

# Verfahren der „Sozialen Netzwerkanalyse“ und ihre Anwendung in der Archäologie

Erich Claßen

**Zusammenfassung** – Die Verfahren der sozialen Netzwerkanalyse finden in den Sozialwissenschaften breite Anwendung, werden von der archäologischen Forschung bislang aber kaum wahrgenommen. Ziel der Netzwerkanalyse ist die Entdeckung und Darstellung der Struktur für ein gegebenes Netzwerk.

In der Ethnologie werden zum Beispiel die Kommunikation in Kleingruppen, der Austausch von Rohmaterialien oder die Diffusion von Neuerungen als Untersuchungsgegenstände angesehen. Diese Aspekte des menschlichen Verhaltens können ebenfalls in archäologischen Daten erfaßt werden.

Die hier präsentierten Anwendungen dieses analytischen Ansatzes in der Archäologie konzentrieren sich auf Ähnlichkeiten im Verzierungsspektrum bandkeramischer Tonware, die als ein Indikator für die Kommunikation zwischen bandkeramischen Siedlungen des Rheinlandes angesehen werden.

**Schlüsselwörter** – Soziale Netzwerkanalyse, Methodologie, Bandkeramik, Rheinland

**Abstract** – The methods of social network analysis are well known in the social sciences but have not yet been applied to archaeological data. Their aim is to discover and display the structure of a given network.

In cultural anthropology the communication between members of a group, the exchange of raw material and the diffusion of inventions are all subjects of interest. These aspects of human behaviour can also be observed in archaeological data.

The presented applications of this analytical approach in archaeology are concentrating on similarities in pottery decoration, which serve as an indication of communication networks between settlements of the "Bandkeramik" in the Rhineland.

**Key Words** – Social Network Analysis, Methodology, Early Neolithic, Bandkeramik, Rhineland

Dieser Beitrag stellt einige grundlegende Konzepte und Verfahren der sozialen Netzwerkanalyse vor, und erläutert deren Anwendung anhand eines Fallbeispiels – den Netzwerken zwischen bandkeramischen Siedlungen des Rheinlandes. In diesem Rahmen kann weder auf die Forschungsgeschichte der Netzwerkanalyse, noch auf die theoretischen Grundlagen der Sozialethnologie eingegangen werden, hierzu sei auf die Standardwerke von SCHWEIZER (1996) sowie WASSERMAN & FAUST (1994) hingewiesen. Ebenso wenig soll der Forschungsstand zur Bandkeramik im Rheinland aufgerollt werden. Die für das Verständnis der folgenden Ausführungen entscheidenden Aspekte zur Bandkeramik finden sich bei ZIMMERMANN (2002).

Die Verfahren der Sozialen Netzwerkanalyse beinhalten quantitative Methoden, mittels derer soziale Verflechtungen innerhalb von Gesellschaften beschrieben und komplexe Strukturen analysiert werden können.

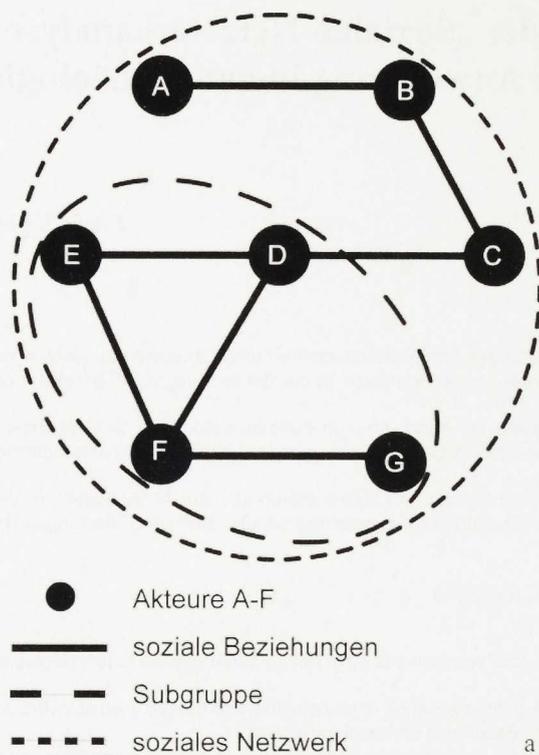
Die Netzwerkforschung liefert grundlegende formale Begriffe, Verfahren und Hypothesen zur Beschreibung und Erklärung sozialer Beziehungsgefüge. Die Untersuchung sozialer Beziehungen stellt auch einen Kernbereich archäologischer Forschung dar, allerdings bedienen sich Arbeiten zur

Sozialstruktur prähistorischer Gemeinschaften nur selten formaler Konzepte. Deren Anwendung ermöglicht aber erst den diachronen Vergleich von Gesellschaftsformen, mit dessen Hilfe historische Wissenschaften zum Verständnis heutiger Gesellschaften beitragen können.

Typisch für das Netzwerkdenken in den Sozialwissenschaften ist, daß soziale Systeme nicht als Ansammlung isolierter Akteure mit gewissen, in Variablen zu fassenden Eigenschaften begriffen werden. Netzwerkforschung richtet ihr Augenmerk vielmehr unmittelbar auf die Beziehung der Akteure in einem sozialen System und versucht, diese Muster zu beschreiben und aus dem Muster der Beziehungen Auskunft über die Handlungen der Akteure zu gewinnen.

