

# Theorie und Methoden

---

## Distanzregulierung und Gruppenstruktur beim Prozeß der Gruppenentwicklung.

### I.: Theoretische Grundlagen und methodische Überlegungen

Regulation of distance and group structure in group development processes.

I.: Theory and methodological considerations

EWALD JOHANNES BRUNNER und WOLFGANG TSCHACHER

Universität Tübingen

Zum Verständnis von Gruppenprozessen wird ein systemischer Ansatz vorgestellt, der sich auf ein empirisches Konzept der Selbstorganisation in der Fassung der Synergetik und der Theorie dynamischer Systeme stützt. Nach einem Überblick über bisherige Arbeiten zum Prozeß der Gruppenentwicklung wird vorgeschlagen, Gruppen als selbstorganisierte non-lineare Systeme aufzufassen. Solche Systeme sind durch eine komplexe Mikroebene, rekursive Kausalzusammenhänge und Offenheit gegenüber ihrer Umwelt charakterisiert. Die Gruppenentwicklung kann über Maße der Distanzregulierung der Gruppenmitglieder operationalisiert und erfaßt werden; eine Methode hierfür wird in Gestalt der rekursiven Skulpturierung entwickelt. Der Aspekt der Distanzregulierung wird zudem durch eine Computersimulation modelliert, in der die Gruppendynamik in einer Potentiallandschaft stattfindet. An einem Simulationslauf wird eine dynamische Analyse veranschaulicht, die chaotische Verläufe kennzeichnen kann.

A systemic approach based on the concepts of self-organization as seen by Synergetics and Dynamical System Theory is discussed in order to understand group processes. A review of research on processes of group development is given. In this article, groups are conceived of as self-organized non-linear systems characterized by microscopic complexity, recursive causality and environmental openness. Group development can be operationalized by means of distance regulation variables, as in the method of recursive sculpturing. Computer simulations model this aspect of distance behaviour; thus, group dynamics is mapped onto a landscape of potentials. One of the simulated time series is analyzed for dynamical chaos.

In der vorliegenden Arbeit berichten wir über theoretische und methodische Überlegungen zur Analyse von Gruppenentwicklungsprozessen. Wir gründen unseren Ansatz auf den der Selbstorganisation, verstehen die Prozesse der Gruppenentwicklung als Selbstorganisationsprozesse und greifen dazu auf Theorieelemente einer psychologischen Synergetik zurück. Wir stellen dann zwei Methoden vor, mit deren Hilfe dieser Gruppenentwicklungsansatz einer empirischen Untersuchung unterzogen werden kann. In diesem Zusammenhang berichten wir über erste Ergebnisse mit Hilfe einer Computersimulation. Die Ergebnisse der Experimente zur Gruppenentwicklung werden in einer gesonderten Arbeit vorgestellt (TSCHACHER & BRUNNER; in Vorbereitung).

### 1. Gruppenentwicklung als Selbstorganisationsprozeß

In Theorien der Gruppenentwicklung werden meist langfristige Prozesse der Gruppenbildung behandelt, wie sie beispielsweise für die Gruppenpädagogik, für die Gruppenpsychotherapie oder für Modelle betrieblicher Arbeitsorganisation von Bedeutung sind. TUCKMAN (1965) faßte in seiner klassischen Arbeit über Entwicklungsphasen in Kleingruppen die Theorie der Gruppenentwicklung auf die Weise zusammen, daß er ein idealtypisches Modell von Phasen entwarf, die von allen Gruppen im Verlauf ihrer Entwicklung durchlaufen werden («forming»; «storming»; «norming»; «performing»); in der revidierten Fassung fügten TUCKMAN & JENSEN (1977)

eine fünfte Phase «adjourning» hinzu. Der Großteil von Arbeiten zur Gruppenentwicklung befaßt sich in der Tat mit solchen Phasen-Modellen der Gruppenentwicklung (CISSNA, 1984; HANDFINGER, 1984; DAVIES & KUYPERS, 1985). Die Konstruktion von Phasenmodellen wird vor allem von Theoretikern betrieben, die sich mit Problemen der Effektivität von Gruppenpsychotherapien befassen (BECK, 1983; LEWIS, 1985; STIERS, 1987; KUTTER, 1986; MIKULA, 1988).

Die Phasenmodelle sind in der Gruppenpsychologie nicht unumstritten. CISSNA (1984) kommt in seiner kritischen Durchsicht von Untersuchungen zu Phasenverläufen der Gruppenentwicklung zu dem Ergebnis, daß THCKMANS Analysenschema durchaus hilfreich sein kann, daß jedoch nicht alle Gruppen die Phasen in der vorgestellten Weise durchlaufen müssen (vgl. auch den kritischen Überblick von LESSEL & SCHNEIDER, 1982).

GRSICK (1988) untersuchte die vollständigen Gruppenverläufe von acht Arbeitsgruppen in 6 verschiedenen Organisationen; jede Gruppe war mit der spezifischen Entwicklung eines konkreten Arbeitsprogramms befaßt. Die Analysen zeigten, daß nicht jede Gruppe ihre Arbeit bewältigte, indem sie eine stets gegebene Reihe von Phasen durchlief (was nach traditioneller Theorie der Gruppenentwicklung hätte der Fall sein müssen). Das Vorgehen der Arbeitsgruppen wies vielmehr ein Muster auf, in dem sich untätiges Verharren und plötzlicher Umschwung alternierend die Waage hielten, sowohl was die Verhaltensweisen als auch was die Themenbereiche anbetraf, die mit der Erreichung des Arbeitsziels zusammenhingen.

Stufenfolgen sind also offenbar nicht die einzig möglichen Rekonstruktionsversuche von Gruppenverläufen. FENGLER (1986) benennt neben der Stufenabfolge auch die Wellenbewegung und die Spiralbewegung, während wir in GERSICKS Beobachtungen, die wir im vorangegangenen Abschnitt zitierten, eine Art Musterbildung erkennen, wonach Gruppenentwicklung als ein sich selbst organisierender Prozeß verstanden werden kann.

Beobachtungen beispielsweise von FRINDTE et al. (1989), wonach die «dynamische Selbstorganisation in sozialen Gruppen u.a. die zyklische Abhängigkeit zwischen den gruppeninternen Entwicklungsphasen einschließt», machen deut-

lich, daß eine systemische Sichtweise den psychologischen Theorien zur Gruppenbildung neue Impulse geben kann. Wir greifen dazu im folgenden Abschnitt auf die *Synergetik* zurück und verfolgen damit das Ziel, Prozesse in sozialen Gruppen in Anlehnung an die naturwissenschaftliche Methodik der Deskription und Modellierung von Selbstorganisationsphänomenen zu erfassen.

## 2. Das synergetische Forschungsprogramm zur Untersuchung sozialer Systeme

Die Synergetik versteht sich als ein interdisziplinäres Forschungsprogramm zur Untersuchung komplexer, nonlinearer Systeme. Die in den beiden Monographien HAKENS (1983; 1990) dargestellten Grundlagen sind Ausgangspunkt für einen empirischen Ansatz, der einer systemischen Betrachtung von Gruppenprozessen einen theoretischen Hintergrund sowie Möglichkeiten der Modellierung bieten kann. Das Postulat der Synergetik als Metatheorie, daß Systeme unterschiedlichster Art sich auf formal gleiche Weise «selbst organisieren», wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind, ist dabei zentral (KRUEGER, 1984; JANTSCH, 1979; HAKEN, 1988).

Selbstorganisation ist ein interdisziplinär untersuchtes Phänomen. Aus naturwissenschaftlicher Warte ist eine Voraussetzung für Selbstorganisation die Offenheit der Systemgrenzen gegenüber Flüssen von Energie und Materie und somit ein Systemzustand «fern vom thermodynamischen Gleichgewicht». Eine wichtige Rolle spielt weiterhin der Begriff der Nichtlinearität (NICOLIS & PRIGOGINE, 1987): zum einen ist damit der Zusammenhang zwischen Systemzustand und äußeren Parametern gemeint. Zum andern meint Nichtlinearität die Art der Kausalverknüpfung, wie sie sich über die Gleichungen, die einen dynamischen Prozeß beschreiben, dokumentieren läßt; diese Gleichungen enthalten dann Rückkopplungsterme («zirkuläre» Kausalität).

Nichtlinearität drückt sich darin aus, daß an Instabilitätspunkten ein plötzliches qualitatives Umschlagen in neue Ordnungszustände (ein «Phasenübergang») erfolgen kann. Bekannte Beispiele sind periodische Farbänderungen in autokatalytischen chemischen Reaktionssystemen, oder das Entstehen von regelmäßigen Strö-

urungsmustern in Flüssigkeiten, an die eine Temperaturdifferenz anliegt. Die spontane Evolution von Ordnung dort, wo vorher eine große Anzahl von Freiheitsgraden vorlag, ist Kennzeichen für das Phänomen der Selbstorganisation, das als Untersuchungsgegenstand der Naturwissenschaften seit einigen Jahren große und zunehmende Beachtung findet (KROHN et al., 1987). Unerwartet ist ja gerade, daß Selbstorganisation eine universelle Eigenschaft auch einfacher Systeme sein kann. Sogar simple mathematische Iterationsanweisungen, die als Modell für gewisse Rückkoppelungssysteme seit längerem bekannt waren, erzeugen in der Computersimulation komplexe graphische Muster (PEITGEN & RICHTER, 1986). Insofern erscheint es nicht verwunderlich, daß Anstrengungen zur formalen Erfassung und Erforschung selbstorganisierter Systeme von der Naturwissenschaft ausgingen, und sich heute hauptsächlich in zwei umfassenden Ansätzen darbieten: in der Untersuchung der irreversiblen Thermodynamik (PRIGOGINE, 1979) und in der Synergetik (HERMANN HAKENS,

An einer Anwendung des synergetischen Instrumentariums auf sozialwissenschaftliche Themen wird gegenwärtig gearbeitet (HAKEN & STADLER, 1990), WUNDERLIN & HAKEN (1983) entwickelten dabei einen gegenüber der Anwendung im naturwissenschaftlichen Bereich anderen Ansatz für die Soziologie: statt wie in den Naturwissenschaften üblich, von der Beschreibung der Subsysteme auszugehen, schlagen WUNDERLIN & HAKEN vor, makroskopische Größen direkt phänomenologisch zu identifizieren. HAKEN (1988) hat dies inzwischen als «second foundation of synergetics» für den Bereich der Selbstorganisation der Information weiter ausgeführt.

