

# Handlungssysteme als komplexe adaptive Systeme: Überlegungen zu einer evolutionären Sozialtheorie

*Peter Kappelhoff, November 1999*

(erscheint im für den Herbst 2000 geplanten Sammelband der Tagung  
"Erkenntnistheoretische Standortbestimmung der Sozialwissenschaften", Wien 1999)

## 1. Grundfragen einer evolutionären Sozialtheorie

Soziologische Adaptionen der Evolutionstheorie sind aus einer Vielzahl von Gründen kritisiert worden. Insbesondere die Formulierung allgemeiner gesellschaftlicher Entwicklungsgesetze und ein kruder Sozialdarwinismus auf der Grundlage der von H. Spencer geprägten Metapher vom „Kampf ums Dasein“ haben sich für die Entwicklung einer allgemeinen Sozialtheorie auf evolutionstheoretischer Grundlage als hinderlich und abwegig herausgestellt. Darüber hinaus sind verfehlte direkte Analogieschlüsse zurecht als Organizismus und Biologismus gebrandmarkt worden. A. Giddens (1988, S. 281ff) geht sogar soweit, evolutionstheoretische Gedankengänge pauschal mit Evolutionismus zu identifizieren. Diese Position von Giddens, der sich nicht einmal die Mühe macht, neuere Überlegungen zu einer allgemeinen Evolutionstheorie überhaupt zur Kenntnis zu nehmen, ist charakteristisch für viele Kritiker aus dem Lager des interpretativen Paradigmas.

Diese kritischen Einwände gegen eine evolutionistische Sozialwissenschaft laufen allerdings weitgehend ins Leere, da die angegriffenen Positionen nicht mehr vertreten und von allen neueren Vertretern evolutionärer Ansätze in Ökonomie und Soziologie explizit und eindeutig zurückgewiesen werden. Grundlegender und für die Konstruktion einer evolutionär argumentierenden allgemeinen Sozialtheorie von entscheidender Bedeutung ist dagegen die Lösung der beiden folgenden Probleme:

1. Wie können Gleichgewichts- und Evolutionsmodelle miteinander verbunden werden oder, allgemeiner formuliert, wie können Selbstorganisations- und Evolutionsmodelle in ein umfassendes Konzept der Evolution einer evolutionsfähigen Ordnung integriert werden?
2. Wie können die Einsichten der neueren Evolutionstheorie auf sozialtheoretische Fragestellungen übertragen werden oder, genauer gefragt, wie können in der Komplexitätstheorie entwickelte Modelle evolutionärer Mechanismen, die sich bereits in Simulationsstudien künstlichen Lebens und künstlicher Intelligenz bewährt haben, für die Erklärung sozialer Prozesse theoretisch fruchtbar gemacht werden?

## 2. Vom Spencerschen zum Luhmannschen Dilemma

Zum Problemaufriß der ersten Fragestellung gehen wir kurz auf das sogenannte Spencersche Dilemma (vgl. Bailey 1990, S. 55ff und Schmid 1998, S. 243f) ein. Der grundlegenden Charakter dieses Dilemmas wird daran deutlich, daß es in modelltheoretisch abgewandelter Form

grundsätzlich auch bei T. Parsons und N. Luhmann zu finden ist. In Spencers Theorie ist einerseits die Evolution komplexer Strukturen gemäß dem ersten Grundgesetz der Entwicklung von unzusammenhängender Homogenität zu zusammenhängender Heterogenität vorgezeichnet. Andererseits ist nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik als gleichgewichtiger Endzustand ein Zustand maximaler Entropie und damit auch vollkommener Homogenität zu erwarten, der den Zerfall aller Strukturen - auch als „Wärmemethode“ bezeichnet - bedeutet. Läßt man die spezifischen Aussagen der Spencerschen Theorie beiseite, bleibt auf der abstrakten Ebene der Gegensatz zwischen einem stabilen System im Gleichgewicht, das nicht mehr zu Evolution fähig, im Grunde also „tot“ ist, und dem Konzept einer evolutionsfähigen Ordnung, die dann notwendig als Ungleichgewichtssystem konzipiert werden muß.

Parsons begann seine akademische Karriere zwar damit, daß er Spencer für tot erklärte. Er distanzierte sich damit aber in erster Linie von den utilitaristischen Positionen Spencers, die auch schon von E. Durkheim scharf attackiert worden waren, und damit letztlich von der liberalen Ideologie Spencers. Evolutionstheoretisch hat Parsons in vielerlei Hinsicht sogar das Erbe Spencers angetreten, wie insbesondere sein Spätwerk zeigt, das vor allem der Ausarbeitung einer Theorie der soziokulturellen Evolution gewidmet ist. Aber auch schon der frühe Struktur-funktionalismus Parsons' zeichnet sich durch eine zurecht kritisierte Sichtweise der Erhaltung und Entwicklung sozialer Systeme aus, die auf organismische Analogieschlüsse zurückgreift. Von zentraler Bedeutung ist der Einfluß von W. Cannon's „The Wisdom of the Body“ und damit der Idee eines homöostatischen Gleichgewichts bzw. eines Fließgleichgewichts. Gerade der letztere Ausdruck zeigt den Versuch, das widersprüchliche Begriffspaar von Gleichgewicht und Evolution miteinander zu verbinden. Die „Weisheit des Körpers“ bezieht sich aber lediglich auf die epigenetische Entwicklung eines Organismus vor dem Hintergrund eines gegebenen genetischen Programms in Wechselwirkung mit der Umwelt. Eine solche organismische Entwicklung folgt zwar in Hinblick auf Störungen relativ stabilen chreodischen Pfaden (vgl. Waddington 1975), ist aber lediglich die Entfaltung eines genetischen Programms und daher gerade nicht genetische Evolution im Sinne der Variation und Selektion von Bestandteilen eines solchen Programms. Analog begreift Parsons die gesellschaftliche Entwicklung als Entfaltung einer kulturellen Matrix, die sich in den Saatbeetgesellschaften Israel und Griechenland herausgebildet hat (1975), und die die Höherentwicklung (vgl. Schmid 1998, S. 218ff.) bis hin zu dem „System moderner Gesellschaften“ (Parsons 1972) mit den USA als neuer Führungsgesellschaft in der jüngsten Modernisierungsphase (1972, S. 110ff.) gesteuert hat. Parsons' Vorstellung von „Evolution“ ist also durch und durch organismisch und damit letztlich dem Gleichgewichtsgedanken verbunden. Evolution auf der Grundlage von Variation und Selektion als historisch kontingenter Prozeß, der sich in einen offenen Möglichkeitsraum hinein entfaltet, muß einem solchen, bestenfalls als teleonom zu bezeichnenden Entwicklungsverständnis letztlich fremd bleiben.

Demgegenüber scheint die Luhmannsche Universaltheorie auf den ersten Blick durchaus auf der Höhe der Theorieentwicklung zu sein, kombiniert sie doch mit der Kommunikations-, System-

und Evolutionstheorie nicht nur drei Supertheorien, sondern durchbricht auch die „selbst-erzeugte Dunkelheit“ (Luhmann 1984, S. 9) der fachinternen Theoriediskussion durch die Einarbeitung neuerer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in das Theoriedesign. So baut Luhmann das biologische Konzept der Autopoiesis in eigenwilliger Weise in seine „Theorie selbstreferentieller, ‘autopoietischer’ Systeme“ (Luhmann 1984, S. 11) ein und legt, wie neuerdings viele Philosophen und Sozialwissenschaftler, eine naturalistische Erkenntnistheorie zugrunde.