*„Methodisches Ziel der Netzwerkanalyse ist im wesentlichen die Entdeckung und Darstellung der Sozialstruktur für ein gegebenes Netzwerk, das in relationalen Daten erfaßt ist“ (SCHWEIZER 1996, 166).*

Empirische Untersuchungsgegenstände einer solchen Strukturanalyse können sein: Kommunikation in Kleingruppen; Unterstützung und Konflikte im Freundeskreis; Tausch zwischen Verwandtschaftsgruppen; Beteiligung an Ritualen auf Dorfebene; Diffusion von Neuerungen in einer Berufsgruppe oder in einer Region; der Austausch von Rohstoffen



a

	A	B	C	D	E	F	G
A		1	0	0	0	0	0
B	1		1	0	0	0	0
C	0	1		1	0	0	0
D	0	0	1		1	1	0
E	0	0	0	1		1	0
F	0	0	0	1	1		1
G	0	0	0	0	0	1	

b

Abb. 1 Schematische Darstellung eines sozialen Netzwerkes als Soziogramm (a) und als Soziomatrix (b), zur Erläuterung wesentlicher Begriffe.

etc. (vgl. SCHWEIZER 1996, 158). Hierbei handelt es sich um Aspekte des menschlichen Verhaltens, die auch im archäologischen Datenbestand faßbar sind. Deshalb erscheint eine Anwendung dieser Verfahren sinnvoll und praktikabel.

Zur Analyse sozialer Netzwerke haben Soziologen und Ethnologen ein breites Spektrum an Methoden entwickelt, für welche die folgenden Grundbegriffe entscheidend sind (z.B. WASSERMAN &

FAUST 1994, 17-21; 28-59): **Akteure** sind Individuen oder kollektive soziale Einheiten. Als **soziale Beziehung** wird jedwede mit Sinn versehene Handlung zwischen Akteuren bezeichnet. Jede Teilmenge von Akteuren und alle Beziehungen zwischen diesen ist als **Subgruppe** definiert. Ein **soziales Netzwerk** besteht aus einer definierten Menge von Akteuren und allen Beziehungen, die zwischen diesen definiert werden.

In einer so genannten **Soziomatrix** werden die Akteure in den Zeilen und Spalten aufgelistet (Abb. 1b). Das Vorhandensein oder das Fehlen einer Beziehung wird mit 1 oder 0 in den Zellen der Matrix kodiert. In einem Graphen, oder **Soziogramm** (Abb. 1a), werden die Akteure durch Knotenpunkte dargestellt, die durch Linien verbunden sind, welche die soziale Beziehung widerspiegeln. Da sich Netzwerke als Graph oder als Matrix darstellen lassen, sind für ihre Analyse folglich auch Matrixalgebra und Graphentheorie von entscheidender Bedeutung. Für den mathematischen Hintergrund und die einzelnen Prozesse der Analysen sei an dieser Stelle auf WASSERMAN & FAUST verwiesen (1994, 67-166).

Im hier behandelten Beispiel - den sozialen Netzwerken in der Bandkeramik - werden die gleichzeitigen Siedlungen als Akteure betrachtet. Als soziale Beziehungen können zum einen Ähnlichkeiten im Verzierungsrepertoire herangezogen werden, zum anderen kann der Austausch von Feuersteinrohmaterialien im Sinne ökonomischer Beziehungen gedeutet werden. Die ersten Ergebnisse, die sich auf die Rohmaterialien der Steingeräte beziehen (REEPMEYER 2002, 73-104) wurden bereits an anderer Stelle angesprochen (CLÄßEN & ZIMMERMANN 2004, 470) und stehen hier im Hintergrund. Der folgende Text konzentriert auf die Untersuchung der Keramik.

Im Verzierungssystem der Bandkeramik wird zwischen Randmotiven, bandförmigen Motiven auf dem Gefäßkörper und so genannten Zwickelmotiven unterschieden, die in den Winkel zwischen den Scheiteln der Bandmotive angebracht wurden (vgl. STEHLI 1973).

Bisherige Untersuchungen zeigen, daß die Zwickelmotive der Bandkeramik eine große Variationsbreite aufweisen, weshalb sich die Netzwerkanalysen zunächst auf diese konzentrieren. Diese Motive scheinen „... weniger stark den Stilnormen unterworfen als Band- und Randverzierungen.“ Es ist zu prüfen, ob sich hierin nicht „...individuelle oder lokale Töpfertraditionen nachweisen lassen“ (STEHLI 1973, 73). Christiane Krahn stellt die Frage, ob die Zwickelmotive vielleicht „...Symbole waren, die ... Aussagen zur Identifizierung des Herstellers“ (Krahn 1994, 104) enthalten.