Die mathematischen Methoden, derer sich die Synergetik bedient, entstammen der Forschungstradition der Dynamical Systems Theory. Diese Theorie der Dynamik ist im Überschneidungsbereich zwischen der Mathematik und den Naturwissenschaften angesiedelt. Im engeren Sinne bezeichnet «Dynamik» ein Teilgebiet der Mechanik (also der Physik), innerhalb dessen das Verhalten von Körpern unter Einwirkung von Kräften betrachtet wird. Insofern befaßte man sich seit Newtons grundlegenden Arbeiten in der Theorie der Dynamik mit dem Studium von Differentialgleichungen, durch die die Gesetze der Bewegung von Körpern abgebildet werden konnten. Durch

POINCARÉ (z.B., 1899) fanden geometrische Methoden der qualitativen Analyse dieser mathematischen Modelle Eingang in die Dynamik. Während der letzten 20 Jahre gab es eine Explosion der Forschung auf dem Gebiet, das durch die Betrachtung chaotischen Verhaltens erweitert wurde (GUCKENHEIMER & HOLMES, 1983). Im Phänomen des «deterministischen Chaos» ist Unvorhersagbarkeit mit Kausalität kombiniert. Bereits aus wenigen Komponenten bestehende Systeme können dieses Verhalten zeigen, was umgekehrt bedeutet, daß sehr komplexes, zufällig aussehendes Verhalten u.U. mit einfachen Modellen beschrieben werden kann (CRUTCHFIELD et al., 1987). Die geometrische Darstellung solcher Prozesse ergibt Gebilde mit gebrochenzahliger Dimension, sog. fraktale Attraktoren (ABRAHAM & SHAW, 1983; THOMPSON & STEWART, 1986; MANDELNBROT, 1987; RÖSSLER, 1976).

Das innerhalb der Theorie der Dynamik charakteristische Vorgehen war lange Zeit ausschließlich das Studium von mathematischen Modellen, die nur teilweise aus empirischen Problemstellungen hervorgegangen waren. Experimentieren bedeutet insofern nicht notwendigerweise Versuchsdurchführung an realen Systemen, sondern vorwiegend Untersuchung symbolischer Systeme am Computer. Erst seit einiger Zeit eröffnet sich als neue Perspektive, die an Modellsystemen gewonnenen Erkenntnisse und Konzepte auf empirische Daten anzuwenden, Von potentieller Bedeutung für die Forschung innerhalb des psychosozialen Bereichs sind auch Methoden, Systemmodelle aus empirischen Zeitreihen zu rekonstruieren (BERGE et al., 1984; NICOLIS & PRIGOGINE, 1987).

Erste Ergebnisse für den Humanbereich liegen zu dynamischen Untersuchungen von physiologischen Daten vor (BABIOYANTZ, 1986; MACKAY & ANDER HEIDEN, 1982; WINFREE, 1987). So sind verschiedene Wachstumsstufen auch in der Dimensionalität der entsprechenden EEG-Ableitung unterscheidbar. Studien sozialer Systeme mit den genannten Methoden der nichtlinearen Dynamik befinden sich derzeit in einer Phase der Vorbereitung (KRIZ, 1990; TSCHACHER, BRUNNER & SCHIEPEK, 1990).

In der sozialpsychologischen Forschung wird der Begriff der Gruppe von anderen Begriffen wie Menge (eine Ansammlung oder ein Aggregat von Individuen ohne nennenswerte Interaktion,

Struktur, gemeinsame Normen), Masse (eine strukturlose Menge mit einem gemeinsamen Ziel) und Kategorie (Individuen mit ähnlichen Eigenschaften) unterschieden (SCHNEIDER, 1985; SHALINSKY, 1983). Im vorliegenden Aufsatz ist intendiert, den Vorgang des Entstehens einer Gruppe aus einem Aggregat beobachtbar zu machen. Eine Gruppe als ein selbstorganisiertes System wird folgendermaßen zu bestimmen sein:

(1) Gruppendynamik ist immer nonlinear, also durch rekursive Kausalzusammenhänge geprägt; diese zeichnen sich durch Rückmeldeschleifen aus: jeder Gruppenprozeß konstituiert sich sowohl durch positive als auch zugleich durch negative Rückkopplungen;

(2) eine Gruppe differenziert sich von ihrer Umwelt, d.h. auch das Verhalten in Abhängigkeit von Kontrollparametern ist nonlinear (Phasenübergänge, Bifurkationen);

(3) Gruppen sind (z.B. bezüglich Kommunikation) offene Systeme;

(4) Gruppendynamik erwächst aus einer komplexen Mikroebene (den Kognitionen, Emotionen und Kommunikationen);

(5) Gruppen sind hierarchisch in dem Sinn, daß sie über der Mikroebene makroskopische kohärente Muster ausbilden.

In diesen Bestimmungen einer Gruppe sind die Voraussetzungen für die Emergenz von Selbstorganisation (der 1., 3. und 4. Punkt) enthalten, wie sie durch die Synergetik (HAKEN, 1983, 1990) und die Theorie Prigogines (NICOLIS & PRIGOGINE, 1987) formuliert wurden.

Weiterhin ist die Anzahl der Personen, die der Gruppe zugehören, von Bedeutung. Naheliegenderweise ist dies auch eine Konventionsfrage; sinnvoll scheint es etwa, die Größe einer Gruppe mit «mehr als die Grazien, weniger als die Muses» festzulegen (McDAVID & HARARY, 1968, zitiert nach SCHNEIDER, 1985). Jedenfalls wird für eine Gruppe als soziales System eine obere Grenze gegeben sein, wenn durch die bloße Anzahl eine direkte Kommunikation unmöglich wird (zu den Auswirkungen der einzelnen «Distanzzonen» vgl. HALL, 1966; SOMMER, 1969). Damit ist auch ausgeschlossen, daß eine Gruppe auf theoretisch gleiche Weise als selbstorganisiert konzipiert werden kann wie etwa eine Gesellschaft, auch wenn beide als «soziale Systeme»

bezeichnet werden können. Eine Gesellschaft ist komplex aufgrund der sehr großen Anzahl ihrer Mitglieder. Die Modellierung einer Gesellschaft als selbstorganisiertes System wird deshalb nicht auf psychischen Komponenten aufbauen, sondern etwa von einem populationsdynamischen Ansatz ausgehen (WEIDLICH & HAAG, 1983; vgl. aber KRIZ, 1990).

Die Darstellung des synergetischen Ansatzes in diesem Abschnitt mußte sich auf einige wenige theoretische Aussagen begrenzen (vgl. ausführlicher TSCHACHER, 1990; Schiepek, 1990; TSCHACHER et al., in Vorbereitung). Es mag aber deutlich geworden sein, daß es fruchtbar ist, die vorgestellten Theoreme auf den Bereich der Gruppenpsychologie anzuwenden.

Im folgenden wenden wir uns daher zwei Aufgaben zu: zum einen gilt es, die Verbindung der allgemeinen Selbstorganisationsmodelle zu genuin sozialpsychologischen Theorieelementen herzustellen (Abschnitt 3); zum andern ist zu fragen, wie sich denn Selbstorganisationsphänomene in Gruppen empirisch untersuchen lassen (Abschnitt 4).

### 3. Das Selbstorganisations-Konzept der Gruppenentwicklung und klassisch psychologischer Gruppenkonzepte

Nonlinearität haben wir als *ein* Charakteristikum für das Verständnis von Gruppen als selbstorganisierte Systeme herausgestellt. Ein nicht-lineares Modell für sozialpsychologisch relevante Gruppenprozesse läßt sich beispielsweise auf der Basis der Hoxsssschen Austauschtheoreme herleiten. Gesetzt den Fall, eine Gruppe bestände aus den beiden Mitgliedern A und B, so stellt die positive Reaktion von B für das gezeigte Verhalten von A einen positiven Verstärker dar. B's Reaktion ist aber nicht nur positiver Verstärker für A, sondern simultan auch ein Verhaltensakt von B, der in gleicher Weise von A belohnt wird; etc. pp. Das Verhalten von A und B steht somit in wechselseitiger Kontingenz zueinander, und die zirkuläre Dynamik läßt sich vereinfacht als ineinander verzahnte Verhaltenskette beschreiben.

Die Verbindung von Synergetik und Gruppenpsychologie ist also zunächst über die theoretische Konzeption von Gruppen als sozialen Systemen gegeben. Als soziales System wird dabei

ein System definiert, «dessen Mitglieder derart in einer wechselseitigen Abhängigkeit zueinander stehen, daß das individuelle und kollektive Verhalten und Erleben mutuell simultan kontingent ist» (BRUNNER, 1986, S. 62). Diese Definition von Gruppe ist dahingehend zu präzisieren, daß nicht die Mitglieder der Gruppe selbst als Elemente des Systems Gruppe anzusehen sind, daß sich vielmehr das System Gruppe aus den einzelnen Kommunikations- und Verhaltensakten der Gruppenmitglieder rekrutiert. Auf einer Mikroebene konstituiert sich ein solches System aus der Vielzahl von Komponenten (sämtliche Kommunikationseinheiten einschließlich der Kognitions- und Emotionselemente), Gruppen als soziale Systeme erfüllen somit die synergetische Voraussetzung, wonach selbstorganisierte Systeme komplex sind, d.h. die Zahl ihrer Komponenten und der Verknüpfungen zwischen ihnen sehr groß ist.