Dennoch ist, um einen Vorwurf von J. Habermas (1985, S. 430) als positive Charakterisierung aufzugreifen, Luhmanns Theorie strikt metabiologisch. Soziale Systeme sind, wie auch psychische Systeme, sinnkonstituierte Systeme und operieren damit auf einer eigenen Emergenzebene, d.h. in Bezug auf die Ebene der biologischen Organisation auf einer Metaebene. Wegen der zentralen Bedeutung des Emergenzgedankens im Konzept sinnkonstituierter Systeme finden sich biologistische Analogieüberlegungen, wie sie für Spencer oder auch Parsons typisch sind, bei Luhmann nicht. Das Autopoiesiskonzept ist durch seine Respezifikation innerhalb der Luhmannschen Theoriearchitektur derart abstrahiert, daß lediglich selbstreferentielle Anschlußfähigkeit und zirkuläre Geschlossenheit des Operierens übrig bleiben. So kann Luhmann sagen, daß „die Selbstbeweglichkeit des Sinngeschehens Autopoiesis par excellence“ (1984, S. 101) darstellt. Viele Kritiker haben Luhmann zu Recht vorgehalten, daß auf diese Weise die ursprüngliche Bedeutung von Autopoiesis im biologischen Kontext bis zur Unkenntlichkeit verändert wird. So berechtigt dieser Einwand ist, so wenig trifft er die Luhmannsche Verwendung des Begriffs, die eben nicht auf einem biologistischen Analogieschluß, sondern einer kreativen Respezifikation beruht.

Die eigentliche Problematik liegt an einer anderen Stelle, und damit kommen wir vom Spencer-schen Dilemma über das Parsonssche Dilemma zum Luhmannschen Dilemma, nämlich in der mangelnden Anschlußfähigkeit seiner Evolutionstheorie an die auf dem Autopoiesiskonzept basierende Systemtheorie. Wie z.B. auch C. Seyfarth (1998) in seiner Kritik von Luhmanns Opus Magnum „Die Theorie der Gesellschaft“ (1997a) notiert, bleibt die Evolutionstheorie bei Luhmann blasser als die beiden anderen angeführten Supertheorien. Luhmann definiert Evolution als Transformation geringer Entstehungswahrscheinlichkeit in hohe Erhaltungswahrscheinlichkeit (1997a, S. 414). Diese zunächst etwas überraschende, aber auf den zweiten Blick vielleicht einleuchtende Definition trifft jedoch den Kern des Evolutionsgedankens nicht. Luhmann beruft sich zwar auf D. Campbell (1975), wenn er sich zur Konkretisierung seiner Gedanken auf die Triade von Variation, Selektion und Restabilisierung bezieht (vgl. 1997a, S. 427), allerdings ist auch hier eine charakteristische Bedeutungsverengung bzw. -veränderung zu konstatieren. Ist die Identifikation von blinder Variation mit geringer Entstehungswahrscheinlichkeit noch nachvollziehbar, so ist die Verbindung von Selektion und Restabilisierung mit hoher Erhaltungswahrscheinlichkeit irreführend. Sie verengt nämlich den Blick auf erfolgreiche Variationen, deren relative Fitneß zum Überleben ausreicht und die daher die Chance der Reproduktion haben. Diese aus der ex post-Perspektive des Funktionalismus einleuchtende Verengung ist aber aus der ex ante-Sicht einer Vielzahl konkurrierender Variationen, deren Überleben durchaus

nicht gesichert ist, problematisch. Darüber hinaus interpretiert Luhmann den von Campbell eigentlich verwendeten Begriff der Retention (Beibehaltung) in Restabilisierung um. Während es bei Campbell lediglich um ein funktionales Äquivalent zum biologischen Reproduktionsmechanismus des genetischen Codes durch Formen sozialer Übertragung (Sozialisation, soziales Lernen, usw.) geht (1975, S. 1106ff), versteht Luhmann unter Restabilisierung „die Selbstorganisation evolvierender Systeme“ (1997a, S. 427). Trotz dieses deutlich hervortretenden latenten Funktionalismus in der evolutionstheoretischen Begrifflichkeit betont Luhmann andererseits aber ausdrücklich, daß „Evolutionstheorie keine Theorie des Fortschritts ist. Sie nimmt Emergenz und Destruktion von Systemen mit Gleichmut hin“ (1997a, S. 428).

Es bleibt festzuhalten, daß auch Luhmann die Integration einer auf Selbstorganisation und Selbstreproduktion abgestellten Systemtheorie mit einer auf Variation und Selektion beruhenden Evolutionstheorie nicht gelingt. Meine These ist, daß dies letztlich nur durch die Unterordnung der Systemtheorie unter eine allgemeine Evolutionstheorie gelingen kann. Mechanismen der Selbstorganisation und -destruktion sind dann als Elemente einer allgemeinen Theorie der Evolution einer evolutionsfähigen Ordnung auszufassen. Als aus meiner Sicht vielversprechende Ansätze werde ich in diesem Zusammenhang an das Konzept eines komplexen adaptiven Systems von J. Holland (1995a,b) und die Komplexitätstheorie von S. Kauffman (1991, 1993) anknüpfen, die unter dem Etikett der Koevolution am Rande des Chaos eine verschiedene Stränge integrierende und modelltechnisch ausgefeilte Evolutionstheorie anbietet. Danach sind evolutionsfähige Systeme grundsätzlich Ungleichgewichtssysteme und folgen einer Dynamik durchbrochener Gleichgewichte, sind also durch längere metastabile Phasen des Gleichgewichts charakterisiert, die durch kurze, chaotisch anmutende Wandlungsphasen durchbrochen werden (vgl. Eldredge und Gould 1972; Kauffman 1993). Vor dem Hintergrund dieses allgemeinen evolutionstheoretischen Modells bleiben Gleichgewichtsmodelle aber weiter sinnvolle und nützliche Instrumente, um bestimmte metastabile Gleichgewichtsphasen im Rahmen einer allgemeinen Dynamik von Ungleichgewichtsprozessen zu modellieren.

### **3. Replikatoren und Interaktoren in der sozialkulturellen Evolution**

Schaut man genauer hin, so erkennt man, daß sowohl Parsons und Luhmann mit ihren Vorstellungen von Homöostase und Autopoiesis als auch die neueren Modelle der Selbstorganisation auf der Grundlage physikalisch-chemischer Prozesse, wie etwa die Theorie dissipativer Strukturen von I. Prigogine (1979) oder die Synergetik von H. Haken (1996), die Schwelle zu genuinen Modellen der Evolution schon deshalb nicht überschreiten können, weil die entscheidende Begrifflichkeit der Codierung von Information und der Variation und selektiven Reproduktion von Information durch biologische oder soziale Prozesse fehlt. Für jede Evolutionstheorie ist nämlich die Unterscheidung von Replikator und Interaktor wesentlich. Erst dann, wenn ein selbstorganisierender Prozeß durch eine replikationsfähige Information gesteuert wird, kann das evolutionäre Spiel von Variation, Selektion und Retention beginnen.

