

²Beteiligungen an EU-Rahmenprogrammen benötigen zumindest Partner aus drei unterschiedlichen Mitgliedsstaaten.

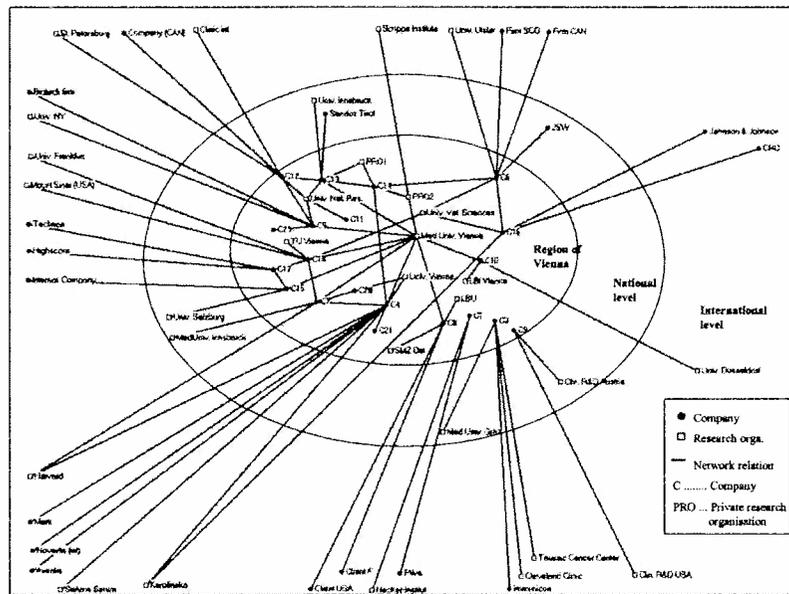


Abbildung 7: Konzentrische Darstellung Wiener Beteiligung an Biotech nach Tödtling und Trippel (2005)

Untersuchung von Tödtling und Trippel (2005) zeigen. In Abbildung 7 wird eine Visualisierung ihrer Ergebnisse dargestellt, welche die obigen Erkenntnisse unterstreicht.

Der innere Kreis zeigt Verbindungen innerhalb der Region Wiens, wobei weiße Kreise Unternehmen darstellen und Quadrate Universitäten repräsentieren. Außen befinden sich internationale Akteure und in der Mitte nationale Akteure. Es werden formale Netzwerkbeziehungen dargestellt. Es ist unschwer zu erkennen, dass regionale und internationale Verbindungen vorherrschen und nationale Verbindungen eher selten vorkommen.

3.2 Wallersteins Weltsystem

Immanuel Wallerstein stellte 1974 das Konzept eines kapitalistischen Weltsystems dar, welches seit dem 16ten Jahrhundert besteht. Dem folgend kann die Weltwirtschaft in einen Kern, eine Semiperipherie und eine Peripherie gegliedert werden. Die Position eines Landes in diesem System geht auf seinen jeweiligen Reichtum und seine Handelsbeziehungen zurück. Reiche Länder liegen im