Inwieweit schließt nun aber diese synergetische Gruppendifinition an sozialpsychologische Gruppentheorien an? PARSONS & SHILS (1951) und BALES (1950) haben Gruppen als soziale Systeme konzeptualisiert, in denen die Mitglieder über Interaktionen miteinander die Systemprobleme angehen. Nach MILLS (1969) verhält die Einsicht in das Phänomen der schrittweisen Interaktion der Gruppenmitglieder dazu, in dynamischen Kategorien zu denken.

Ein systemtheoretischer Zugang zu Gruppenphänomenen ist hier auch insofern impliziert, als HALES die Gruppe im Sinne der Pnsncsrsschen Systemdifferenzierung auffaßt: Bales postuliert die Binnendifferenzierung der Kleingruppe, wie sie in Führungs- und Gefolgschaftsrollen einerseits und in instrumentellen vs. expressiven Rollenausprägungen andererseits zu finden ist. Dieser Differenzierungsprozeß in der Gruppe betrifft «die Teilung einer Einheit oder Struktur in einem sozialen System in zwei oder mehr Einheiten oder Strukturen, die sich in ihren Merkmalen und ihrer funktionalen Bedeutung für das System voneinander unterscheiden» (PARSONS, 1972, S.40).

BALES & COHEN (1982, S. 48) benennen als eine wichtige theoretische Grundlage für eine solche Rollendifferenzierung die Theorie der Interaktion in Kleingruppen und verweisen in diesem Zusammenhang explizit auf die HOMANSSche Austauschtheorie, die wir zu Beginn dieses Ab-

schnitts als Beispiel für eine Beschreibung zirkulärer Prozesse erwähnt haben. Verhaltensweisen und Bedeutungsinhalte, die von den Teilnehmern einer Interaktion gesendet werden, enthalten nach HOMANS Belohnungs- und Bestrafungswerte, mit denen die Partner einen wechselseitig befriedigenden Handel zu führen suchen. BALES und COHEN führen dazu aus, daß die Theorie jedoch nicht davon ausgehe, daß diese wechselseitigen Bestrebungen ein stabiles Gleichgewicht erreichen müßten. Der Gedanke der dynamischen Stabilität wird in diesem gruppenpsychologischen Ansatz (in Zusammenhang mit den Konzepten Unifikation und Polarisierung) aufgegriffen, aber nicht – wie in der synergetischen Konzeption – näher elaboriert.

Für den uns interessierenden Bereich der Gruppenentwicklung berührt auch MORELAND (1987) in seinem Überblicksartikel über Gruppenbildung den dynamischen interaktiven Aspekt. MORELAND faßt Gruppenbildung als kontinuierlichen Prozeß der «sozialen Integration» auf. Der Autor unterscheidet dabei vier Typen sozialer Integration: «a small group has formed insofar as environmental, behavioral, affective, and cognitive integration have taken place» (MORELAND, 1987, S. 82). Während die physikalische, soziale und/oder kulturelle Umgebung die notwendigen Ressourcen für die Gruppenbildung bereithält, sei nach landläufiger sozialpsychologischer Ansicht der Schlüssel zur Gruppenbildung in der Verhaltensintegration zu suchen. Verhaltensintegration unterstütze – so MORELAND – immer dann den Prozeß der Gruppenbildung, wenn die Bedürfnisbefriedigung von Individuen in eine gegenseitige Abhängigkeit resultiere. Neuerdings werde allerdings das Konzept der kognitiven Integration wieder wichtiger. Eine Gruppe könne sich ja sogar aus Personen rekrutieren, die in negativer Abhängigkeit voneinander ständen, wichtig sei nur, daß diese sich selbst als Gruppe betrachten würden.

Wir können aus diesen Erörterungen über sozialpsychologische Theorien der Gruppe den vorsichtigen Schluß ziehen, daß das synergetische Konzept der Selbstorganisation in einigen Gruppentheorien bereits angelegt ist (etwa die Nonlinearität und zirkuläre Kausalität; die dynamische Stabilität). Daß die Elemente des Systems Gruppe – synergetisch gesehen – aus Kognitionen, Emotionen und Kommunikationen beste-

schließt an die theoretischen Konzepte von HOMANS und BALES insofern an, als beide die interaktiven Verhaltensakte als konstituierende Elemente von Gruppen ansehen. In ähnlicher Weise ergeben sich Parallelen in den Beschreibungskategorien, die MORELAND für den Gruppenbildungsprozeß verwendet.

Die Brüche sind ebenfalls eklatant; sie liegen im wesentlichen in der verschiedenen Art der Theoriebildung. Während Gruppenpsychologen eher induktiv vorgehen und beobachtbare Gruppenphänomene zu Theorien kurzer Reichweite integrieren, geht die sozialwissenschaftliche Synergetik eher den deduktiven Weg: Aus den umfassenden theoretischen Annahmen der (interdisziplinär) beobachtbaren Selbstorganisationsphänomene werden Hypothesen abgeleitet, die auch für den Gruppenbildungsprozeß Geltung haben sollen.

Wie lassen sich Selbstorganisationsprozesse in Gruppen empirisch untersuchen? Wir gehen davon aus, daß der synergetische Ansatz eine geeignete Theorie bereitstellt. Für den sozialwissenschaftlichen Bereich liegt jedoch noch keine elaborierte Methodologie vor, so daß wir hier für die empirische Bearbeitung unserer Fragestellung weitgehend Neuland betreten.

Zur Untersuchung der Fragestellung sind zwei verschiedene Vorgehensweisen möglich: Zum einen kann der Prozeß der Gruppenbildung mit Hilfe von Gruppenexperimenten untersucht werden (s. Abschnitt 4), zum anderen bietet sich die Methode der Computersimulation an (s. Abschnitt 5).

#### 4. Möglichkeiten des methodischen Zugangs zu Selbstorganisationsprozessen in Gruppen

Zur Operationalisierung des Gruppenbildungsprozesses schlagen wir vor, die Dynamik dieses Prozesses – sowohl im Feld als auch im Laborexperiment – über folgende Methode zu studieren: Man fordert die Mitglieder einer (entstehenden) Gruppe auf, wiederholt eine Skulptur zu bilden. Die einzelnen Gruppenmitglieder nehmen dabei in dem zur Verfügung stehenden Raum Positionen ein, die sie selbst bestimmen.

Das iterative Stellen der Skulptur soll dabei jeweils auf ein Signal des Versuchsleiters hin erfolgen, nachdem sich die Gruppenmitglieder – in

dem Raum, der ihnen zur Verfügung steht – ungehindert bewegt haben; nach einer zuvor festgelegten Zeit bittet der VI die Gruppenmitglieder dann, die Position, die sie im Augenblick des Signals einnehmen, beizubehalten und für eine gewisse Zeit «einzufrieren». Es wird ein spezifisches «Gruppenbild» entstehen. Durch die Abfolge von Gruppen-Bewegung und «Gruppenbild» (Skulptur) wird sich damit sukzessiv die Ordnungsbildung im Gruppenprozeß verfolgen lassen. Phänomenologisch gesehen, ereignet sich folgendes: die Gruppenkonstellationen etablieren sich sowohl in der Eigenwahrnehmung als auch in der Fremdwahrnehmung als spezifische Gestalten. Wir gehen davon aus, daß jede Gruppe nach und nach ein bestimmtes Ordnungsmuster herausbildet, das sich beschreiben läßt.

Die Methodik der Skulpturierung wurde unseres Wissens von der amerikanischen Familientherapeutin Virginia SATIR entwickelt. Dem kommunikationstheoretisch orientierten Konzept von SATIR gemäß lag der therapeutische Zugang auf den Beziehungen der Familienmitglieder untereinander, die bestimmt werden sollten. Die Bildung einer Familienskulptur ist so gesehen eine diagnostische Methode zur Erfassung des jeweiligen Familiensystems (zur näheren Beschreibung der familientherapeutischen Verwendung von Skulpturen vgl. SCHWEITZER & WEBER, 1983; weitere Literatur bei SIMON & STIERLIN, 1984, S. 101).

Methodologisch gesehen wird dabei der Versuch unternommen, die Familienbeziehungen durch eine Operationalisierung greifbar zu machen: Die jeweilige Familienbeziehungsstruktur wird durch die Positionen sichtbar, die die Familienmitglieder in einem Raum zueinander einnehmen. Jeder einzelne definiert seine Beziehung zu jedem anderen Familienmitglied über die räumliche Nähe/Distanz, wodurch die gesamte Beziehungsstruktur meßbar wird (zum Konzept der «Distanz-Regulierung» vgl. KANTOR & LEHR, 1975).

Als Bezeichnung für die vorgeschlagene Vorgehensweise der Untersuchung von Gruppenbildungsprozessen schlagen wir den Begriff der «rekursiven Skulpturierung» vor. Mit «rekursiv» ist dabei die Einwirkung der Ergebnisse einer Skulptur in die Erstellung der nächsten gleichartigen Skulptur angesprochen. Bei der rekursiven Skulpturierung handelt es sich somit um ein Ver-

fahren zur Untersuchung von Formen der Gruppenentwicklung, das gleichzeitig den Prozeß der Gruppenentwicklung anstößt und forciert; als diagnostisches Verfahren ist es also entschieden reaktiv, da es verändert, was es mißt (SCHIEPEK, 1986). Da die Veränderung aber darin besteht, daß die rekursiv-nonlineare Dynamik «angeheizt» wird, kann damit aus der Not des auf Reliabilität bedachten Diagnostikers eine Tugend gemacht werden.