Die Unterscheidung von Replikator und Interaktor wurde von D. Hull (1980) in bewußter Abgrenzung zu der Unterscheidung von Replikator und Vehikel durch R. Dawkins (1978) eingeführt. Dawkins' Theorie der egoistischen Gene geht von einer aktiven Rolle der Gene und einer passiven Rolle der Vehikel (Organismen) aus, die lediglich als Träger von Genen und deren egoistischer Replikationstrategien Bedeutung haben. Dawkins ist damit ein entschiedener Vertreter der Genselektion und des genetischen Reduktionismus. Danach wird z.B. die Evolution altruistischer Strategien, etwa in Verwandtschaftsgruppen oder in Form des reziproken Altruismus (vgl. z.B. Wilson und Sober 1994, Ridley 1997), durch die damit verbundene höhere Gesamteignung des codierenden Allels erklärt. Dagegen ist für Hull ein Interaktor eine „entity that interacts as a cohesive whole with its environment in such a way that this interaction causes replication to be differential. An entity functions as an interactor depending on the role it plays in a particular selection process" (Hull 1994, S. 627; Hervorhebungen im Text). Auch für Hull ist unbestritten, daß die Gene die primären Einheiten der Replikation sind. Die Frage nach den Einheiten der Selektion betrifft aber die Interaktoren und damit die gesamte Ökologie der Wechselwirkungen der Interaktoren untereinander und mit der Umwelt. Im Gegensatz zu den Vehikeln im Sinne von Dawkins, die als von den egoistischen Genen gesteuerte Überlebensmaschinen verstanden werden können, sind die Interaktoren aktive Spieler in einem komplexen Selektionsprozeß, durch den die Reproduktionschancen der Replikatoren erst bestimmt werden.

Wie neuere Arbeiten zeigen, findet die Selektionsdynamik grundsätzlich auf mehreren Ebenen gleichzeitig statt und kann Genselektion und Individualselektion ebenso umfassen wie Gruppen-, Dem- und Artenselektion (vgl. z.B. Vrba und Eldredge 1984, Wilson und Sober 1994). Entscheidend für den Selektionsprozeß ist danach die soziale Organisation der Interaktionen, durch die sich die Fitneßbilanz (Gesamteignung) der Gene bestimmt. So kann eine Strategie selektiert werden, obwohl sie auf der Individualebene mit Fitneßeinbußen verbunden ist, solange nur die Vorteile auf der Gruppenebene diese Fitneßeinbußen mehr als wettmachen. Dieser Mechanismus liegt z.B. der Erklärung der Evolution altruistischer Strategien durch Verwandtschaftsselektion zugrunde, da die Vorteile altruistischer Strategien wieder der Verwandtschaftsgruppe zugute kommen und damit letztlich die Gesamteignung des codierenden Allels erhöhen. In ähnlicher Weise setzen kooperative Strategien auf der Grundlage des reziproken Altruismus eine Interaktionsdyade (direkter Altruismus) oder eine umfassendere Sozialorganisation (indirekter Altruismus) voraus, in der die Kooperationsvorteile durch direkte oder indirekte Erwidern langfristig allen Teilnehmern in gleicher Weise zugute kommen.

Die soziologischen Konsequenzen, zumindestens zunächst die soziobiologischen Konsequenzen, einer solchen interaktiv-ökologischen Sichtweise des Selektionsprozesses für die Evolution von Kooperation (vgl. Axelrod 1991), Arbeitsteilung und funktionaler Differenzierung (vgl. z.B. Ridley 1997, Wieser 1998) liegen auf der Hand. Der Selektionsvorteil des „Tauglichsten“ ist also durchaus nicht notwendig auf einen Vorteil im Konkurrenzkampf zurückzuführen. Kooperative Strategien spielen gerade für die Evolution organismischer und sozialer Komplexität eine entscheidende Rolle (vgl. Corning 1983). Selbst Dawkins, der die egoistischen Gene grundsätzlich

mit Chicagogangstern vergleicht, sieht sich gezwungen anzuerkennen, daß die Gene im Organismus im Sinne des Gemeinwohls zusammenarbeiten (1988, S. 71ff). Voraussetzung der Evolution von Kooperation und damit sozialer Komplexität ist in allen Fällen, daß es gelingt, Kooperationsvorteile zu sichern und gleichzeitig die egoistische Ausbeutung von Kooperationsvorteilen zu verhindern.

Ich verallgemeinere nun die Unterscheidung zwischen Replikator und Interaktor, indem ich sie zur Grundlage einer Theorie der sozialkulturellen Evolution mache. Mit Luhmann betrachte ich soziale System weiterhin als sinnkonstituierte Systeme, stelle aber von Autopoiesis auf Evolution um (siehe Abb. 1).

	biologische Evolution	kulturelle Evolution
Replikatoren	genetisch codierte Information (Gene)	symbolisch codierte Information (Meme, Regeln)
Interaktoren	Wechselwirkungen von Organismen in einem ökologischen System	Wechselwirkungen von Akteuren in einem sozialen System

Abbildung 1: Biologische und kulturelle Evolution

Die Elemente der sozialkulturellen Evolution sind demnach sinnvolle Regeln, und zwar Handlungsregeln ebenso wie Regeln zur Orientierung in sozialen Situationen, die auf kognitiven Strukturen und Rationalitätskriterien aufbauen. Die Menge von Regeln ist strukturiert, bildet also ein System, und enthält insbesondere auch Metaregeln, also Regeln zur Bewertung von Regeln und zur Reflexion über Regeln. Dieses System von Regeln unterliegt der Evolution, indem es auf der Ebene der Interaktoren die sozialen Prozesse steuert, durch die die Regeln variiert, selektiert und reproduziert werden. Die Regeln sind sozial auf Agenten der verschiedenen Ebenen, insbesondere individuelle Akteure und Organisationen, verteilt. Die parallel prozessierenden Agenten sind durch ihre regelgeleiteten Handlungen miteinander verbunden, bilden also ein Interaktionsnetzwerk mit nichtlinearen Wechselwirkungen. Derart komplex und hierarchisch organisiert, findet die Koevolution des Systems von Regeln in einem sozialen Prozeß statt, der gleichzeitig auf einer Vielzahl von Ebenen und vor dem Hintergrund eines variablen Systems von Situationsdeutungen und Rationalitätskriterien operiert.

In Umdeutung des zitierten Luhmannschen Diktums betrachten wir also die Selbstbeweglichkeit des Sinngeschehens als Evolution par excellence. Das evolutionäre Geschehen entfaltet sich, analytisch getrennt, sowohl auf der Ebene der Replikatoren als auch auf der der Interaktoren. Die Replikatorebene besteht aus kulturellen Regeln, die auf der Grundlage eines Systems von Bedeutungen formuliert sind. Damit ist zunächst einmal eine symbolische Ordnung der potentiell

chaotischen Welt gemeint, durch die sich die soziale Welt sinnhaft konstituiert. Sinn hat also stets eine soziale Systemreferenz, d.h. es handelt sich um die Konstitution einer sozialen Welt und eines Systems sozialer Bedeutungen. Die Ebene der Emergenz von Klassifikationen und sozialen Regeln ist eindeutig die der sozialen Gruppe.

Das klassische Beispiel in diesem Zusammenhang ist die Konstitution einer sozialen Ordnung durch Heirats- und Abstammungsregeln in einfachen Gesellschaften (vgl. Lévi-Strauss 1984). Der „Übergang von der natürlichen Tatsache der Konsanguinität zur kulturellen Tatsache der Allianz“ (1984, S. 78) auf der Grundlage eines klassifikatorischen Verwandtschaftssystems ist paradigmatisch für den Übergang von der Natur zur Kultur durch die Emergenz eines Systems von Bedeutungen. Durch die „List der Vernunft“ (Vowinckel 1995) wird die verhaltensbiologische Steuerung, die schon bei Primaten durchaus zur Generierung komplexerer Sozialformen fähig ist (vgl. z.B. Ridley 1997, Waal 1997), durch eine kulturelle Steuerung überlagert und zugleich erweitert, indem eine neue Ebene sozialer Organisation in Form der sozialen Allianzen zwischen Heiratsklassen erschlossen wird. „Während die Natur die Allianz dem Zufall und der Willkür überläßt, kann die Kultur gar nicht umhin, dort eine wie immer geartete Ordnung einzuführen, wo keine herrscht. Die wesentliche Rolle der Kultur besteht darin, ... Zufall durch Organisation zu ersetzen“ (1984, S. 81).