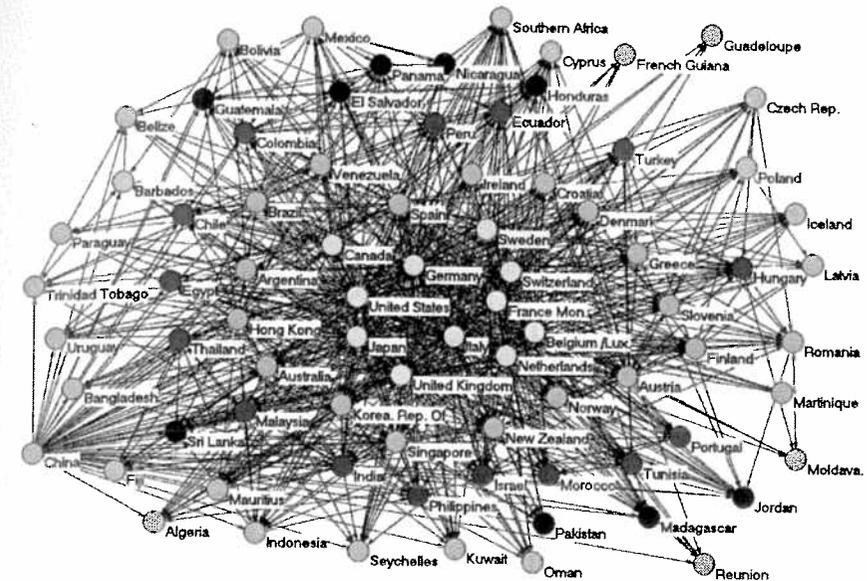


Abbildung 8: Welthandel und Weltsystemposition (nach de Nooy et al, 2005)

Zentrum, während arme Länder in der Peripherie liegen (de Nooy et al, 2005, S. 29).

Dieser Ansatz wurde in der sozialen Netzwerkanalyse zuerst von Snyder und Kick (1979) aufgegriffen. Ihr Ansatz wurde von Smith und White (1992) weiterentwickelt, deren Arbeit die Vorlage für das hier gezeigte Beispiel ist, das de Nooy et al entnommen wurde. Es werden Importströme von High-tech Produkten und Produkten der Schwerindustrie zwischen Ländern gezeigt. Die Position der Länder (Zentrum bis Peripherie) wurde mithilfe von Blockmodeling bestimmt (de Nooy, 2005, S. 30). Das Resultat ist eine Zentrums-Peripherie Struktur, wie sie schematisch in Abbildung 4 dargestellt wurde. In annähernd konzentrischen Kreisen werden die Abstufungen zwischen Zentrum und Peripherie visualisiert. Eine klare Trennung von Industriestaaten, Schwellenländern und Entwicklungsländern lässt sich nachvollziehen.

In Abbildung 9 werden die Warenströme zwischen den Kontinenten dargestellt. Die Größe der Knoten symbolisieren das Handelsvolumen innerhalb des Kontinents, während die Verbindungsstärke das Ausmaß des Handels zwischen Kontinenten darstellt. Hier wird das Handelsgefälle zwischen Industriestaaten und Entwicklungsländern auf sehr intuitive Weise dargestellt.

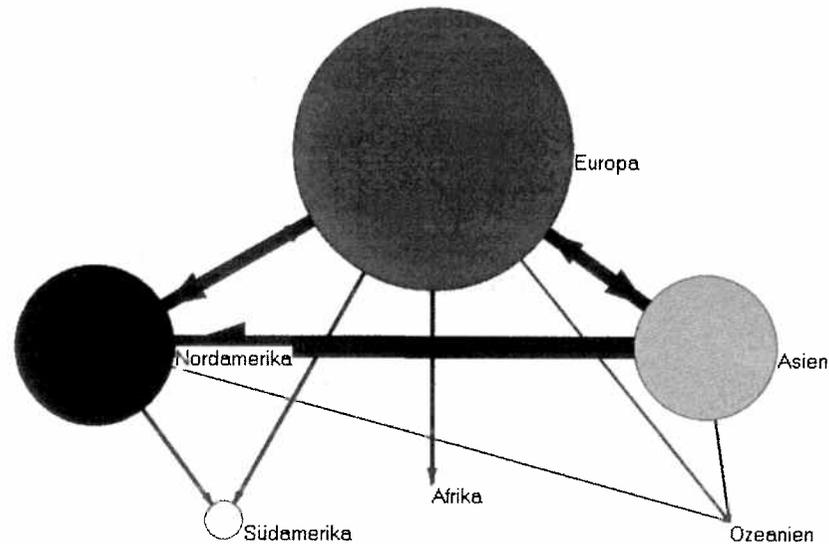


Abbildung 9: Welthandel zwischen Kontinenten (nach de Nooy et al, 2005)

3.3 US-Internal Migration

Das letzte Beispiel dieses Beitrags illustriert die Verwendung von sozialer Netzwerkanalyse, um Migration darzustellen. Anhand von Daten des US-Zensus für die Zeit von 1995 bis 2000 werden kumulierte Migrationsströme zwischen den 50 Bundesstaaten der USA und dem District of Columbia visualisiert (siehe <http://www.census.gov/population/cen2000/phc-t22/tab03.xls>).