Die familientherapeutisch erprobte Methode des Skulpturierens könnte sich u.E. auch im Bereich der Kleingruppenforschung als fruchtbar erweisen. Daß sich Gruppenbildungsprozesse auf «geometrische» Art und Weise abbilden lassen, zeigt auch eine Arbeit aus dem Bereich der Tanztherapie: SCHMAIS (1981) untersuchte die möglichen Veränderungsprozesse, die sich im Verlauf einer Tanztherapie in der Gruppe ergeben können. Die Autorin unterschied dabei eine Warming-up-Phase, eine Entwicklungs- und eine Schlußphase. In der ersten Phase der Orientierung führen Teilnehmer einfache Bewegungen in einem Kreis durch. In der «Entwicklungs»-Phase, die die Differenzierung und Exploration zum Ziel hat, ermutigt der Therapeut die Teilnehmer, sowohl individuen- als auch gruppenspezifische Erlebnisinhalte mit Hilfe von Tanzbewegungen auszudrücken. Die Tänzer bilden dabei einzelne oder parallele Linien, «Klumpen» («clumps»), Haufen («cluster») oder versprengte Formationen.

## 5. Methode der Computersimulation

In Zusammenhang mit der beschriebenen Methode der rekursiven Gruppenskulpturierung wurde ein Versuch unternommen, die formale Ebene der Selbstorganisation der Gruppe mit Hilfe eines iterativen Computerprogramms abzubilden. Ein Prototyp zur Simulation wurde mit Hilfe der Computersprache PASCAL implementiert<sup>1</sup>: Der Raum der Gruppeninteraktion ist durch eine Matrix mit 20 Zeilen und 30 Spalten dargestellt, in der acht Zellen mit «Personen» besetzt sind, die sich gemäß voreingestellter Optimaldistanzen zu allen andern «Personen» bewe-

gen können. Wesentliche Anregungen zu dieser Simulation entstammen DEWDNEY (1987). Eine biokybernetische Simulation räumlicher und sozialer Strukturen findet sich bei HOGEWEG (1989).

### 5.1 Beschreibung der Simulation

Ein Einzelschritt in diesem «sozialen System» sieht so aus: eine Person (A) nimmt ihre augenblickliche Distanz zu jeder der anderen Personen (B bis H) wahr und bestimmt jeweils die Differenz zu der von ihr angestrebten Optimaldistanz. Die Summe der Differenzen ist ein Maß für A's Zufriedenheit mit der augenblicklichen Position. Die gleiche Berechnung wird für alle acht zur augenblicklichen Position benachbarten Felder durchgeführt. Dann wechselt A auf das Feld mit der größten Zufriedenheit, also der kleinsten Differenzsumme. Eine Iteration ist vollendet, wenn jede der acht Personen diesen Zyklus durchlaufen hat, und sich in Richtung auf optimale Zufriedenheit bewegt hat (oder gegebenenfalls eine optimale Position beibehält). Der Raum, in dem für jeden Punkt ein «Zufriedenheitswert» berechenbar ist, wird für jede Person durch die Matrix der voreingestellten Optimaldistanzen zu einer Potentiallandschaft (s. Abb. 1). Hohe Zufriedenheit, also annähernd optimale Distanz zu den andern Personen entspricht einem Tal, einer Mulde (einem Attraktor), niedrige Zufriedenheit entspricht einem Berg (einem Repellor).

Die Interaktion wird evoziert durch die Konkurrenz von acht solcher u.U. inkompatiblen Potentiallandschaften, was verhindert, daß jede Person geradewegs ihre nächstgelegene Potentialmulde aufsucht. Die Simulation kann als eine diskrete Näherung eines Systems von 16 ge-



Abbildung 1: Darstellung einer fiktiven Potentiallandschaft, die durch die «Distanzwünsche» in der Computersimulation bestimmt ist.

<sup>1</sup> Die Autoren danken Peter TRITSCHLER für seine Mitarbeit bei der Programmierung.

wöhnlichen Differentialgleichungen betrachtet werden, die die Veränderungen der x- und der y-Koordinaten von acht «Personen» in Abhängigkeit der durch die Wunschkistanzen gewichteten jeweils anderen Koordinaten festlegen würden. In Differentialgleichungsform geschrieben, ist das System linear: die Ableitungen der quadratischen Distanzgleichungen enthalten selbst keine nichtlinearen Glieder.

Die genannte Simulation kann als eine Variante eines zellulären Automaten verstanden werden. Zelluläre Automaten sind diskrete dynamische Systeme, die mit teilweise sehr einfachen lokalen Regeln (sozusagen auf der Mikroebene) komplexe Makromuster zu erzeugen fähig sind. Der Pionier des seriellen Computers, von Neumann, stellte Untersuchungen mit diesen Automaten mit dem Ziel an, biologische Prozesse wie die Selbstreproduktion von Strukturen zu modellieren (VON NEUMANN & MORGENSTERN, 1963; LANGTON, 1989). Gleichzeitig gelten zelluläre Automaten als eine Art Paradigma der Parallelverarbeitung, von der sich die Cognitive Science Fortschritte in Richtung auf künstliche Intelligenz erwartet (KEMKE, 1988). Von seiten der Dynamical Systems Theory sind insbesondere Erscheinungen von Symmetriebrechung, Ordnungsbildung, Fraktalität und Chaos von Relevanz, durch die sich manche zelluläre Automaten auszeichnen (WOLFRAM, 1984; TOFFOLI & MARGOLUS, 1987; HAYES, 1988).

HAYES (1988) nennt folgende vier Merkmale von zellulären Automaten:

(1) Der Automat besteht aus einem «Raum», der in Zellen aufgeteilt ist. Die Anordnung ist meist als Gitter wie oben realisiert, es sind aber auch Variationen der Zellenform (z.B. wabenförmig) sowie der Dimension (z.B. dreidimensionale Zellenstrukturen) möglich.

(2) Jede Zelle hat eine Nachbarschaft, die geeignet gewählt werden kann. In unserer Simulation ist eine Moore-Nachbarschaft gewählt, die aus neun Zellen besteht (der aktuell besetzten sowie den acht angrenzenden Zellen).

(3) Eine Zelle kann verschiedene Zustände einnehmen. Im einfachsten Fall ist sie binär; im vorliegenden Fall sind dies neun mögliche Zustände: entweder «A», «B», ... «H» oder «(leer)».

(4) Über den Zustand einer Zelle entscheidet

die Konstellation der Zustände in der Nachbarschaft dieser Zelle. Conways bekanntes «Game of Life» funktioniert z.B. folgendermaßen: eine Zelle kann entweder «tot» oder «lebendig» sein, ist also binär. Es gilt die Moore-Nachbarschaft. Ist eine Zelle lebendig, so bleibt sie das, wenn in der Nachbarschaft zwei oder drei andere lebendige Zellen sind. Eine tote Zelle wird bei drei lebendigen Nachbarzellen in der nächsten Iteration lebendig. In allen anderen Fällen bleibt oder wird eine Zelle tot. Das Ergebnis ist ein komplexes Werden und Vorgehen von Strukturen. Je nach Ausgangskonstellation entstehen permanente oder oszillierende Muster (EIGEN & WINKLER, 1975). In diesem Punkt unterscheidet sich allerdings unsere Simulation von den zellulären Automaten, da nur für bereits besetzte Zellen (Personen) ein neuer Wert berechnet wird, der zudem noch vom Potentialwert der Nachbarzellen abhängt.

## 5.2 Ergebnisse der Simulation

Das Simulationssystem wurde als ein Automat beschrieben, der Ähnlichkeiten zu den zellulären Automaten aufweist. Die Simulation stellt ein dynamisches System dar, dessen Verhalten rekursiv gesteuert ist. Da die zugrundeliegende Potentialfunktion über die Matrizen der Optimaldistanzen in einem weiten Bereich variiert werden kann, sowie ferner die Anfangswerte für die einzelnen Zellen (also die Positionen der «Personen» im Feld) verschieden gewählt werden können, ist eine schier unüberschaubare Vielfalt des Verhaltens des Automaten möglich.

Diese Vielfalt ist bereits eines der Ergebnisse, die eine phänomenale Untersuchung der Simulation ergibt. Vielfalt entsteht zum Teil durch eine sensible Abhängigkeit von den Ausgangsbedingungen. Diese zeigt sich etwa darin, daß eine geringfügige Änderung einer Eingangsgröße zu qualitativ völlig unterschiedlichen Zuständen hinführt. Dazu möchten wir ein Beispiel anführen: Die Distanzmatrix sei symmetrisch insofern, als alle Optimaldistanzen gleich sind, beispielsweise  $dist_{i,j} = 13$ . Ein Prozeß unter dieser Vorgabe mit einer bestimmten Anfangsposition ergibt eine lange Folge sich ablösender Konfigurationen, die erst nach etwa 200 Iterationsschritten in eine stabile Konfiguration einmünden. Verändert

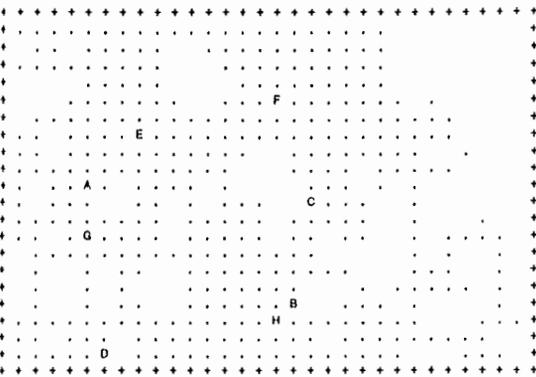
man nun lediglich die Anfangsposition von A von  $A(x/y)=(5/17)$  nach  $(6/17)$ , befindet sich das System bereits nach zwölf Iterationen in einem Gleichgewicht, das mit Periode 2 oszilliert. Beide Endkonfigurationen sind von einer unregelmäßig abgerundeten Form, wie von der gleichbesetzten Matrix her zu erwarten war, die Positionen der einzelnen Personen A bis H dagegen sind verschieden (s. Abb. 2).