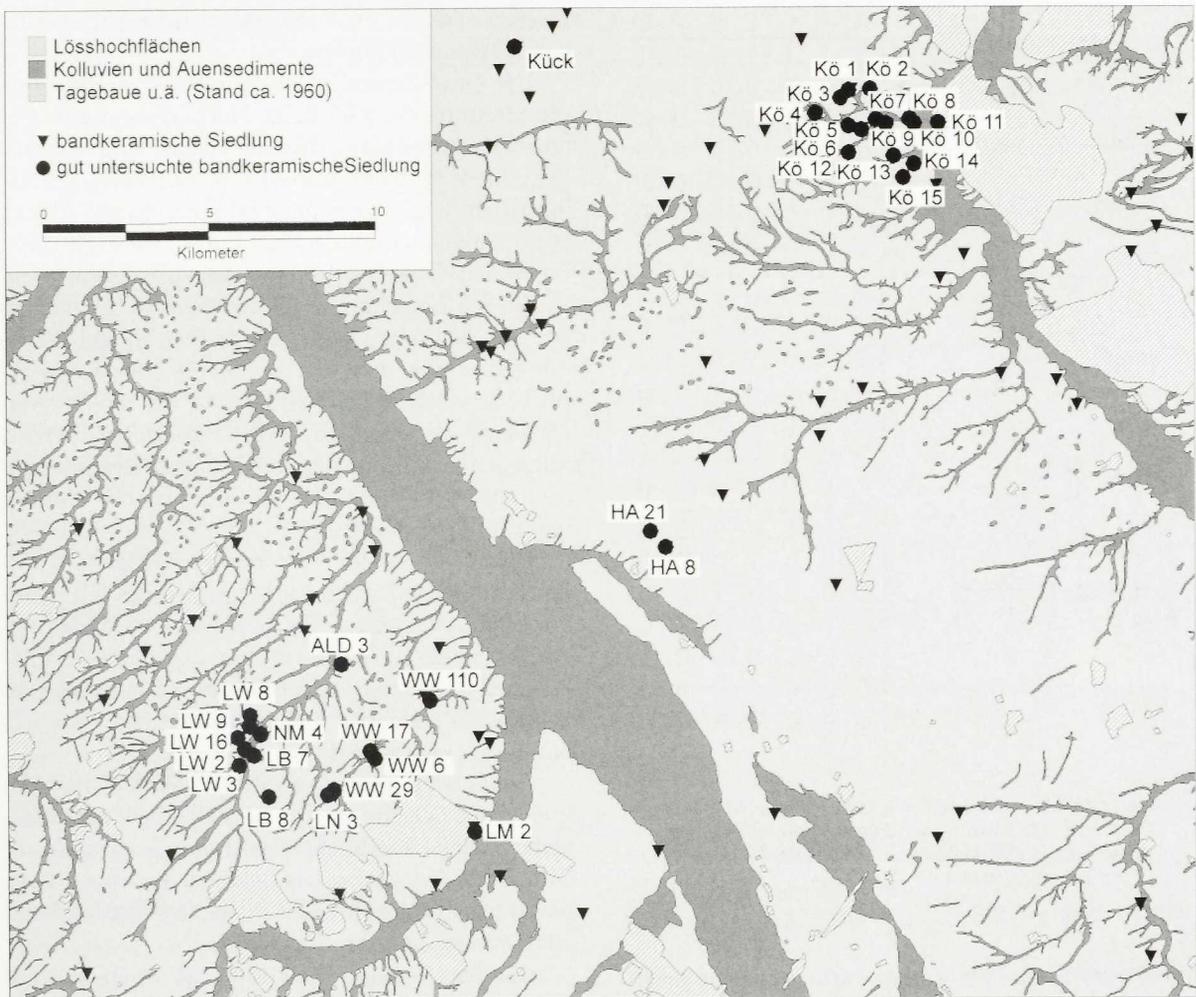


Abb. 2 Kartierung bandkeramischer Siedlungsplätze der Niederrheinischen Bucht.<sup>1</sup>

tität einer Gruppe ermöglichen“ (KRAHN 1999, 480, Anm. 123).

Neuere, v. a. auf den Siedlungsplatz Langweiler 8 bezogene Untersuchungen zeigen (KRAHN 2003):

1. Die Zwickelmotive spiegeln größtenteils keine hofplatzgebundenen Traditionen wider.
2. Eine Spezialisierung des Töpferhandwerks ist aufgrund der Singularität vieler Zwickelmotive wenig wahrscheinlich.
3. Ein Zusammenhang mit der Funktion der Gefäße ist unwahrscheinlich.
4. Es handelt sich vermutlich nicht um zweckfreie Ornamente sondern um Symbole, da einige Motive über einen Zeitraum von mehr als 250 Jahre tradiert werden.

Die Datenbasis der Netzwerkanalysen beinhaltet alle dekorierten Gefäße von gut untersuchten bandkeramischen Siedlungsplätzen (Abb. 2), die einer

bestimmten Hausgeneration zugewiesen werden können (z.B. STEHLI 1994). Für die ersten Auswertungen wurden die feinchronologisch datierten Inventare in drei Phasen, die ältere, mittlere und jüngere Bandkeramik, zusammengefaßt.

In den zu untersuchenden Datensätzen – Akteur \* Akteur-Matrizen – zeigen die Zellen jeweils an, ob zwei Siedlungen gleiche Zwickelmotive aufweisen oder nicht.

Eine Analyse solcher Matrizen kann mit dem von Soziologen entwickelten Programmpaket UCINET (BORGATTI et al. 2002; <http://www.analytictech.com/ucinet.htm>) durchgeführt werden.

Zunächst sollen nun einige Fragestellungen und Verfahren der Netzwerkanalyse vorgestellt werden, die für die archäologische Anwendung von Interesse sind.