Um die unterschiedlichen Größen der Bundesstaaten vergleichbar zu machen, wurden die Daten in Anlehnung an die Gravitationstheorie folgendermaßen standardisiert: Der Wanderungsstrom zwischen zwei Bundesstaaten wird durch die Wurzel des Produktes der Bevölkerung des „sendenden“ und des „empfangenden“ Bundesstaates dividiert. In den folgenden Abbildungen werden nur jene Wanderungsrelationen dargestellt, deren standardisierter Wert größer gleich 0.062 ist. Dies ist jener Wert, an dem alle Staaten gerade noch mit dem Netzwerk verbunden sind. Ein höherer Wert führt zu „isolates“. Ein niedrigerer Wert macht eine Interpretation durch überlappende Linien schwieriger.

Abbildung 10 zeigt eine schematische Karte der USA, auf der Migrationsströme innerhalb der USA dargestellt werden. Die Größe der Knoten zeigt den „outdegree“ der einzelnen Staaten an und zeigt somit, wie viele Migranten insgesamt

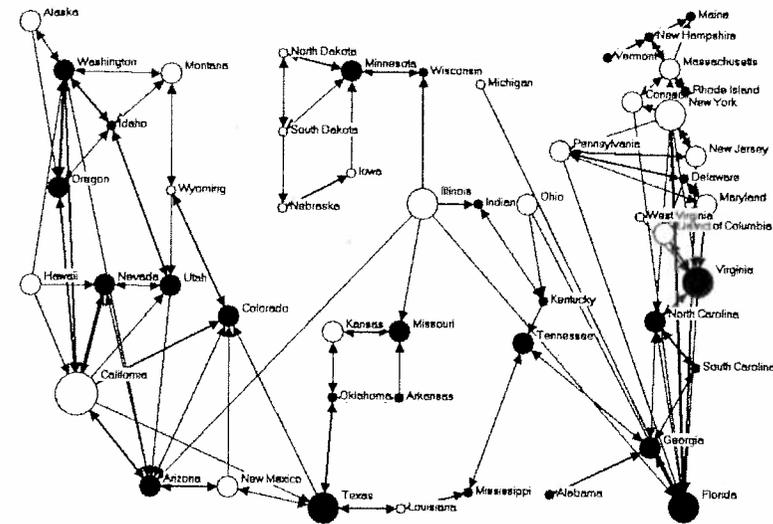


Abbildung 10: US-internal migration I - Outdegree

den Staat verlassen. Weiße Kreise zeigen darüber hinaus, dass ein Staat mehr Migranten verliert als gewinnt. Schwarze Kreise sind dagegen die „Gewinner“. Es ist interessant, dass man eine relativ klare Trennung zwischen Osten und Westen beobachten kann. Weiters fällt die recht isolierte Lage der sogenannten „prairie states“ im Mittleren Westen auf.

Das selbe Netzwerk wird in Abbildung 11 gezeigt. Dieses unterscheidet sich nur durch die Anordnung der Knoten und deren Größe. Hier repräsentiert die Größe den „indegree“. „Verlierer“ und „Gewinner“ werden wiederum durch die Farben weiß und schwarz symbolisiert. In diesem Netzwerk wurde die Position der Staaten einem Algorithmus überlassen, der Staaten, die miteinander verbunden sind, nebeneinander darzustellen versucht, während Staaten, die nicht miteinander verbunden sind, möglichst weit entfernt platziert werden.

Auch hier sind wiederum die bereits beobachteten Gruppen zu erkennen. Es herrscht eine relativ klare Einteilung in Ost und West. Diese Trennung scheint nur durch Illinois und jene Staaten, die im Süden der USA liegen, unterbrochen zu werden. Scheinbar handelt es sich bei dieser Verbindung um eine Brücke zwischen Ost und West. Diese Sicht impliziert eine Dynamik die nicht vorhanden ist, da hier kumulierte Ströme für einen fixen Zeitraum (1995-2000) visualisiert werden. Obwohl sich der Gedanke aufdrängt die Abbildung wie einen Fluss zu betrachten, kann man nur Aussagen über Migrationsströme zwischen zwei Staa-