Analog zu diesem Ergebnis ist die Entwicklung der Konstellationen aus identischen Positionen, wenn  $dist_{i,j}$  sich um lediglich 0.1 unterscheidet (etwa 5 bzw. 5.1). Die resultierenden Verläufe sind wiederum völlig unterschiedlich. Dies sind nun Ergebnisse zu Probeläufen mit symmetrischen Matrizen, deren Zellen zudem noch mit gleichen Werten besetzt sind. Qualitativ anderes Verhalten läßt sich simulieren, wenn die Opti-

maldistanzen in der Matrix so gewählt sind, daß sie den Distanzen einer beliebigen realisierbaren Konstellation entsprechen. Diese Matrix ist dann ebenfalls symmetrisch, denn die Distanz A von B ist gleich der Distanz B von A usw.; die Distanzen sind aber noch zusätzlich komplementär, denn sie stehen nicht in Konflikt oder Konkurrenz zueinander. Iterationen mit solchen Matrizen sind stets äquifinal: sie münden von allen Ausgangskonfigurationen aus in denselben, durch die in der Matrix abgebildete Potentialfunktion bestimmten Attraktor.

Welches Verhalten resultiert nun aus Vorgaben, die einen Konflikt zwischen Distanzwünschen beinhalten? Im folgenden Beispiel ist dieser Konflikt angelegt: A sucht hohe Abstände zu allen anderen Personen zu wahren; die Gruppe der Personen B bis H dagegen strebt einen geringen Abstand zu A an. Die Optimaldistanzen innerhalb dieser Subgruppe sind insgesamt gering, aber nicht unbedingt komplementär. Dies führt zu einer asymmetrischen Matrix (s. Tab. 1):

.....Das Feld nach der 194. Iteration:



.....Das Feld nach der 13. Iteration:

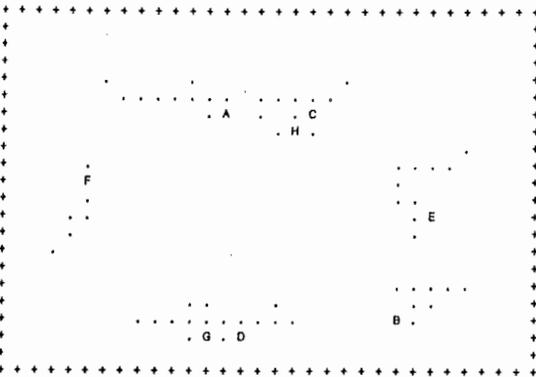


Abbildung 2: Endkonfiguration der Simulation, wenn alle Optimaldistanzen den Wert 13 haben (oben) Endkonfiguration für die Distanz 13, bei geringfügig anderer Ausgangsposition von A (unten)

Tabelle 1: Matrix der Optimaldistanzen eines Simulationslaufes

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	11	11	11	11	11	11	11
B	1	0	2	1	3	2	1	2
C	1	2	0	2	2	1	3	2
D	1	2	2	0	3	3	3	3
E	1	1	2	1	0	2	1	1
F	1	2	3	1	2	0	3	2
G	1	2	3	1	1	2	0	1
H	1	2	2	1	2	3	3	0

Die Simulation nimmt einen merkwürdigen Verlauf, der keinem der üblichen stationären Zustände zustrebt. Vielmehr bilden die «Personen» einen geschlossenen, turbulenten Pulk, der sich immer wieder zu «Gleitern» wechselnder Konstellation formiert (vgl. die Vorgänge bei zellulären Automaten wie dem «Game of Life»): Gleiter sind stabile Muster, die durch das Feld zu «wandern» scheinen). Die Gleiter werden am Rand des Feldes deformiert, durchlaufen eine Phase innerer Umstrukturierung, und beginnen in anderer Richtung wieder zu wandern.

Soweit eine qualitative Beschreibung der Simulation (für quantitative Maße zu zellulären Automaten vgl. WOLFRAM, 1984). Folgende Klassen von Gleichgewichtszuständen konnten gefunden werden:

- «Fixpunkte»: stationäre Konstellationen, in denen das System in allen weiteren Iterationsschritten verbleibt;
- «Grenzyklen»: eine terminale Konstellation springt zwischen zwei oder mehr Zuständen;
- Gleiter: fixe Konstellationen, die durch das Feld wandern; oszillierende Gleiter;
- chaotische Verläufe oder Oszillationen sehr langer Periode: da das Feld und die Anzahl möglicher Kombinationen der Konstellationen ( $\approx 10^{22}$ ) endlich ist, muß jeder einzelne Simulationslauf irgendwann wieder einen alten Zustand durchlaufen.

Der Simulationslauf mit der in Tabelle 1 dargestellten Distanzmatrix wurde einer dynamischen Analyse<sup>2</sup> unterzogen, deren Ergebnis hier kurz referiert werden soll. Dieses Repertoire an Methoden wird in den naturwissenschaftlichen Disziplinen zur Klärung der sequentiellen Abhängigkeiten in Zeitreihen verwendet. Innerhalb der Psychologie ist das Vorgehen (mit Ausnahme einiger psychophysiologischer Anwendungen) nicht eingeführt, da die verfügbaren Zeitreihen zumeist den Voraussetzungen (Anzahl der Meßwerte, Auflösung) nicht genügen. Der genannte Simulationslauf, der keinem phänomenologisch erkennbaren Attraktor zuzustreben scheint, diente uns als Gelegenheit, eine derartige (deterministische) Zeitreihenanalyse zu erproben. Wir gehen davon aus, daß diese Methodik in Zukunft auch für experimentelle Zeitreihen im Bereich der Psychologie Verwendung finden kann.

Es wurde deshalb im Programmablauf eine Zeitreihe erhoben, die die räumliche Ausdehnung der Konfiguration dieser «Gruppe» aus den «Personen» A bis H mißt. Als Observable wurde die Summe aller Abstände von A berechnet: ein Zahlenwert, der mit jedem Iterationsschritt variiert. Eine Zeitreihe von etwa 1800 Werten (entsprechend den etwa 1800 Iterationen der Simulation) diente als Grundlage der Analyse (s. Abb. 3).

Dieser *Plot der Zeitreihe* zeigt ein Oszillieren, dem keine erkennbare Ordnung zu unterliegen scheint. Die Amplitude ist das erwähnte Maß für die Kohäsion, das Werte zwischen 10 und 80 annimmt. Kein Wert scheint besonders ausgezeich-

net; höchstens ist zu vermuten, daß niedrige Amplitude und hohe Amplituden häufiger auftreten als solche in einem mittleren Bereich.

Abbildung 4 zeigt das Ergebnis einer *Fourieranalyse*. Dabei wird ein Signal in alle einzelnen Sinuskurven zerlegt, aus denen es sich additiv zusammensetzen läßt. Der Anteil jeder einzelnen Teilschwingung am ganzen Signal wird als Leistung gemessen. Im Bereich zwischen 0 und 900 (der höchsten möglichen Frequenz in einer Zeitreihe mit 1800 Punkten) findet sich einzelne peaks mit Rauschen dazwischen. Ausgeschlossen scheint durch die Analyse ein periodisches und quasiperiodisches System, denn dann müßten ein oder einzelne peaks deutlicher hervortreten. Ebenso entfällt reines Rauschen, das einen kontinuierlichen Verlauf der Leistungskurve zeigt. Dagegen spricht das Diagramm nicht gegen ein chaotisches System, das der Zeitreihe zugrundeliegen könnte.

Um einen chaotischen Attraktor zu kennzeichnen, muß ein geeigneter Phasenraum betrachtet werden, im Fall einer einzelnen Zeitreihe wie hier rekonstruiert werden. Eine Faustregel besagt, die Zeitverschiebung  $\tau$  in dem lag zu bestimmen, wo die *Autokorrelation* des Systems null wird oder ein lokales Minimum erreicht. Die Autokorrelationsfunktion legt im vorliegenden Fall nahe, einen Phasenraum mit den Achsen  $z(t)$ ,  $z(t + 40)$ ,  $z(t + 80)$  usw. zugrunde zu legen.

Innerhalb des Phasenraums (Abb. 5 zeigt den 2-dimensionalen einfachsten Fall, die «Einbettungsdimension» ist also 2) zeichnet unser System die in Abbildung 5 gezeigte Trajektorie.

Dimensionsanalyse bedeutet nun, die Komplexität dieses Gebildes zu bestimmen, indem man seine geometrische Dimension schätzt. Zum Vergleich: läuft das System auf einen stabilen Wert zu, hat es einen Attraktor der Dimension 0 (einen Punkt), ein Grenzyklus (stabile Oszillation) hat die Dimension einer geschlossenen Linie, also 1.

Die einfachste Form einer *Dimensionsanalyse* ist die Bestimmung mit dem Algorithmus nach GRASSBERGER & PROCACCIA (1983). Allgemein gesagt, werden auf dem Attraktor im Phasenraum Kugeln mit dem Radius  $r$  einbeschrieben. Um jedem Phasenraumpunkt, der durch die Zeitreihe vorgegeben ist, kann man solch eine Kugel legen. Die Korrelations-Funktion  $C(r)$  beschreibt dann die Wahrscheinlichkeit, daß sich

<sup>2</sup> Wir danken Arno STEITZ für die umfangreichen Berechnungen und die Erstellung von Diagrammen.