Ein wichtiger Untersuchungsbereich von Netzwerkanalysen ist die Zentralität von Akteuren und

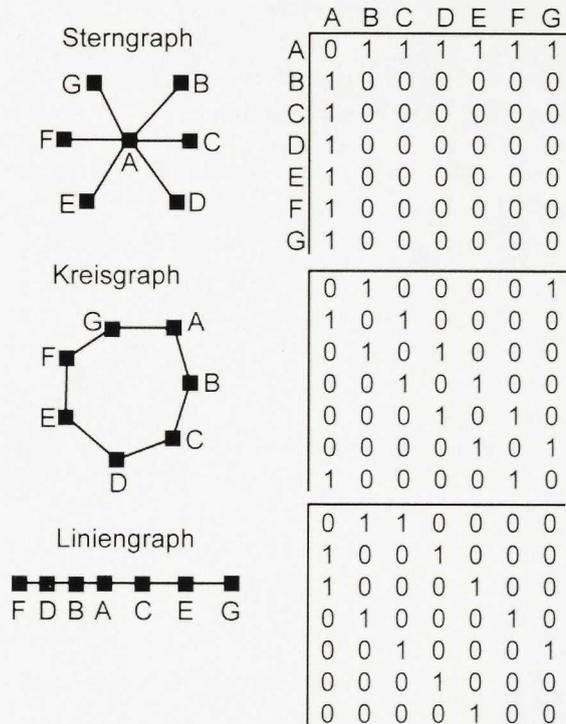


Abb. 3 Vereinfachte Graphen und die korrespondierenden Matrizen zur Erläuterung der Unterschiede zwischen den verschiedenen Zentralitäts- und Zentralisiertheitsmaßen (nach WASSERMAN & FAUST 1994, 171 Fig. 5.1).

die Zentralisiertheit von Netzwerken. Hierbei sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden (SCHWEIZER 1996, 190):

1. In welchem Maße unterscheiden sich die Akteure in ihrer Aktivität?
2. Wie unabhängig sind sie vom Zugriff anderer?
3. Welches Potential haben sie zur Kontrolle des Interaktionsflusses in einem Netz?

Aktivität, Autonomie und Kontrolle lassen sich mit verschiedenen graphentheoretischen Kennwerten „messen“. Es sind dies der Grad, die Closeness und die Betweenness von Akteuren und von Netzwerken.

Die Unterschiede zwischen diesen Zentralitätsmaßen lassen sich am einfachsten anhand der Graphen in Abbildung 3 erläutern, wobei hier nur auf die Grad- und Betweenness-Maße eingegangen wird.

Die **Grad-Zentralität** erfasst die direkten Beziehungen eines Akteurs im Netz, ist also Indikator für seine Aktivität. Je mehr Beziehungen ein Akteur auf sich vereinigt, desto zentraler ist er (A im Sterngraph). Aktive Akteure weisen also hohe Gradwerte auf. Akteur A im Sterngraphen unterhält Beziehung

zu allen anderen, er ist sehr aktiv und somit ist seine Grad-Zentralität hoch.

Die Grad-Zentralisiertheit ist eine Maßzahl für die Streuung der Grade im Netz. Weisen alle Akteure denselben Grad, also die gleiche Aktivität auf, liegt der Wert bei 0 (Kreisgraph). Die Grad-Zentralisiertheit des Sterngraphen ist hoch, da ein Akteur (A) mit allen anderen verbunden ist, während diese untereinander keine Beziehungen aufweisen.

Bei der Berechnung des Gradwertes unterscheiden wir den rohen Wert, der die Anzahl der Beziehungen angibt, also hier im Beispiel des Sterngraphen für Akteur A 6 beträgt und für die anderen Akteure 1. Die standardisierte Grad-Zentralität wird hingegen auf die Größe des Gesamtnetzes bezogen und ergibt für Akteur A im Sterngraphen somit 1 und für alle anderen 0,17.<sup>2</sup>

Die auf den gesamten Graphen bezogene **Grad-Zentralisiertheit** setzt den größten im Graphen vorkommenden Grad eines Akteurs in Beziehung zu allen anderen Graden und zu der maximal möglichen Summe der Abweichungen zwischen dem zentralsten Akteur und allen anderen. Im Falle des Sterngraphen ergibt sich ein Wert von 1.

Die **Betweenness-Zentralität** betrachtet auch die indirekten Beziehungen, und stellt dabei die Kontrolle aller Verbindungswege durch Dritte ins Zentrum der Betrachtung. Die Betweenness dieser Dritten ist umso höher, je mehr Wege zwischen anderen Akteuren sie unterbrechen können.

Die Betweenness-Zentralität ist beispielsweise für die Akteure im Kreisgraphen niedrig: Alle Akteure kontrollieren die gleiche Anzahl von Beziehungen.

Die **Betweenness-Zentralisiertheit** besagt für das Netzwerk, ob z. B. ein Akteur auf allen Verbindungen der übrigen Akteure vorkommt. Die Betweenness-Zentralisiertheit des Stern- und Liniengraphen ist hoch, weil Akteur A bzw. A und C den Informationsfluß zwischen den anderen Akteuren kontrollieren könnten.

In der Berechnung der Betweenness-Zentralität ist also zu berücksichtigen, wie viele Verbindungen es zwischen zwei Punkten gibt, auf wie vielen eine bestimmter Dritter vorkommt und wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, daß eine solche Verbindung genutzt wird. Außer Betracht bleiben die eigenen Verbindungen des Dritten zu anderen.

Die Betweenness-Zentralitätswerte werden bei der Berechnung der Betweenness-Zentralisiertheit für das Gesamtnetz eingesetzt. Sie wird, analog zur Bestimmung der Grad-Zentralisiertheit, auf den größten beobachteten Betweenness-Wert und die Summe der Abweichungen der Einzelwerte hiervon sowie die Größe des Netzwerkes bezogen.