Die Unterscheidung zwischen Replikator und Interaktor im Bereich der sozialkulturellen Evolution hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Unterscheidung von Welt 3 und Welt 2 bei K. Popper (vgl. Popper 1984). Welt 2 ist die Welt der Denkprozesse bzw. der subjektiven Bewußtseinszustände, während Welt 3 die Welt der Denkinhalte bzw. der Kulturprodukte bezeichnet. Um sich von idealistischen Positionen abzugrenzen, betont Popper wiederholt, daß die Welt 3 von Menschen gemacht wird und der steten Veränderung durch sie unterliegt. Dennoch ist sie real und transzendiert ihre Schöpfer, die wie Popper in einem seiner eher seltenen pathetischen Momente formuliert, zum Wachstum der Welt 3 der objektiven Erkenntnis beitragen, indem sie „wie Steinmetzen an einem Dom arbeiten“ (1984, S. 125). Die Welt 3 ist zwar ein Produkt der menschlichen Bewußtseinstätigkeit, ein Instrument, das zur Problemlösung entwickelt wurde, gleichzeitig aber eine eigenständige Welt mit einer ihr eigenen Autonomie und beträchtlichen, im überwiegenden Umfang nichtintendierten Rückwirkungen auf die Welt 2 der sozialkulturellen Prozesse. Die Autonomie der Welt 3 erläutert Popper am Beispiel der Theorie der natürlichen Zahlen. In ihrer Axiomatik von Menschen geschaffen, impliziert sie ihre eigenen mathematischen Probleme, die in nichtintendierter Weise auf die Welt 2 zurückwirken. Ein Beispiel ist die Goldbachsche Vermutung (Jede gerade natürliche Zahl, die größer als 4 ist, läßt sich als Summe zweier Primzahlen darstellen), die für viele Mathematikergenerationen zum Gegenstand intensiver Problemlösungsversuche wurde. Andere Beispiele der Autonomie der Welt 3 und ihrer nichtintendierten Rückwirkungen auf die Welt 2 sind Strategieprobleme im Schach, Fragen der Rechtsystematik und der Anwendung von Rechtsnormen und generell alle aus der inneren Logik von sozialen Regelsystemen erwachsenden Problemstellungen.

Ob solche sich aus der inneren Logik kultureller Systeme ergebenden Problemstellungen tatsächlich in sozialen Prozessen aufgegriffen und zum Gegenstand von Lösungsversuchen gemacht werden, ist allerdings, um eine Unterscheidung von Habermas (1976) aufzugreifen, eine Frage der Entwicklungsgeschichte und nicht der Entwicklungslogik und damit historisch kontingent. In loser Analogie zu der Bedingungs-Kontroll-Hierarchie von Parsons (1975, S. 46ff) kann die Wechselwirkung zwischen kulturellen Regeln und sozialen Prozessen als autonomen Elementen eines soziokulturellen Systems schematisch wie folgt dargestellt werden (siehe Abb. 2).

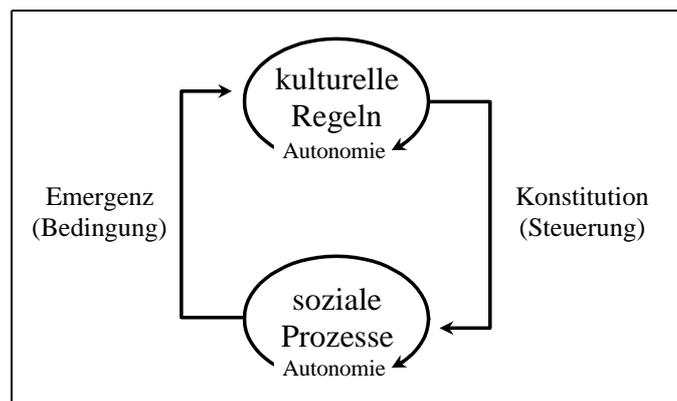


Abbildung 2: Regeln und Prozesse als Elemente eines soziokulturellen Systems

Der Hinweis auf die Bedingungs-Kontroll-Hierarchie macht auf eine Beschränkung der bisherigen Überlegungen aufmerksam, nämlich die Nichtberücksichtigung der Wechselwirkungen mit der Welt 1 der physikalisch-chemisch-biologischen Prozesse, die gewissermaßen als materielles Substrat die Bedingungen der soziokulturellen Evolution setzen. Im weiteren werde ich darauf aber nicht näher eingehen, um die Erörterungen nicht noch weiter zu komplizieren.

Der Brennpunkt unserer evolutionstheoretischen Überlegungen bleibt weiterhin die Dualität von Emergenz von unten und Konstitution von oben und insbesondere die Autonomie kultureller Regelsysteme und ihre konstitutive Wirkung, von Popper in Anlehnung an Campbell (1974) manchmal auch als Verursachung nach unten (downward causation) bezeichnet (vgl. Popper und Eccles 1982, S. 40ff), auf soziokulturelle Prozesse. Um dies zu unterstreichen, zitieren wir abschließend zu diesem Thema noch einmal Popper: „Ich gebe zu, daß die Welt 3 durch uns entsteht, aber ich betone ihre weitgehende Autonomie und die unermeßlichen Rückwirkungen, die sie auf uns hat. Unser Ich, unser Selbst kann ohne sie nicht existieren; es ist in der Welt 3 verankert. Der Wechselwirkung mit der Welt 3 verdanken wir unsere Vernunft, unser kritisches und selbstkritisches Denken und Handeln. Wir verdanken ihr unser geistiges Wachstum“ (1994, S. 286).

#### 4. Individualistische und systemtheoretische Ansätze: Die Konvergenzthese

Die sich aus der Spezifikation der allgemeinen Unterscheidung zwischen Replikator und Interaktor für die kulturelle Evolution ergebende Unterscheidung zwischen symbolisch codierten

Regeln und sozialkulturellen Prozessen verläuft parallel zu der von B. Giesen vorgeschlagenen Unterscheidung von Code und Prozeß (vgl. Giesen 1991; Giesen und Junge 1998), die sich ebenfalls am Vorbild der allgemeinen Evolutionstheorie orientiert. Giesen und K. Junge (1998, S. 54) beziehen sich dabei aber auf die Unterscheidung von Replikator und Vehikel in der Tradition von Dawkins (1978), womit sie eine gewisse Präferenz für individualistische Ansätze bekunden. Dies wird auch in der Systematik von individueller Wahl, Netzwerkstrukturen und kulturellem Kontext deutlich, die von ihnen als Gliederungsprinzip für die Analyse sozialer Selektionsprozesse herangezogen wird (1998, S. 57ff). Letztlich kommen aber auch Giesen und Junge zu dem Ergebnis, daß bei der Betrachtung von evolutionären Prozessen über längere Zeiträume eine Endogenisierung von Kontextfaktoren zwingend notwendig ist (1998, S. 69f). Inhaltlich gesehen bedeutet dies die Erklärung der Evolution von Evolutionsmechanismen vor dem Hintergrund variabler Fitneßlandschaften, und technisch gesehen geht es um Modelle der Koevolution, die die Evolution einer evolutionsfähigen Ordnung als Voraussetzung der Evolution komplexer Strukturen thematisieren können (vgl. Kauffman 1993). Theoriesystematisch folgt daraus, daß eine evolutionär ausgerichtete allgemeine Sozialtheorie letztlich nur als evolutionäre Systemtheorie möglich ist. Individualistische Modellansätze, die die Systemkonsequenzen der Handlungen von Akteuren im Kontext bestimmen, behalten aus dieser erweiterten Sichtweise als Spezialisierungen auf Effekte der Emergenz von unten weiterhin ihre Bedeutung. Allerdings darf diese eingeschränkte Perspektive nicht verabsolutiert, sondern muß stets durch die komplementäre Sichtweise der Konstitution von oben ergänzt werden (vgl. auch Kappelhoff 1995).