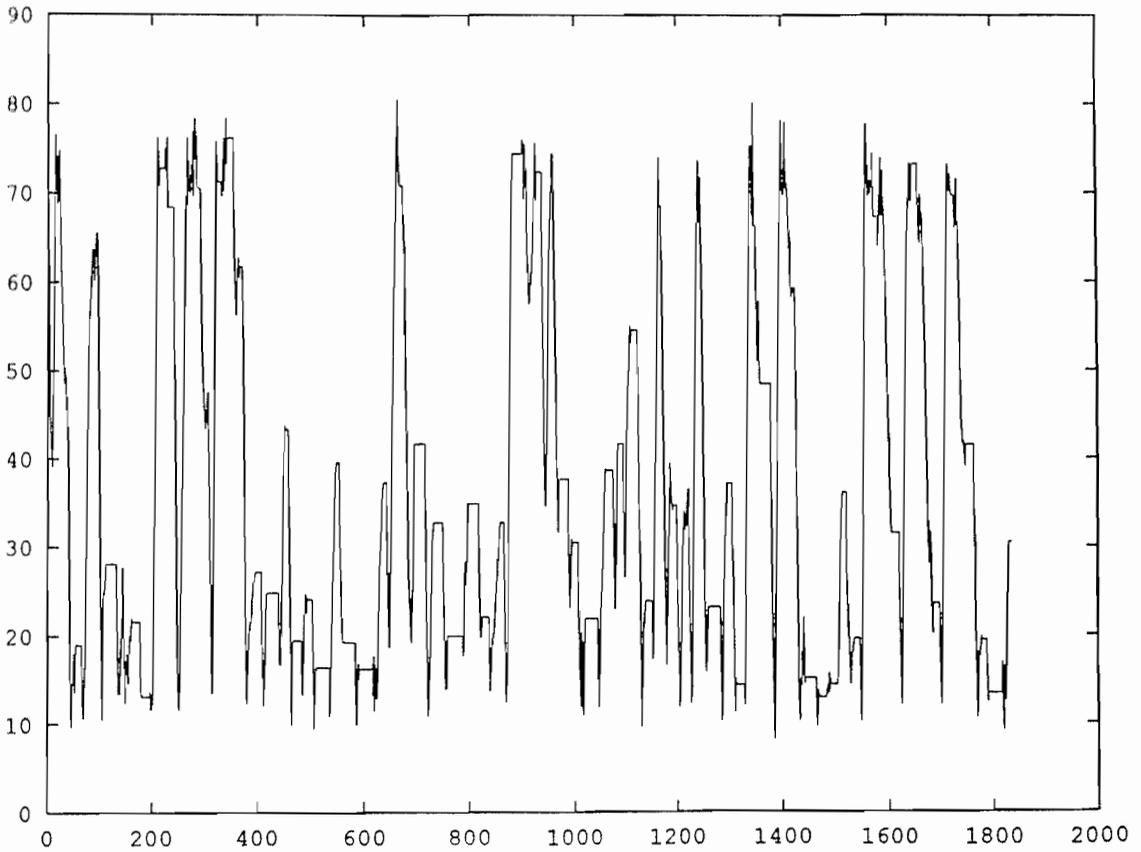


Abbildung 3: Darstellung einer Zeitreihe, die vom Simulationssystem generiert wurde; beobachtete Variable  $z(t)$  ist ein Maß für die räumliche Nähe der simulierten Gruppenkonstellationen zur Zeit der  $t$ -ten Iteration.

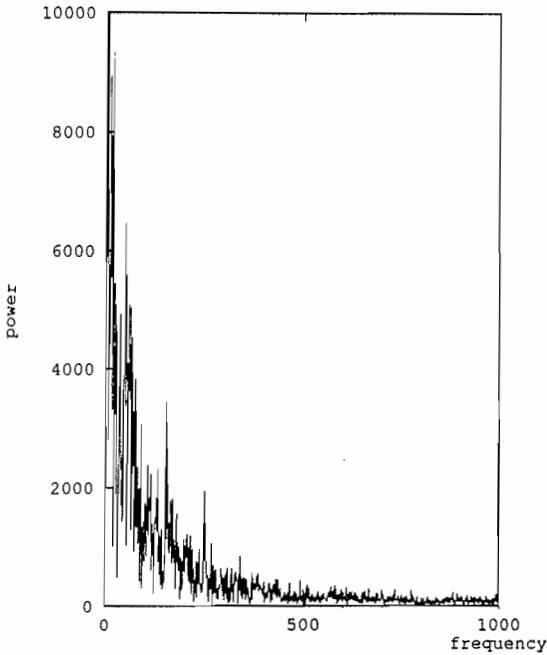


Abbildung 4: Fourieranalyse der Zeitreihe

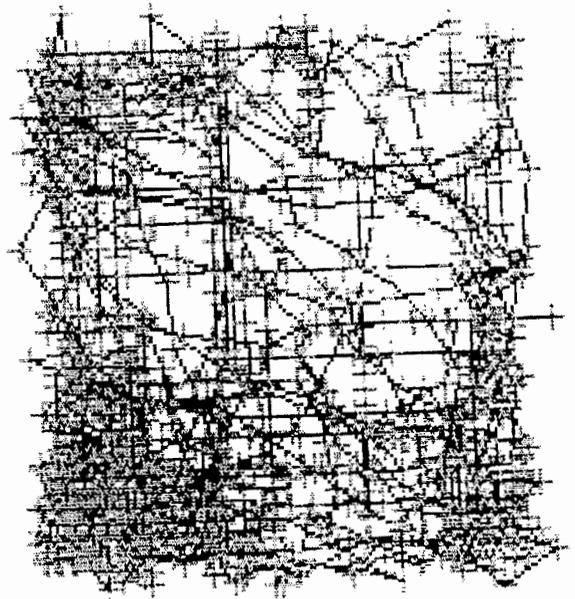


Abbildung 5: Phasenraumdarstellung der Zeitreihe; Achsen sind die Ausprägungen der Variable  $z$  bei Iteration  $t$  ( $x$ -Achse) und bei Iteration  $t+40$  ( $y$ -Achse)

innerhalb einer Kugel  $r$  ein weiterer Punkt des Attraktors befindet. Anschaulich gesagt, wird der Phasenraum mit vielen solcher Kugeln mit variablem  $r$  abgetastet, um seine filigrane Struktur zu erfassen. Hierbei kann gezeigt werden, daß eine Proportionalität zwischen  $C(r)$  und  $r^d$  besteht. Nimmt man die Logarithmen, bedeutet das eine Proportionalität zwischen  $\log(C(r))$  und  $\log(r)$ , d.h. die Kurve hat eine konstante Steigung  $d$ . Im Diagramm ist pro Einbettungsdimension je eine Kurve eingetragen. Es zeigt sich ein solcher linearer Zusammenhang, und zwar in Form einer in einem mittleren Bereich konstanten Steigung (s. Abb. 6a).

Dasselbe in anderer Darstellung: nach oben ist die *Steigung* der eben gezeigten Kurven abgetragen, nach rechts wieder der Radius der Abtastkugeln (s. Abb. 6b). Hier tritt die zu vermutende Dimension des Attraktors in Form der waagrechten Strecke im mittleren Bereich zutage. Der Wert dieses «Plateaus» kann mit etwa  $d=1.6$  angegeben werden.

Mit aller gebotenen Vorsicht zeichnet sich also das Ergebnis ab, daß den Simulationsdaten ein *fraktaler Attraktor* mit einer Dimension von etwa 1.6 zugrundeliegt. Das System nimmt demnach unter den voreingestellten Bedingungen nur einen kleinen Teil seines 16-dimensionalen analytischen Zustandsraums ein. Es läßt sich in einer Ebene (in 2 Dimensionen) ausreichend beschreiben und verläuft dort auf einem chaotischen Attraktor.

Dieses Ergebnis ist vorläufig. Die Methode birgt noch Unsicherheiten, so daß Schritte zur Absicherung der Reliabilität der Methode angezeigt sind (MAYER-KRESS, 1986). Z.B. können verschiedene Observable desselben Systems einer Dimensionsanalyse unterzogen werden, um zu prüfen, ob die Ergebnisse konvergieren.

## 6. Diskussion und Ausblick

Es ist nun möglich und angesichts der in der Theorie dynamischer Systeme üblichen Vorgehensweise wohl auch legitim, die beschriebene Computersimulation als eigenständiges dynamisches System aufzufassen und für sich zu untersuchen; dies wurde v.a. in der Absicht vorgeführt, eine zeitreihenanalytische Methode zu demonstrieren (mathematisch gesehen, ist die chaoti-

sche Dynamik der untersuchten Zeitreihe eine Folge der Diskretheit des an sich linearen Simulationssystems). Das System entstand aber als ein Modell zur Distanzregulation in einer sich bildenden Gruppe. In welcher Beziehung stehen nun also das Modell und reale Gruppenbildung?

Es ist deutlich, daß die Simulation ein sehr einfaches Modell der Gruppe darstellt, da sich die Wunschdistanzen während eines Simulationslaufes im vorliegenden Modell nicht verändern. In einer realen Gruppe ist dagegen anzunehmen, daß sich die Distanz-«Einstellungen» in Abhängigkeit vom wahrgenommenen und kommunizierten Verhalten während des Gruppenbildungsprozesses verändern werden. Daß dem so ist, zeigen erste explorative Studien mit realen Gruppen (TSCHACHER & BRUNNER, 1990). Dem Modell fehlt ein Freiheitsgrad der Gruppendynamik wie auch die Möglichkeit des Aus-dem-Feld-Gehens. Dennoch belegt das Modell u.E., daß auch eine einfache Modelldynamik bereits sehr komplexe Verhaltensmuster und Gleichgewichtskonstellationen herzustellen in der Lage ist, und damit Gruppenprozesse auf einer makroskopischen Ebene nachbilden könnte. Eine tiefe Simulation von Gruppenprozessen liegt jenseits der Möglichkeiten des Computerexperiments; wir halten es für sinnvoll, phänomenale Verläufe mit einem möglichst einfachen Modell nachzustellen, um formale Analogien zu Gruppenbildungsprozessen zu finden. Dieses Vorgehen entspricht zudem unseren Erwartungen, daß ein soziales System wegen der Komplexität seiner psychisch-sozialen Mikroebene einfache Muster ausbildet.

Entsprechend dem Charakter einer Explorationsstudie entstanden eher neue Fragen, als daß bereits endgültige Aussagen zur Gruppenentwicklung und ihrer dynamischen Modellierung gemacht werden könnten.