Ältere Bandkeramik			Mittlere Bandkeramik			Jüngere Bandkeramik		
Siedlung	Grad	Betweenness	Siedlung	Grad	Betweenness	Siedlung	Grad	Betweenness
LW 8	90	42.778	LW 8	92.857	6.233	LW 8	94.444	9.828
LW 16	70	8.333	LB 7	92.857	6.233	LB 7	88.889	3.619
LB 7	70	21.667	LW 2	92.857	18.651	LW 2	83.333	12.770
Kück	60	1.667	LM 2	92.857	6.233	LW 9	83.333	2.422
LM 2	40	0	Kück	78.571	1.380	LM 2	83.333	2.698
LW 2	40	0	Kö 14	78.571	1.380	Kück	83.333	2.698
LW 9	40	0	HA 21	71.429	1.038	Kö 14	77.778	5.373
LN 3	30	1.111	LW 9	71.429	0.244	NM 4	77.778	1.366
LB 8	20	0	ALD 3	64.286	0.122	HA 21	72.222	0.977
Kö 14	10	0	Kö 12	64.286	0.122	ALD 3	72.222	1.225
Kö 12	10	0	LW 16	64.286	0.122	WW 17	66.667	0.875
			Kö 9	42.857	0	LW 3	61.111	0.474
			LN 3	28.571	0	HA 8	55.556	0.059
			WW 17	28.571	0	WW 6	44.444	0
			Kö 11	7.143	0	WW 29	44.444	0.059
						Kö 13	38.889	0
						Kö 7	33.333	0
						Kö 1	11.111	0
						Kö 9	5.556	0
Zentralisiertheit	56.67	39.50	Zentralisiertheit	32.42	17.00	Zentralisiertheit	36.27	11.01

Tab. 1 Grad- und Betweenness-Zentralität bzw. -Zentralisiertheit bandkeramischer Siedlungen des Rheinlandes auf Grundlage der Zwickelmotive. Die Berechnungen wurden mit UCINET 6 (BORGATTI et al. 2002) durchgeführt.

Einen umfassenden Überblick und weiterführende Methoden zur Untersuchung von Zentralität in Netzwerken geben WASSERMAN & FAUST (1994, 169-219).

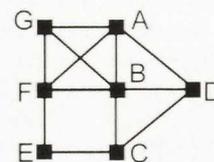
Tabelle 1 stellt die Grad- und Betweenness-Zentralität bzw. -Zentralisiertheit der bandkeramischen Siedlungen in den einzelnen Phasen einander gegenüber. An dieser Stelle sei nur auf einige wesentliche Punkte hingewiesen:

Die Grad-Zentralisiertheit von 56,67% in der älteren Bandkeramik zeigt einen gewissen Fokus des Netzwerkes auf einen oder wenige Akteure. Die ebenfalls recht hohe Betweenness-Zentralisiertheit legt nahe, daß zumindest einige Siedlungen maßgeblich das Motivspektrum beeinflussten und eventuell sogar über Kontrollmöglichkeiten bei der Anbringung von Zwickelmotiven verfügten.

Der wichtigste Akteur in diesem Zeitbereich ist die Pioniersiedlung Langweiler 8, für die 90% aller möglichen Beziehungen auch nachgewiesen sind.

In den jüngeren Phasen wird ein deutlicher Wechsel sichtbar. Die Zentralisiertheitsmaße nehmen stark ab. Insbesondere die Betweenness zeigt, daß in diesen Phasen eine Kontrolle der Interaktion im Netzwerk nur noch schwer möglich war. Trotz allem hat Langweiler 8 weiterhin eine hohe Grad-Zentralität. Allerdings wird jetzt eine gewisse Anzahl anderer Siedlungen ebenso wichtig.

Abb. 4 Vereinfachter Graph zur Erläuterung des Konzeptes kohäsiver Subgruppe bzw. Cliquen.



Cliquen: A, B, D;  
B, C, D und A, B, F, G

Während die gerade diskutierten Zentralitätsmaße auf Hierarchie und Macht in Netzwerken abzielen, untersuchen Relationsanalysen die Kohäsion oder Zusammengehörigkeit in einem Netzwerk. Relationsanalysen gruppieren dabei die Akteure im Netz nach interner Verbundenheit. Gesucht werden eng zusammenhängende Subgruppen im Netz, also Zonen relativer Verdichtung von Beziehungen. Die Cliquenanalyse ist ein Beispiel hierfür (vgl. z.B. SCHWEIZER 1996, 191-194).

Eine **Clique** ist in der Graphentheorie definiert als ein maximal vollständiger Subgraph aus drei oder mehr Punkten. Das heißt, eine Clique ist die Teilmenge des Graphen, in der alle möglichen Beziehungen auch tatsächlich vorkommen. Wenn Knotenpunkte im Graphen zu mehr als einer Clique gehören, mag die Rolle des betroffenen Akteurs im Netzwerk von besonderem Interesse sein. Der Graph in Abbildung 4 enthält drei Cliquen. Akteur B ist besonders gut

Clique	Siedlungen der älteren Bandkeramik				
1	Kück	LB 7	LW 2	LW 8	LW 16
2	Kück	LB 7	LW 8	LW 9	LW 16
3	Kück	LB 7	LM 2	LW 8	LW 16
4	LN 3	LW 8	LW 16		
5	LB 8	LN 3	LW 8		