Die individualistisch argumentierende Sozialtheorie (vgl. z.B. Boudon 1980, Coleman 1991, 1992, 1994, Esser 1993) versucht, soziale Prozesse durch Rekurs auf individuelles Handeln zu erklären. Komplementär dazu werden systemtheoretische Ansätze dafür kritisiert, daß sie funktionalistisch argumentieren und die wirkliche Antriebsquelle sozialer Prozesse, nämlich das interessen geleitete Handeln von Individuen, nicht in den Blick bekommen. Schon Luhmann (1978) hat sich über eine solche Gegenüberstellung von Handlungs- und Systemtheorie gewundert. Ironisch kommentiert Luhmann, daß diese Gegenüberstellung „ohne nennenswerten argumentativen Aufwand zunächst Engländer überzeugt (hat), inzwischen als Identifikationsangebot aber auch auf dem Kontinent (wirkt)“ (1978, S. 51). Die Tendenz, das Individuum als Letzteinheit soziologischer Erklärung zu behandeln, hat sich in den folgenden Jahren mit der Popularisierung des Rational Choice(RC)-Ansatzes in der Soziologie eher noch verstärkt, wie die gerade zitierten einschlägigen Darstellungen der Grundlagen des individualistisch-rationalistischen Ansatzes belegen.

Diese „Fetischisierung des Individuums“ (Luhmann 1997b, S. 23) ist heute so selbstverständlich geworden, daß man darin mit Luhmann zurecht die theoretische Widerspiegelung einer Funktionsnotwendigkeit moderner Gesellschaften sehen kann. Konkret, so seine These, wird durch die Betonung der „Individualität von Individuen die für die Selbstorganisation von ausdifferenzierten Funktionssystemen ... notwendige Mikrodiversität bereitgestellt“ (1997b, S. 28f).

Der Individualismus als Ideologie der Moderne - schon Durkheim sprach hier von dem Kult des Individuums - wird von Luhmann auf die Funktionsnotwendigkeiten insbesondere des wirtschaftlichen und politischen Systems zurückgeführt. Luhmann schlägt demgegenüber vor, die „vermutlich von theoretisch unbegabten Amerikanern erfundene Unterscheidung von Makro- und Mikrophänomenen“ durch die „Unterscheidung von Selbstorganisation und Mikrodiversität“ zu ersetzen (1997b, S. 30). Allerdings bleibt unklar, wie genau „Mikrodiversität ... Anlaß zur Entstehung von Selbstorganisation (gibt)“ (1997b, S. 30). Luhmann bleibt nämlich eine Erklärung dafür schuldig, wie man sich die Entstehung von Selbstorganisation auf der Grundlage von Mikrodiversität im Einzelnen vorstellen soll. Hier wird wieder einmal das Luhmannsche Dilemma der theoretisch ungeklärten Verbindung von Selbstorganisation und Evolution deutlich. Erst auf der Grundlage einer präzisen Definition eines Systems heterogener Akteure, der diese steuernden Handlungsregeln und der daraus resultierenden systemweiten Wechselwirkungen kann eine evolutionärer Mechanismus der Variation und Selektion dieser Handlungsregeln spezifiziert werden, der es erlaubt, die Chancen für eine selbstorganisierte Entwicklung einer evolutionsfähigen Ordnung zu bestimmen.

Die wechselseitige Beeinflussung von Entwicklungen in den Natur- und Sozialwissenschaften ist seit jeher beträchtlich gewesen. So war der Stammvater der Ökonomik und bis zu einem gewissen Grade auch der Sozialwissenschaften A. Smith ein Bewunderer der Newtonschen Physik und gleichzeitig von der Naturtheologie beeinflusst, wie sein „System der natürlichen Freiheiten“ und seine Metapher von der „unsichtbaren Hand“ bezeugen. Umgekehrt hat das ökonomische Konkurrenzdenken und vor allem die Malthussche Bevölkerungslehre unmittelbaren Einfluß auf Darwins Theorie der natürlichen Selektion ausgeübt, die dann als Sozialdarwinismus wieder in die Sozialwissenschaften reimportiert wurde. Die neoklassische Gleichgewichtstheorie wiederum stellt eine direkte Übertragung des mechanistischen Weltbildes auf die Ökonomik dar. Schließlich haben die modernen biologischen Theorieansätze des genetischen Egoismus und der Soziobiologie ihren Einfluß auf Ökonomik und Sozialwissenschaften nicht zuletzt deshalb entfalten können, weil sie mit der Triade von Reduktionismus, Optimierungskalkül und Gleichgewichtsdenken eine homomorphe metatheoretische Tiefenstruktur aufweisen.

Man geht meiner Meinung nach nicht zu weit, wenn man annimmt, daß die neueren Theorieinfusionen aus Soziobiologie und reduktionistischer Genetik vor allem die Funktion hatten, dem degenerativen individualistisch-rationalistischen Forschungsprogramm neues Leben einzuhauchen und es mit naturwissenschaftlicher Legitimität zu versehen. Die nicht intendierte Folge dieser Entwicklung ist es aber, daß die theoretischen Defizite in der Theoriearchitektur von neoklassischer Ökonomik und RC-Theorie deutlicher zutage treten. Wegen der Homomorphie der metatheoretischen Grundlagen lassen sich nämlich Kritiken des genetischen Reduktionismus aus Sicht der Komplexitätstheorie (vgl. Kauffman 1993), der rationalen Morphologie (vgl. Goodwin 1994) und einer aufgeklärten Theorie der Gruppenselektion (vgl. Wilson und Sober 1994) als Bausteine einer allgemeinen systemtheoretischen Evolutionsbiologie deuten, die auch auf Beschränkungen in den metatheoretischen Grundlagen des individualistisch-rationalistischen

Forschungsprogramms in den Sozialwissenschaften hinweisen. Ebenso wie danach die biologische Evolution nur als ein komplexer, vielschichtiger und multikausaler Prozeß (vgl. auch Wieser 1998) gedeutet werden kann, der sich allen Fundierungsversuchen widersetzt, sind auch die individualistischen Fundierungsversuche in der Sozialtheorie als unvollständige Problembeschreibungen anzusehen, die allerdings, und auch darauf lege ich bei aller grundsätzlichen Kritik wert, als Partialtheorien durchaus eine beträchtliche modelltheoretische Durchschlagskraft bewiesen haben.

Vor dem Hintergrund der erwähnten Homologie in den metatheoretischen Grundlagen zwischen Populationsgenetik und neoklassischer Ökonomik und RC-Ansätzen in Form von Gleichgewichtsdenken, Optimierungs- bzw. Rationalitätsprinzip und genetischem Reduktionismus bzw. methodologischem Individualismus ist der Versuch von Ökonomen und RC-Theoretikern verständlich, nach dem Wegbrechen der Legitimationsgrundlage des allgemeinen Gleichgewichtsmodells in Form der Newtonschen Mechanik nun eine „evolutionstheoretische“ Rechtfertigung in Form der reduktionistischen Theorie egoistischer Gene zu suchen. Dabei geht es insbesondere um Versuche, in der Tradition M. Friedmans eine evolutionäre Erklärung für das rationale Verhaltensmodell zu geben und gleichzeitig den methodologischen Individualismus selektionstheoretisch zu untermauern. Zur Illustration seien beispielhaft die Argumente des Ökonomen R. Frank und des RC-Theoretikers H. Esser angeführt: „Die stärkste intellektuelle Begründung für das Eigennutzmodell kam nicht etwa von Smiths Wohlstand der Nationen, sondern von Charles Darwins 1859 erschienenem Werk von der Entstehung der Arten. Darwin erklärte, die einzige Möglichkeit für die Ausbreitung eines Erbmerkmals bestehe darin, daß es die Überlebensfähigkeit seiner individuellen Träger erhöhe. Die Auswirkung eines solchen Merkmals auf das Wohl einer Population als Ganzes ist innerhalb des Darwinschen Modells von geringer Bedeutung“ (Frank 1992, S. 30). „Alle bisher bekannten Ergebnisse der Evolutionstheorie lassen sich problemlos bereits individuell erklären. ... Die Hypothese einer übergeordneten Selektion auf der Ebene der Gruppen ist überflüssig, irreführend und gänzlich unbelegt“ (Esser 1993, S. 195).