Wir wollen versuchen, das Modell durch Aufnahme einer weiteren rekursiven Schleife realistischer zu gestalten: es ist möglich, die bisher konstant vorgegebenen Distanzmatrizen vom Prozeß abhängig zu machen, etwa indem nähere Distanzen dann «gelernt» werden, wenn sie im Verlauf der vorangegangenen Iterationen aufgetreten sind. Prinzipiell können auch verborgene Variablen definiert werden, die dann ihrerseits interagieren und das Distanzverhalten bedingen. Auf diese Weise sind motivationale Variablen modellierbar: die Potentiallandschaft, die das Verhal-

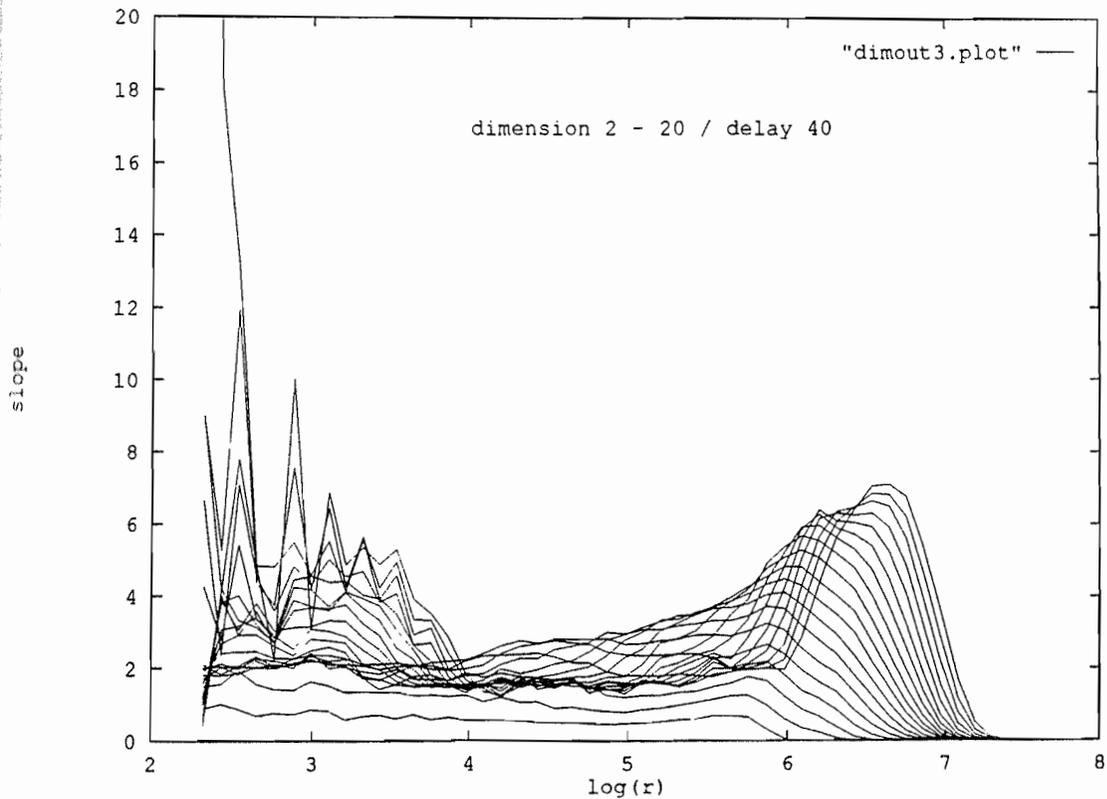
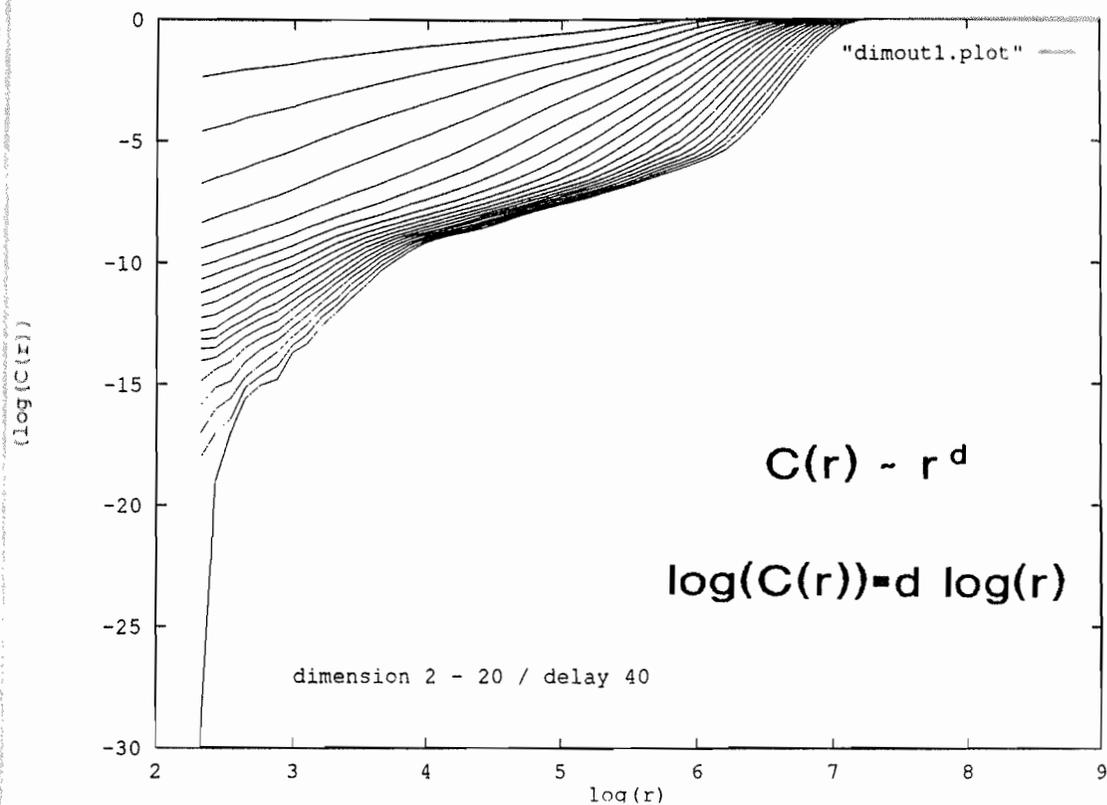


Abbildung 6a, b: Diagramme zur Abschätzung der Dimensionalität der Trajektorie des Systems im Phasenraum

ten bedingt, wird ihrerseits durch das Verhalten verändert. Einem Ausbau der Simulation zu einem multidimensionalen kybernetischen Modell, wie es BENNO in BISCHOF (1985) entwarf, steht nur eines im Wege: der zunehmende Programmieraufwand.

Die rekursive Skulpturierung wird einer der Ansätze sein, die im Rahmen einer sozialwissenschaftlichen bzw. psychologischen Synergetik (BRUNNER & SCHIEPEK, 1989; TSCHACHER & BRUNNER, 1989) elaboriert und weiterverfolgt werden.

Für die Zukunft könnten wir uns vorstellen, daß eine Katalogisierung unterschiedlicher Dynamiken von sozialen (und nicht nur simulierten!) Systemen erstellt wird. Durch empirisches Wissen über die Zeitreihenkenwerte der Systeme, mit denen Sozialpsychologie zu tun hat, können allmählich die semantische und die formale Ebene einer systemischen bzw. synergetischen Psychologie einander näher gebracht werden.