Clique	Siedlungen der mittleren Bandkeramik								
1	HA 21	Kö 12	Kö 14	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 8	LW 9
2	HA 21	Kö 14	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 8	LW 9	LW 16
3	ALD 3	Kö 12	Kö 14	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 8	LW 9
4	ALD 3	Kö 14	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 8	LW 9	LW 16
5	LB 7	LM 2	LN 3	LW 2	LW 8				
6	LB 7	LM 2	LW 2	LW 8	WW 17				
7	HA 21	Kö 9	Kö 14	Kück	LB 7	LM 2	LW 8		

Clique	Siedlungen der jüngeren Bandkeramik										
1	ALD 3	HA 21	Kö 14	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 8	LW 9	NM 4	WW 17
2	HA 8	HA 21	Kö 14	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 8	LW 9	NM 4	
3	ALD 3	HA 21	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 3	LW 8	LW 9	NM 4	
4	HA 8	HA 21	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 3	LW 8	LW 9	NM 4	
5	Kö 7	Kück	LB 7	LM 2	LW 2	LW 8	LW 9				
6	Kück	LB 7	LM 2	LW 3	LW 8	LW 9	NM 4	WW 29			
7	Kö 14	Kück	LB 7	LM 2	LW 8	LW 9	NM 4	WW 29			
8	ALD 3	HA 21	Kö 13	Kück	LB 7	LM 2	LW 8	WW 17			
9	ALD 3	Kö 14	LB 7	LW 2	LW 8	LW 9	NM 4	WW 6	WW 17		
10	Kö 1	Kö 14	LW 8								

Tab. 2 Cliquenzusammengehörigkeit der bandkeramischen Siedlungen des Rheinlandes aufgrund der Zwickelmotive. Die Berechnungen wurden mit UCINET 6 (BORGATTI et al. 2002) durchgeführt.

in das Netz integriert, er partizipiert an allen drei Cliques. Im Gegensatz dazu ist Akteur E weniger gut positioniert, er ist in keine Clique eingebunden. Auch die Identifikation von Cliques erleichtert UCINET (BORGATTI et al. 2002) insbesondere bei großen Datenmengen ungemein. Als Ergebnis werden Tabellen ausgegeben, welche die Mitglieder der einzelnen kohäsiven Subgruppen auflisten. Darüber hinaus zeigt ein Clusterdiagramm die überlappende Cliquenzugehörigkeit der einzelnen Akteure an. An dieser Stelle wird auf eine detaillierte Beschreibung dieser Tabellen (vgl. Tab. 2) und Clusterdiagramme zu Gunsten einer zusammenfassenden Betrachtung der Netzwerkanalyseergebnisse verzichtet.

Die Cliquenanalysen (Tab. 2) bestätigen die von FRIRDICH (1994, 355) aufgedeckte Uniformität in der älteren Bandkeramik. Auffällig ist die hohe Kohäsion zwischen den Siedlungen des Merzbachtales (LW 2, LW 8, LW 9, LW 16, LB 7, LB 8, NM 4; FARRUGIA et al. 1973, BOELICKE et al. 1988, KUPER et al. 1977, BOELICKE et al. 1994) und der Siedlung von Kückhoven (Kück; LEHMANN 2004) (vgl. Abb. 2). Weiterhin wird deutlich, daß diese Konformität der Zwickelmuster von der Pioniersiedlung Lang-

weiler 8 abhängt, die der wichtigste Akteur (vgl. Tab. 1) und verantwortlich für die starke Zusammengehörigkeit der beobachteten Cliques in dieser Phase ist.

Die Netzwerkanalysen der jüngeren Phasen deuten einen „Kontrollverlust“ dieser Großsiedlung an, oder in der Netzwerkterminologie: Die Zentralitäts- und Zentralisierungsmaße der mittleren und jüngeren Bandkeramik zeigen mehrere wichtige und autonomere Akteure (vgl. Tab. 1). Auch dies bestätigt die aufgrund der Untersuchung der Bandmotive geäußerte Ansicht, daß die jüngere Generation in diesen Zeitabschnitten nach Unabhängigkeit strebte (FRIRDICH 1994, 355).

Die Siedlungen des Schlangengrabentales (LN 3, WW 29, WW 17, WW 6, WW 110; KRAHN 1999, KOLHOFF 1999) waren sehr eng mit ihren Nachbarn auf der Aldenhovener Platte verbunden. Beziehungen zwischen diesen Plätzen und denen auf der anderen Seite der Rur (HA 8, HA 21; ERKELENZ 2002; CLADDERS 1997) sind hingegen nur schwach ausgeprägt (vgl. Tab. 2).

Darüber hinaus wird deutlich, daß die Gruppe bei Königshoven (Kö 1-Kö 15; CLAJßen in Vorb.) nur

schlecht in das Netzwerk integriert ist, welches von den Siedlungen der Aldenhovener Platte dominiert wird. Im Moment kann nur vermutet werden, daß diese Siedlungen engere Kontakte zu Siedlungen pflegten, die zurzeit entweder nicht bekannt sind oder bei denen eine Aufnahme auf vergleichbarem Niveau aussteht.

Der generelle Eindruck des Materials der Gruppe bei Königshoven ist, daß es größere Ähnlichkeiten zu Siedlungen östlich der Erft gibt. Insbesondere scheinen einige der Königshovener Siedlungen stärker mit der Großsiedlung von Köln Lindenthal (BUTTLER & HABEREY 1936; BERNHARDT 1986), 25 Kilometer weiter im Osten verbunden gewesen zu sein. Aufgrund fehlender Vergleichsdaten lassen sich diese Vermutungen noch nicht überprüfen.