Die Zitate machen einen grundlegenden Trend in der individualistisch-rationalistischen Sozialtheorie deutlich. Die Gleichgewichtsannahme als theoretisch relevanter Teil des paradigmatischen Kerns wird kaum noch verteidigt. Das Rationalitätsprinzip wird evolutionslogisch und nicht mehr axiomatisch-entscheidungslogisch begründet. So betont z.B. Esser die Bedeutung von Frames und Habits (1990) und der Definition der Situation (1996), während Frank (1992) die Rationalität von genetisch verankerten und emotional abgesicherten Verhaltensstrategien hervorhebt. In beiden Fällen folgt die Erklärung einer Adaptionlogik und kommt dadurch manchmal funktionalistischen Denkfiguren näher, als es den Autoren lieb sein kann. Man kann regelrecht von dem Konzept einer adaptiven Rationalität sprechen, wie es aus der individualistisch-evolutionären Perspektive z.B. explizit von Vanberg (1993) vertreten wird. Bei Esser wird stärker effizienztheoretisch, dafür aber auch wesentlich verschwommener argumentiert: „Menschen (folgen) nicht einfach nur auferlegten Orientierungen oder (handeln) nur 'rational', sondern (sind) zu beiden Formen der 'Definition der Situation' in der Lage - und (setzen) sie jeweils

geschickt je nach den Bedingungen und Problemstellungen in einer Situation als möglichst effiziente Strategie eines höchst klugen Umgangs mit den Grenzen ihrer Vernunft ein“ (1997, S. 88f; Hervorhebungen im Text).

Konsequent zu Ende gedacht wird damit das Prinzip des rationalen Handelns mit seinen entscheidungslogischen und normativen Komponenten ganz aufgegeben und nur noch nach der evolutionstheoretischen Erklärung faktisch vorhandener Handlungsstrategien gefragt (vgl. auch das Konzept einer evolutorischen Ökonomik von Witt 1987, 1992). Damit ist es nur noch ein Schritt bis hin zu dem hier vertretenen Konzept einer evolutionären Sozialtheorie auf der Grundlage der Koevolution eines Systems von Handlungsregeln. Der mit großer Entschiedenheit, aber nur geringen theoretischem Aufwand vertretene methodologische Individualismus (vgl. dazu in Bezug auf Popper schon Ackermann 1976, S. 166ff) kann entweder auf das definitorisch immunisierte Argument reduziert werden, daß nur Individuen handeln können (vgl. z.B. Bohnen 1994; zur Kritik vgl. Luhmann 1994), oder es muß zumindestens eine evolutionstheoretische Begründung für die alleinige Individualektion adaptiver Handlungsregeln gegeben werden, wie dies in den obigen Zitaten von Frank und Esser geschieht.

Zur Kritik genügt der Hinweis auf die bereits in Kap. 3 referierten neueren Arbeiten zu einer systemischen Evolutionstheorie, die die Unhaltbarkeit einer strikt individualistischen Interpretation des Selektionsgeschehens belegen. Die Selektion einer Regel findet stets vor dem Hintergrund eines Systems von Regeln statt, die einerseits ein Selektionskontext der fokalen Regel angeben, andererseits aber selbst der Evolution unterliegen und damit insgesamt ein koevolutionäres System darstellen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß der Selektionsprozeß vor dem Hintergrund einer komplexen Sozialorganisation mit einer Vielzahl hierarchisch geschachtelter Ebenen abläuft, die alle als Selektionskontexte in Frage kommen (vgl. z.B. Vrba und Eldredge 1984, Kauffman 1993, Goodwin 1994 und Wieser 1998). Letztlich wird die Bedeutung multipler Selektionsebenen auch von Frank (1994) in einem Kommentar zu Wilson und Sober (1994), wenn auch mit einigen theoretischen Reservationen, ausdrücklich anerkannt.

Von evolutionsbiologischen Homologien auf der Theorieebene ist also keine Hilfestellung bei der Begründung einer individualistisch-rationalistischen Sozialtheorie zu erwarten. Im Gegenteil, die Resultate der neueren Evolutionstheorie liefern zusätzliche Argumente für eine systemtheoretisch verankerte evolutionäre Sozialtheorie. Damit unterstützen die abstrakt-evolutionstheoretischen Argumente eine Entwicklung, die in der Ökonomik z.B. in den Arbeiten von North (1988, 1992), Dosi u.a. (1988), Hodgson (1993) und Arthur (1995), in der Spieltheorie z.B. in den Arbeiten von Axelrod (1991), Selten (1991) und Binmore (1994), in der Organisationstheorie z.B. in den Arbeiten von Nelson und Winter (1982), Hannan und Freeman (1995) und Ortmann (1995) und schließlich in der Soziologie in den Arbeiten von Giesen (1991), Burns und Dietz (1995), Luhmann (1997a) und insbesondere von Schmid (1998) zum Ausdruck kommt. Es besteht also durchaus eine Chance, daß die von Parsons im Jahre 1937 etwas voreilig verkündete Konvergenz handlungstheoretischer Ansätze auf einen handlungssystemischen Ansatz in Zukunft etwas deutlicher sichtbar werden wird - und zwar im Rahmen einer allgemei-

nen evolutionären Sozialtheorie. Damit würde sich die nicht nur von Luhmann (1978) diagnostizierte multiple Paradigmatase in der Sozialtheorie nicht als vollkommen therapieresistent erweisen. Aus Sicht der Evolutionstheorie ist die Wahrscheinlichkeit solcher konvergenter Entwicklungen allerdings nicht sehr hoch zu veranschlagen. Zumindest aber, dies ist meine These, sollte es sich bei der zu entwickelnden allgemeinen evolutionären Sozialtheorie um einen Attraktor im morphogenetischen Raum der Theorieentwicklung handeln, der über ein großes Einzugsgebiet sowohl im Bereich individualistischer wie auch systemtheoretischer Ansätze verfügt.

## **5. Kulturelle Topologien, soziale Interaktionen und lernfähige Akteure**

Trotz der Öffnung der individualistisch-rationalistischen Sozialtheorie für evolutionstheoretische Gedankengänge ist eine Integration evolutionärer Mechanismen in den modelltheoretischen Kern bisher nicht gelungen. Darin zeigt sich eine Parallele zu dem weiter vorne diskutierten Parsonschen und Luhmannschen Dilemma in der systemtheoretischen Sozialtheorie. Entsprechend könnte man von einem Smithschen und Hayekschen Dilemma in der individualistischen Sozialtheorie sprechen. Die „Zwillingsideen von Evolution und spontaner Ordnungsbildung“ sind, wie insbesondere F.A. Hayek mehrfach betont hat (vgl. z.B. Hayek 1969, S. 126ff und 1981, S. 207ff), schon in der schottischen Moralphilosophie von überragender Bedeutung. So ist z.B. Smith zum einen der Ordnungstheoretiker der „unsichtbaren Hand“ und zum anderen der Wachstumstheoretiker des „Systems der natürlichen Freiheit“ und verbindet damit scheinbar ohne theoretische Integrationsprobleme gleichgewichtige Selbstorganisations- und evolutionäre Wachstumsprozesse. Dies gilt ebenso für Hayek selbst, der als liberaler Marktphilosoph zum einen die spontane Ordnungsbildung auf Märkten und zum anderen die kulturelle Evolution von Marktinstitutionen ins Zentrum seiner Theorie rückt.