## Literatur

- ABRAHAM, R. H. & SHAW, C. D. 1983. *Dynamics - The Geometry of Behavior* (Vol. 0-3). Santa Cruz: Aerial Press.
- BABLOYANTZ, A. 1986. Evidence of Chaotic Dynamics of Brain Activity During the Sleep Cycle. In: MAYER-KRESS, G. (Ed.): *Dimensions and Entropies in Chaotic Systems*. Berlin: Springer, 241-245.
- BALES, R. F. 1950. *Interaction Process Analysis (A Method for the Study of Small Groups)*. Chicago: University of Chicago Press.
- BALES, R. F. & COHEN, S. P. 1982. *SYMLOG. Ein System für die mehrstufige Beobachtung von Gruppen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- BECK, A. P. 1983. *A Process Analysis of Group Development*. Group, 7, 19-26.
- BERGÉ, P., POMEAU, Y. & VIDAL, C. 1984. *Order within Chaos (Towards a Deterministic Approach to Turbulence)*. New York, Paris: Wiley, Hermann.
- BISCHOF, N. 1985. *Das Rätsel Ödipus (Die biologischen Wurzeln des Urkonfliktes von Intimität und Autonomie)*. München: Piper.
- BRUNNER, E. J. 1986. *Grundfragen der Familientherapie (Systemische Theorie und Methodologie)*. Berlin: Springer.
- BRUNNER, E. J. & SCHIEPEK, G. 1989. *Sozialwissenschaftliche Synergetik (Antrag auf Förderung eines interuniversitären Forschungsvorhabens)*. Universitäten Tübingen und Bamberg: unveröff. Manuskript.
- CISSNA, K. N. 1984. Phases in Group Development: the Negative Evidence. *Small Group Behavior*, 15, 3-32.
- CRUTCHFIELD, J. P., FARMER, J. D., PACKARD, N. H. & SHAW, R. S. 1987. *Chaos. Spektrum der Wissenschaft*, 78-90.
- DAVIES, D. & KUYPERS, B. C. 1985. *Development and Interpersonal Feedback. Group & Organization Studies*, 10, 184-208.
- DEWDNEY, A. K. 1987. *Computer-Kurzweil. Spektrum der Wissenschaft*, 6-9.
- EIGEN, M. & WINKLER, R. 1975. *Das Spiel (Naturgesetze steuern den Zufall)*. München: Piper.
- FENGLER, J. 1986. *Soziologische und sozialpsychologische Gruppenmodelle*. In: PETZOLD, H. & FRÜHMANN, R. (Hrsg.): *Modelle der Gruppe in Psychotherapie und psychosozialer Arbeit*, Paderborn: Junfermann, 33-108.
- FRINDTE, W., SCHWARZ, H. & ROTH, F. 1989. *Selbst- und Fremdorganisation in sozialen Systemen - ein neuer sozialpsychologischer Ansatz (Oder: wie bewegen wir soziale Systeme, daß sie sich selbst bewegen?)*. Jena: Forschungsergebnisse der Friedrich-Schiller-Universität Nr. 6/89/1 (Sektion Psychologie).
- GERSICK, C. J. G. 1988. *Time and Transition in Work Teams: Toward a New Model of Group Development*. *Academy of Management Journal*, 31, 9-41.
- GUCKENHEIMER, J. & HOLMES, P. 1983. *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields*. New York: Springer.
- HAKEN, H. 1983. *Advanced Synergetics (Instability Hierarchies of Selforganizing Systems and Devices)*. Berlin: Springer (3. Auflage).
- HAKEN, H. 1988. *Information and Self-Organization (A Macroscopic Approach to Complex Systems)*. Berlin: Springer.
- HAKEN, H. 1990. *Synergetik: eine Einführung (Nichtgleichgewichts-Phasenübergänge und Selbstorganisation in Physik, Chemie und Biologie)*. Berlin: Springer (3. Auflage).
- HAKEN, H. & STADLER, M. (Eds.) 1990. *Synergetics of Cognition*. Berlin: Springer.
- HALL, E. T. 1966. *The Hidden Dimension*. Garden City, N.Y.: Doubleday.
- HANFINGER, R. 1984. *The Contextual Organization Model for Processing and Evaluating (COMPE): A Theoretical Tool for Practitioners in the Behavioral Sciences*. *Small Group Behavior*, 15, 375-386.
- HAYES, B. 1988. *Zelluläre Automaten. Spektrum der Wissenschaft, Sonderband Computer II*, 60-67.
- HOGEWEG, P. 1989. *MIRROR beyond MIRROR, Puddles of Life*. In: LANGTON, C. G. (Ed.): *Artificial Life (SFI Studies in the Sciences of Complexity)*, Redwood City, Ca.: Addison-Wesley, 297-316.
- JANTSCH, E. 1979. *Die Selbstorganisation des Universums (Vom Urknall zum menschlichen Geist)*. München: Hanser.
- KANTOR, D. & LEHR, W. 1975. *Inside the Family (Toward a Theory of Family Process)*. San Francisco: Jossey-Bass.
- KEMKE, C. 1988. *Der neuere Konnektionismus. Informatik-Spektrum*, 11, 143-162.
- KRIZ, J. 1990. *Synergetics in Clinical Psychology*. In: HAKEN, H. & STADLER, M. (Eds.): *Synergetics of Cognition*, Berlin: Springer, 393-404.
- KROHN, W., KÜPPERS, G. & PASLACK, R. 1987. *Selbstorganisation - Zur Genese und Entwicklung einer wissenschaftlichen Revolution*. In: SCHMIDT, S. J. (Hrsg.): *Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus*, Frankfurt: Suhrkamp, 441-465.
- KRUEGER, F. R. 1984. *Physik und Evolution (Physikalische Ansätze zu einer Einheit der Naturwissenschaften auf evolutionärer Grundlage)*. Berlin: Paul Parey.
- KUTTER, P. 1986. *Gibt es typische Verläufe in der psychoanalytischen Gruppentherapie? Gruppenpsychotherapie und Gruppendynamik*, 22, 1-8.
- LANGTON, C. G. (Ed.) 1989. *Artificial Life (SFI Studies in the Sciences of Complexity)*. Redwood City, Ca.: Addison-Wesley.

- BUSSSEL, E. & SCHNEIDER, J.F. 1982. Zur Problematik von Gruppenmodellen in der Kleingruppenforschung (Referat, gehalten auf der 24. Tagung experimentell arbeitender Psychologen in Trier). Unveröff. Manuskript.
- Lewis, C.M. 1985. The Impact of Tasks of Group Development on the Psychotherapeutic Treatment of Depression in Groups. *International Journal of Mental Health*, 13, 105-118.
- MACKEY, M.C. & AN DER HEIDEN, U. 1982. Dynamical Diseases and Bifurcation: Understanding Functional Disorders in Physiological Systems. *Funct. Biol. Med.* 1, 156-164.
- MANDELBROT, B.B. 1987. Die fraktale Geometrie der Natur. Basel: Birkhäuser.
- MAYER-KRESS, G. (Ed.) 1986. Dimensions and Entropies in Chaotic Systems. Berlin: Springer.
- MCDAVID, J.W. & HARARY, H. 1968. Social Psychology (Individuals, Groups, Societies). New York: Harper & Row.
- MIKULA, G. 1988. Von zwischenmenschlicher Attraktion zu zwischenmenschlichen Beziehungen: Die Entwicklung eines Forschungsgebietes. Universität Graz: Berichte aus dem Institut für Psychologie.
- MILLS, T.M. 1969. Soziologie der Gruppe. München: Juventa.
- MORELAND, R.L. 1987. The Formation of Small Groups. In: HENDRICK, C. (Ed.): *Group Processes*, Newbury Park: Sage, 80-110.
- NEUMANN, J. v. & MORGENSTERN, O. 1963. Theory of Games and Economic Behaviour. Princeton: University Press.
- NICOLIS, G. & PRIGOGINE, I. 1987. Die Erforschung des Komplexen (Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Naturwissenschaften). München: Piper.
- PARSONS, T. 1972. Das System moderner Gesellschaften. München: Juventa.
- PARSONS, T. & SHILS, E. A. (Eds.) 1951. *Toward a General Theory of Action*. New York: Evanston.
- PUTZGEN, H.-O. & RICHTER, P.H. 1986. The Beauty of Fractals (Images of Complex Dynamical Systems). Berlin: Springer.
- POINCARÉ, H. 1899. Les Methodes Nouvelles de la Mécanique Celeste. Paris: Gauthier-Villars. (Vol. 1-3).
- PRIGOGINE, I. 1979. Vom Sein zum Werden (Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften). München: Piper.
- RÖSSLER, O.E. 1976. An Equation for Continuous Chaos. *Phys. Lett.* 57A, 397-398.
- SCHIEPEK, G. 1986. Systemische Diagnostik in der Klinischen Psychologie. München: Psychologie Verlags Union.
- SCHIEPEK, G. 1990. Systemisches Denken (Konsequenzen für die Klinische Psychologie). Bamberg: unveröffentlichte Habilitationsschrift.
- SCHMAIS, C. 1981. Group Development and Group Formation in Dance Therapy. *Arts in Psychotherapy*, 8, 103-107.
- SCHNEIDER, H.-D. 1985. Kleingruppenforschung. Stuttgart: Teubner.
- SCHWEITZER, J. & WEBER, G. 1983. Beziehung als Metapher: Die Familienskulptur als diagnostische, therapeutische und Ausbildungstechnik. *Familiendynamik*, 8, 113-128.
- SHALINSKY, W. 1983. One-Session Meetings: Aggregate or Group? *Small Group Behavior*, 14, 495-514.
- SIMON, F.B. & STIERLIN, H. 1984. Die Sprache der Familientherapie: ein Vokabular (Überblick, Kritik und Integration systemtherapeutischer Begriffe, Konzepte und Methoden). Stuttgart: Klett-Cotta.
- SOMMER, R. 1969. *Personal Space*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- STIERS, M.J. 1987. A Kleinian Analysis of Group Development. *Group*, 11, 67-77.
- THOMPSON, J.M.T. & STEWART, H.B. 1986. *Nonlinear Dynamics and Chaos (Geometrical Methods for Engineers and Scientists)*. Chichester: Wiley.
- TOFFOLI, T. & MARGOLUS, N. 1987. *Cellular Automata Machines (A New Environment for Modeling)*. Cambridge: MIT Press.
- TSCHACHER, W. 1990. Interaktion in selbstorganisierten Systemen (Grundlegung eines dynamisch-synergetischen Forschungsprogramms in der Psychologie). Heidelberg: Asanger.
- TSCHACHER, W. & BRUNNER, E.J. 1989. Dynamische Analyse formaler Parameter von sozialen Systemen (Teilprojekt I «Sozialwissenschaftliche Synergetik»). Universität Tübingen: unveröff. Manuskript.
- TSCHACHER, W. & BRUNNER, E.J. 1990. Distanzregulierung und Gruppenstruktur beim Prozeß der Gruppenentwicklung (Eine explorative Feldstudie und eine Computersimulation). Universität Tübingen: Berichte aus dem Arbeitsbereich Pädagogische Psychologie Nr. 26.
- TSCHACHER, W. & BRUNNER, E.J. 1991. Distanzregulierung und Gruppenstruktur beim Prozeß der Gruppenentwicklung. II: Empirische Studien (in Vorbereitung).
- TSCHACHER, W., BRUNNER, E.J. & SCHIEPEK, G. 1990. Aspekte sozialwissenschaftlicher Synergetik: Theorie - Methodologie - Forschungspraxis. In: BRUNNER, E.J. & GREITMEYER, D. (Hrsg.): *Die Therapeutenpersönlichkeit (Zweites Weinheimer Symposium 1989)*, Wildberg: Bögner-Kaufmann, 194-201.
- TSCHACHER, W., SCHIEPEK, G. & BRUNNER, E.J. (Eds.) 1991. *Self-Organization and Clinical Psychology (Empirical Approaches to Synergetics in Psychology)*. Berlin: Springer (in Vorbereitung).
- TUCKMAN, B. 1965. Developmental Sequence in Small Groups. *Psychological Bulletin*, 63, 384-399.
- TUCKMAN, B. & JENSEN, M. 1977. Stages of Small-group Development. *Group and Organizational Studies*, 2, 419-427.
- WEIDLICH, W. & HAAG, G. (Eds.) 1983. *Concepts and Models of a Quantitative Sociology (The Dynamics of Interacting Populations)*. Berlin: Springer.
- WINFREE, A.T. 1987. When Time Breaks Down (The Three-Dimensional Dynamics of Electrochemical Waves and Cardiac Arrhythmias). Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- WOLFRAM, S. 1984. Universality and Complexity in Cellular Automata. *Physica*, 10 D, 1-35.
- WUNDERLIN, A. & HAKEN, H. 1983. Some Applications of Basic Ideas and Models of Synergetics to Sociology. In: FREHLAND, E. (Ed.): *Synergetics - From Microscopic to Macroscopic Order*, Berlin: Springer, 174-182.