Eine detaillierte Erklärung der präsentierten Ergebnisse der Netzwerkanalysen steht noch aus. Für diese Interpretationen werden die Zwickelmotive als Symbole betrachtet, deren Bedeutungsinhalt in sozialen Beziehungen gesucht wird. Sollte dies zutreffen, sind mindestens drei alternative oder komplementäre Erklärungsansätze denkbar:

Zum einen könnten die durch Ähnlichkeiten im Verzierungsspektrum nachweisbaren Beziehungen Informationen zur Abstammungsherleitung in der bandkeramischen Gesellschaft beinhalten. Ferner ist es vielleicht möglich, Residenzregeln nachzuvollziehen, und drittens könnten die Beziehungen auch Allianzen zwischen den Siedlungen andeuten. In diesem Fall wären die Gefäße als Geschenk zur Stärkung des Beziehungsnetzes anzusehen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt steht eine in die Tiefe gehende Interpretation der Netzwerkeigenschaften noch aus. Aufgrund der geäußerten Hypothesen scheint aber bereits jetzt deutlich, daß mit Hilfe netzwerkanalytischer Verfahren die bereits publizierten Arbeiten zu Verwandtschafts- und Residenzregeln in bandkeramischer Zeit (VAN DE VELDE 1979; EISENHÄUER 2003) überprüft und ergänzt werden können.

Ich möchte betonen, daß die in diesem Artikel vorgestellten Verfahren nur einen kleinen Ausschnitt aus dem großen Methodenspektrum der sozialen Netzwerkanalyse darstellen. Weitere Untersuchungen werden sich anderen Analysen widmen (z.B. Positionsanalysen, vgl. SCHWEIZER 1996, 194-201).

Abschließend soll festgehalten werden, daß es uns erst die Methoden und formalen Konzepte der sozialen Netzwerkanalyse erlauben, die Sozialstrukturen unterschiedlicher Gesellschaften zu vergleichen. Diese diachronen und interkulturellen Vergleiche werden es uns ermöglichen, die Entwicklung so-

zialer Systeme nachzuvollziehen. Das hier präsentierte Beispiel – die Netzwerkanalyse bandkeramischer Siedlungen – stellt nur einen ersten Schritt auf dem Weg zu diesem Ziel dar.

## Anmerkungen

1 Die in den Abbildungen und im Text verwendeten Kürzel zur Bezeichnung bandkeramischer Siedlungen des Rheinlandes sind wie folgt aufzulösen: ALD = Aldenhoven, HA = Hambach, Kö = Königshoven, LB = Laurenzberg, LM = Lamersdorf, LN = Lohn, LW = Langweiler, NM = Niedermerz und WW = Weisweiler. Publikationen zu den einzelnen Siedlungen sind in der Literaturliste am Ende enthalten.

2 Die angegebenen „Maße“ können ebenso als Prozentwerte angegeben werden (vgl. Tab. 1). Die Berechnung der einzelnen „Maße“ erfolgt nach den unten folgenden Gleichungen, wobei:

$d(n_i)$  = Anzahl direkter Beziehungen eines Akteurs;

$(g)$  = Größe des Netzwerke;

$Z_G(n_i)$  = größter im Graphen vorkommender (roher) Grad-Zentralitätswert eines Akteurs;

$v_{jk}$  = Anzahl der Verbindungen zwischen zwei Akteuren ( $j$  und  $k$ );

$v_{jk}(n_i)$  = Anzahl der Verbindungen zwischen zwei Akteuren ( $j$  und  $k$ ) auf denen ein bestimmter Dritter ( $n_i$ ) vorkommt;

$Z'_B(n_i)$  = größter beobachteter Betweenness-Zentralitätswert.

Die rohe Grad-Zentralität  $Z_G(n_i) = d(n_i)$

Die standardisierte Grad-Zentralität  $Z'_G(n_i) = d(n_i) / g - 1$

Die Grad-Zentralisiertheit

$Z_G = \sum_{i=1}^n [Z_G(n_i) - Z_G(n_i)] / [(g-1) * (g-2)]$

Die Betweenness-Zentralität

$Z_B(n_i) = \sum_{j < k} v_{jk}(n_i) / v_{jk}$  für  $i \neq j, k$

Die standardisierte Betweenness-Zentralität

$Z'_B(n_i) = Z_B(n_i) / [(g-1) * (g-2) / 2]$

Die Betweenness-Zentralisiertheit

$Z_B = \sum_{i=1}^n [Z'_B(n_i) - Z'_B(n_i)] / g - 1$

Vgl. hierzu SCHWEIZER 1996, 183-191, sowie WASSERMAN & FAUST 1994, 169-219.

## Literatur

BERNHARDT, G. (1986) Die linearbandkeramische Siedlung von Köln-Lindenthal. Eine Neubearbeitung. *Kölner Jahrb. Vor- u. Frühgesch.* 18/19, 1986, 7-165.

BOELICKE, U., VON BRANDT, D., LÜNING, J., STEHLI, P. & A. ZIMMERMANN (1988) Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. *Rhein. Ausgr.* 28. Köln/Bonn 1988.