Es ist durchaus bemerkenswert, daß sich Hayek (1983) in diesem Zusammenhang eindeutig als Vertreter der kulturellen Gruppenselektion ausweist, eine Position, die sich zwar zwingend aus den Überlegungen Hayeks ergibt, aber, wie V. Vanberg (1986) richtig bemerkt, in diametralen Gegensatz zu seiner sonst strikt individualistischen Position steht. Vor dem Hintergrund der weiter vorne kurz angesprochenen Renaissance gruppenselektionstheoretischer Überlegungen in der neueren Evolutionstheorie ist es aber sinnvoller, diese Inkonsistenz bei Hayek einfach zu konstatieren und als eine faktische Abschwächung seiner individualistischen Position zu akzeptieren, als zu versuchen, mit veralteten Argumenten aus der Kiste des genetischen Reduktionismus eine individualistisch konforme Reinterpretation zu versuchen, wie dies Vanberg tut. Kulturelle Gruppenselektion ist ein Thema der Evolutionstheorie schon seit Darwin, der, obwohl ansonsten ein Vertreter der Individualselektion, einräumt, daß „ein hoher moralischer Standard zwar jedem einzelnen Menschen und seinen Kindern nur einen geringen oder gar keinen Vorteil gegenüber den anderen Menschen desselben Stammes verleiht, daß aber ein Vorankommen der Moral und ein Zuwachs an Menschen mit festen moralischen Maßstäben einem Stamm mit Sicherheit einen ungeheuren Vorteil gegenüber anderen gewähren“ (zitiert nach Dawkins 1988,

S. 58). Daß die Übernahme evolutionstheoretischer Ideen zu einer Abschwächung ansonsten strikt individualistischer Theoriepositionen führt, ist übrigens auch an der Theorie objektiver Erkenntnis mit der Betonung der Emergenz und Autonomie der Welt 3 bei Popper (1984) erkennbar.

Die Problematik in der Verbindung von Gleichgewichts- und Evolutionstheorie zeigt sich auch in der neoklassischen Ökonomik. So ist das allgemeine Gleichgewichtsmodell mit seinen Annahmen eines idealen, die gesamte Zukunft umfassenden Rationalkalküls und einer unmittelbaren Anpassung an exogen induzierte Veränderungen kaum für evolutionstheoretische Überlegungen anschlussfähig. Auch Erweiterungen des Gleichgewichtsmodells, die viele der inhärenten Schwächen dieses Modells überwinden konnten, sind grundsätzlich nicht in der Lage, die Schwelle von Modellen ökologischer Wechselwirkungen hin zu echten evolutionären Prozessen zu überschreiten, so lange es nicht gelingt, replikationsfähige Einheiten, die einem Mechanismus der blinden Variation unterworfen sind, zur Grundlage der Modellbildung zu machen.

Dies gilt auch für die in der Sozialtheorie z.Zt. besonders populären Selbstorganisationsmodelle, etwa für Modelle dissipativer Strukturen (vgl. Prigogine 1979) oder der Synergetik (vgl. Haken 1996). In beiden Fällen generieren jeweils spezifische Kombinationen von stabilisierenden negativen und selbstverstärkenden positiven Rückkopplungen komplexe dynamische Formen, die von gleichgewichtigen Entwicklungen bis hin zu deterministischem Chaos reichen. Die Analyse des Wettbewerbs zweier gegebener Technologien (vgl. z.B. Arthur 1995, S. 13ff)), exemplifiziert am Beispiel des VHS- und des Beta-Systems auf dem Videorecordermarkt, ist ein Beispiel für diese Modellierungsstrategie. Höhere Marktanteile bedeuten höhere Zuwachsraten, so daß sich ein Anfangs instabiler, durch Zufallseinflüsse maßgeblich beeinflusster Marktprozeß ergibt, der schließlich in ein stabiles Gleichgewicht einmündet. Dieses Lock in in eine der beiden konkurrierenden Technologien muß durchaus nicht immer die Durchsetzung der effizienteren Technologie bedeuten, wie auch das Beispiel der QWERTY-Tastatur (vgl. David 1985) und die allgemeinen Überlegungen von G. Ortmann (1995) zur Evolution von Produktionsformen zeigen.

Von diesen Modellen der Selbstorganisation in geschlossenen Ökologien, die lediglich einen Selektionsmechanismus enthalten, müssen echte Evolutionsmodelle sorgfältig unterschieden werden. Echte Evolutionsmodelle enthalten zusätzlich einen Variationsmechanismus, der letztlich zufallsgesteuert auf der Grundlage einer kulturellen Topologie funktioniert. Dabei verstehen wir unter einer kulturellen Topologie in unserem Zusammenhang ein offenen Raum möglicher Problemlösungen für die in dem untersuchten evolutionären Prozeß relevanten technischen, sozialen oder kulturellen Probleme zusammen mit einer Umgebungsdefinition, die für die Reichweite möglicher Mutationsvarianten ausschlaggebend ist. In Form rein verbaler Argumentationen sind solche Variationsmechanismen auf der Grundlage kultureller Topologien logischer Bestandteil aller evolutionstheoretischen Sozialtheorien, und in dieser Form auch schon bei den Klassikern, etwa bei Parsons und Luhmann, aber auch bei J. Schumpeter und Hayek vorhanden. Sie gehen dabei von kulturellen Variationen vor dem Hintergrund eines systematisch strukturierten, aber grundsätzlich offenen kulturellen Raumes als Grundlage dieses Varia-

tionsprozesses aus. Allerdings, und das ist in diesem Zusammenhang entscheidend, werden weder die zugrundeliegende kulturelle Topologie mit ihrem Möglichkeitsraum, noch der auf dieser Grundlage ablaufende Selektionsmechanismus genauer spezifiziert, so daß unklar bleibt, wie dieser ständig durch Variation vorangetriebene Prozeß der Selbstorganisation einer evolutionsfähigen Ordnung genau abläuft.

Einen ersten Schritt in die Richtung der Spezifikation einer kulturellen Topologie bedeuten die evolutionsbiologisch fundierten Theorien von Dawkins (1978), der den Begriff des Mems in Analogie zum Gen einführt, und von R. Boyd und J. Richerson (1985), die eine duale Vererbungstheorie entwerfen. Eine relativ direkte Übertragung dieser Überlegungen auf organisationstheoretische Fragestellungen stellen die Theorien des Wandels organisationaler Formen von R. Nelson und S. Winter (1982) und von B. McKelvey und H. Aldrich (1983) dar. Danach ist organisationales Wissen in Form von Comps (Kompetenzen) codiert, deren Evolution formal analog zur genetischen Evolution erfolgt.