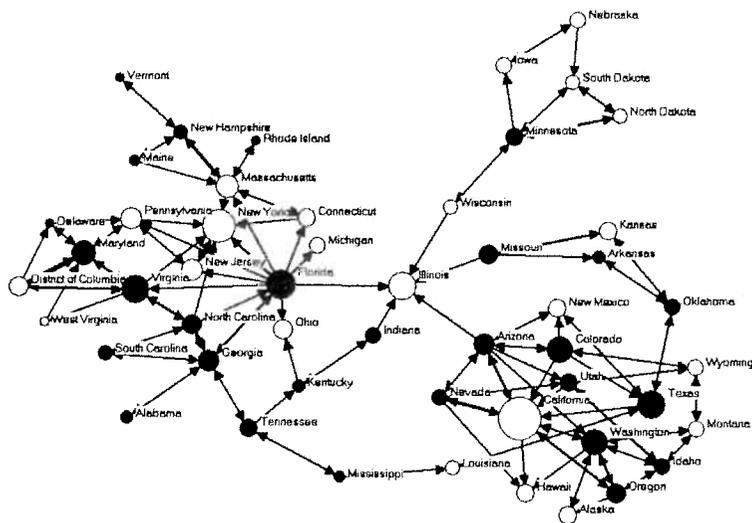


Abbildung 11: US-internal migration II Indegree

ten treffen. Dies soll als Beispiel dienen, dass Visualisierungen immer kritisch auf ihren eigentlichen Inhalt hinterfragt werden.

4 Resümee

Am Anfang dieses Beitrags wurde die Frage gestellt, ob soziale Netzwerkanalyse für Fragestellungen der Regionalwissenschaft geeignet sei. Durch die äußerst umfassende Definition eines Netzwerkes bietet sich eine breite Möglichkeit von Anwendungen an, die hier nur beispielhaft ausgeführt wurden. Deshalb kann man die eingangs gestellte Frage mit einem deutlichem Ja zu beantworten. Der Fokus auf Beziehungen und Strukturen lässt sich auch für Themen der Regionalwissenschaft einsetzen. Es gibt zahlreiche Fragestellungen, die sich in beiden Feldern finden, jedoch unterschiedlich untersucht werden.

Dies bedeutet nun nicht das soziale Netzwerkanalyse die einzige Methode der Regionalwissenschaft zur *Analyse von Interaktionen* werden soll oder kann. Vielmehr sollte man SNA als weitere Methode betrachten, die geeignet ist, strukturelle Fragen zu untersuchen und zu beantworten. Visualisierungen bieten die Möglichkeit, spezifische Themen explorativ zu beleuchten, während Blockmodels genutzt werden können, um zu testen, welche Art von Struktur in einem Netzwerk dominiert oder vorhanden ist.

Literatur

- Coleman, J.S., Katz, E. and Menzel, H. (1966). *Medical Innovation: A Diffusion Study*. Indianapolis: Bobbs-Merril
- Degenne, A., and Forse, M. (1999). *Introducing Social Networks*. London: Sage
- de Nooy, W., Mrvar, A. and Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge: Cambridge University Press
- Freeman, L. (2004). *The Development of Social Network Analysis*. Vancouver: Empirical Press
- Gould, R.V. and Fernandez, R.M. (1989). Structures of mediation: a formal approach to brokerage in transaction networks. In: *Sociological Methodology*, 1990, San Francisco, CA: Jossey-Bass, 89-126
- Smith and White. (1992). Structure and dynamics of the global economy network analysis of international trade 1965-1980. In: *Social Forces* 70, 857-93
- Snyder and Kick. (1979). Structural position in the world system and economic growth 1955-70. In: *American Journal of Sociology* 84, 1096-126
- Tödtling, F. and Trippel, M. (2005). Knowledge links in high-technology industries: Markets, Networks or Milieu? The case of the Vienna biotechnology cluster. presented at the DRUID Tenth Anniversary Summer Conference on „Dynamics of Industry and Innovation: Organisations, Networks and Systems“ Copenhagen, June, 27-29 2005
- Wasserman, S. and Faust, K. (1999). *Social Network Analysis Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press