- BOELICKE, U., LÜNING, J., SCHALICH, J. & P. STEHLI (1994) Vier bandkeramische Siedlungsplätze im Merzbachtal. In: LÜNING, J. & P. STEHLI (Hrsg.) *Die Bandkeramik im Merzbachtal auf der Aldenhovener Platte. Rhein. Ausgr. 36.* Köln/Bonn 1994, 4-78.
- BORGATTI, S.P., EVERETT, M.G. & L.C. FREEMAN (2002) *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis.* Harvard 2002.
- BUTTNER, W. & W. HABEREY (1936) Die bandkeramische Ansiedlung von Köln-Lindenthal. *Römisch-Germanische Forschungen 11.* Berlin/Leipzig 1936.
- CLADDERS, M. (1997) Befunde und Keramik des bandkeramischen Siedlungsplatzes Hambach 21, Gem. Jülich, Kr. Düren. In: LÜNING, J. (Hrsg.) *Studien zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte und ihrer Umgebung. Rhein. Ausgr. 43.* Köln/Bonn 1997, 131-228.
- CLAßEN, E. (in Vorb.) Die bandkeramische Siedlungsgruppe bei Königshoven. *Dissertation Universität zu Köln, in Vorb.*
- CLAßEN, E. & A. ZIMMERMANN (2004) Tesselations and Triangulations – Understanding Early Neolithic social networks. In: *Magistrat der Stadt Wien – Referat kulturelles Erbe - Stadtarchäologie Wien, (ed.) Enter the Past. The E-way into the Four Dimensions of Cultural Heritage. CAA 2003. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Proceedings of the 31st Conference, Vienna, Austria, April 2003. BAR Internat. Ser. 1227.* Oxford 2004, 467-471.
- EISENHAEUER, U. (2003) Jüngerbandkeramische Residenzregeln: Patrilokalität in Talheim. In: ECKERT, J., EISENHAEUER, U. & A. ZIMMERMANN (Hrsg.) *Archäologische Perspektiven – Analysen und Interpretationen im Wandel.* Rhaden/Westfalen 2003, 561-573.
- ERKELENZ, Ch. (2002) Keramik und Häuser des bandkeramischen Siedlungsplatzes Hambach 8. *Unpubl. Magisterarbeit Universität zu Köln 2002.*
- FARRUGIA J.-P., KUPER, R., LÜNING, J. & P. STEHLI (1973) Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 2, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. *Rhein. Ausgr. 13.* Köln/Bonn 1973.
- FRIRDICH, Ch. (1994) Kulturgeschichtliche Betrachtungen zur Bandkeramik im Merzbachtal. In: LÜNING, J. & P. STEHLI (Hrsg.) *Die Bandkeramik im Merzbachtal auf der Aldenhovener Platte. Rhein. Ausgr. 36.* Köln/Bonn 1994, 207-393.
- KOLHOFF, C. (1999) Die Keramik des bandkeramischen Fundplatzes Weisweiler 110. *Unpubl. Magisterarbeit Universität zu Köln 1999.*
- KRAHN, Ch. (1999) Vier bandkeramische Siedlungsplätze im Tal des Schlangengraben auf der Aldenhovener Platte im Rheinland. *Unpubl. Dissertation Johann-Wolfgang Goethe Universität Frankfurt/Main 1999.*
- (2003) Überlegungen zum Interaktionssystem der bandkeramischen Siedlungen auf der Aldenhovener Platte. In: ECKERT, J., EISENHAEUER, U. & A. ZIMMERMANN (Hrsg.) *Archäologische Perspektiven – Analysen und Interpretationen im Wandel.* Rhaden/Westfalen 2003, 515-544.
- KUPER, R., LÖHR, H., LÜNING, J., STEHLI, P. & A. ZIMMERMANN (1977) Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 9, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. *Rhein. Ausgr. 18.* Köln/Bonn 1977.
- LEHMANN, J. (2004) Die Keramik und Befunde des bandkeramischen Siedlungsplatzes Erkelenz-Kückhoven, Kreis Heinsberg (Grabungskampagnen 1989-1994). In: KOSCHIK, H. (Hrsg.) *Der bandkeramische Siedlungsplatz von Erkelenz-Kückhoven – I. Archäologie. Rhein. Ausgr. 54.* Mainz 2004.
- REEMMEYER, Ch. (2002) Das Steininventar des bandkeramischen Fundplatzes Hambach 21. *Unpubl. Magisterarbeit Universität zu Köln 2002.*
- SCHWEIZER, Th. (1996) Muster sozialer Ordnung. – Netzwerkanalyse als Fundament der Sozialethnologie. Berlin 1996.
- STEHLI, P. (1973) Keramik. In: FARRUGIA et al. 1973, 57-100.
- (1994) Chronologie der Bandkeramik im Merzbachtal. In: LÜNING, J. & P. STEHLI (Hrsg.) *Die Bandkeramik im Merzbachtal auf der Aldenhovener Platte. Rhein. Ausgr. 36.* Köln/Bonn 1994, 79-191.
- VAN DE VELDE, P. (1979) A tale of two villages. On Bandkeramik social structure. *Analecta Praehistorica Leidensia 12.* Boston/Dordrecht 1979.
- WASSERMAN, St. & K. FAUST (1994) *Social Network Analysis: Methods and Applications.* Cambridge 1994.
- ZIMMERMANN, A. (2002) Landschaftsarchäologie I: Die Bandkeramik auf der Aldenhovener Platte. *Ber. RGK 83, 2002,* 17-38.

Erich Claßen M.A.

Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie

Sachsen-Anhalt

(Landesmuseum für Vorgeschichte)

Richard-Wagner-Straße 9

06114 Halle (Saale)

erich.classen@lfa.mk.lsa-net.de