Die erste abstrakte Formulierung des Konzepts einer kulturellen Topologie findet sich meines Wissens bei R. Axelrod (1997, S. 14ff; zuerst 1987). Axelrod (1991; zuerst 1984) hatte bereits in seinen Computerturnieren zur Evolution von Kooperation im iterierten Gefangenendilemma (IPD) die Bedeutung des ökologischen Kontextes von Strategien und dessen evolutionärer Wandlungsfähigkeit erkannt. Obwohl die Teilnehmer der beiden Turniere renommierte Spieltheoretiker, Informatiker, Evolutionsbiologen und Sozialwissenschaftler waren, wurde nämlich eine Vielzahl höchst unterschiedlicher Strategien eingereicht, deren jeweilige „Rationalität“ von den Erwartungen über die von den Konkurrenten eingereichten Strategien abhing, deren Rationalität wiederum von deren Erwartungen der Erwartungen abhing, usw. ad infinitum. Wie die Ergebnisse der Computerturniere zeigen (vgl. Axelrod 1991), konvergierte die rekursive Erwartungsbildung in diesem Fall nicht auf ein „rationales“ Erwartungsgleichgewicht (vgl. auch die Diskussion der Simulation rekursiver Erwartungsbildung bei Arthur u.a. 1997 in Kap. 7.1). Die Teilnehmer des Wettbewerbs ließen sich vielmehr von unterschiedlichen Einsichten in die „Logik der Situation“ leiten und kamen vor diesem Hintergrund zu divergierenden Erwartungen und, darauf aufbauend, zu unterschiedlichen Strategien auf der Grundlage des gleichen formalen Rationalitätsverständnisses.

Um den Prozeß der Evolution von Strategien im IPD in einem formalen Modell zu simulieren, definiert Axelrod (1997) als Grundlage der kulturellen Topologie zunächst den Strategieraum als die Menge aller Strategien mit einem Drei-Runden-Gedächtnis. Die Strategien in dem durch Axelrod definierten Strategienraum spezifizieren also für jede der insgesamt  $2^6$  Sequenzen von Kooperation (C) und Defektion (D) der letzten drei Runden genau eine Reaktion (C oder D) - insgesamt also  $2^{64}$  Strategien (etwas mehr als 18 Trilliarden). Selbst wenn man der Einfachheit halber vernachlässigt, daß sich durch die zusätzlich notwendige Definition der Anfangszüge die Zahl der Strategien noch einmal beträchtlich erhöht, ist klar, daß damit nur ein geringer Teil des Raums aller möglichen Strategien im IPD ausgeschöpft ist. Zum einen sind natürlich Strategien mit längerem Gedächtnis denkbar und zum anderen, und das ist der theoriesystematisch

wesentlich interessanter Punkt, können Strategien entworfen werden, die über eine vollkommen andere Regelsystematik verfügen. So können Strategien als nichttriviale Maschinen im Sinne von H. von Foerster (1984) verstanden werden, die ihre Handlungen nicht nur von der Spielsituation im Sinne des bisherigen Spielverlaufs als Inputs sondern auch von inneren Zuständen als Withinputs abhängig machen. Strategien dieser Art sind in späteren Simulationsstudien in Form von endlichen Automaten modelliert worden (vgl. z.B. Stanley u.a. 1994, Miller u.a. 1998).

Variationen dieser Strategien werden von Axelrod durch Punktmutationen oder Crossover der sie codierenden  $\{0,1\}$ -Strings gemäß einem genetischen Algorithmus erzeugt. Damit ist festgelegt, in wievielen Mutationsschritten eine Strategien in eine andere übergeführt werden kann, d.h. es ist eine Mutationsdistanz auf dem durch  $\{0,1\}$ -Strings repräsentierten Strategienraum definiert. Einen solchen symbolisch codierten Strategienraum zusammen mit den durch die erlaubten Variationsmechanismen definierten Mutationsdistanzen nennen wir eine kulturelle Topologie im formalen Sinne. Wir sprechen aber auch lose von einer kulturellen Topologie im informellen Sinne, wenn beide Elemente der Definition, also sowohl die Menge der Handlungsregeln als auch die Variationsmöglichkeiten nur hinreichend genau vor dem Hintergrund von alltagspraktischen Regeln oder theoretisch präzisierten, aber nicht formalisierten Regelsystemen angegeben werden können.

Die Simulation des evolutionären Prozesses geschieht in der Form einer einfachen Darwinschen Replikatorendynamik ohne zusätzliche Lernmechanismen. Die Startpopulation besteht aus zufällig generierten Strategien, die untereinander das IPD spielen. Der Erfolg der Strategien mißt sich an den erreichten Auszahlungen und steuert die Reproduktionschancen. Die gemäß den gerade beschriebenen Variationsmechanismen von Crossover und Punktmutationen erzeugte nächste Generation von Strategien spielt dann wieder untereinander das IPD und reproduziert sich in Abhängigkeit von den erreichten Auszahlungen nach den gleichen Regeln. In der Generationenfolge erkundet der evolutionäre Prozeß also erfolgsgesteuert den kulturellen Möglichkeitsraum, wobei der Variationsmechanismus die kulturelle Topologie und damit Häufigkeit und Reichweite der Zufallsvariationen bestimmt.

Das Selektionskriterium ist insofern endogenisiert, als es zunächst von der zufälligen Startpopulation und dann von der Zusammensetzung der Population der jeweiligen Generation abhängt, d.h. von den Strategien, die in dem bisherigen Selektionsprozeß erfolgreich waren. Technisch gesprochen bedeutet dies, daß sich die den Selektionsprozeß steuernde Fitneßlandschaft im Laufe des evolutionären Prozesses verändert - Kauffman (1993) spricht hier von tanzenden Fitneßlandschaften. Der selbstorganisierte evolutionäre Prozeß ist also nicht nur passiv adaptiv, sondern erkundet aktiv und kreativ den durch die kulturelle Topologie definierten sozialkulturellen Möglichkeitsraum, wobei sich die Erfolgsbedingungen der Strategien ständig verändern. Genau dies ist mit der Sprechweise von der Koevolution eines Systems von Regeln gemeint.

Die Simulation des evolutionären Prozesses erfolgt über viele Generationen und wird so oft wiederholt, bis man in den evolutionären Dynamiken typische Muster erkennen kann - eine Vorgehensweise, die natürlich mit einer Vielzahl von theoretisch-methodischen Problemen verbunden ist (vgl. Schnell 1990, Hahn 1991). Im Falle der angesprochenen Studie von Axelrod erstreckt sich die Simulation auf 50 Generationen und wird zehnmal mit einer zufällig erzeugten Startpopulation wiederholt. Zu Beginn der Simulation sind die defektierenden Strategien im Vorteil, da sie bedingungslos kooperierende Strategien ausbeuten können. Die Kooperationsrate sinkt solange, bis nach etwa 10 bis 20 Generationen die bedingungslos kooperierenden Strategien eliminiert sind. Nun könne sich in einer zweiten Phase diskriminierende Strategien wie etwa Tit-for-Tat, die längerfristig nur kooperieren, wenn ihre Kooperation erwidert wird, verstärkt durchsetzen, und die Kooperationsrate in der Population steigt wieder an. Gegenüber dieser allzu simplen Erfolgsgeschichte von Tit-for-Tat, die Axelrod (1991, 1997) immer wieder verbreitet, sind aber zwei Einschränkungen zu machen (vgl. auch Binmore 1994): Erstens ist Tit-for-Tat lediglich der Prototyp einer unendlich großen Familie bedingt kooperativer Strategien, die unter bestimmten Bedingungen evolutionär erfolgreich sein können, und zweitens ist das sich einstellende kooperative Regime in der Regel lediglich metastabil, also immer wieder von Zusammenbrüchen der Kooperation unterbrochen, und zeigt das für die Koevolution am Rande des Chaos typische Muster durchbrochener Gleichgewichte (vgl. auch Kap. 7).

Die Koevolution eines Systems von Regeln kann nun als ein sozialer Prozeß auf der Interaktorebene allgemein formuliert werden. Wir passen dazu das Konzept des komplexen adaptiven Systems (KAS) von Holland (1995a,b) an unsere Bedürfnisse an. Ein KAS besteht allgemein aus einer Menge parallel prozessierender Agenten, zwischen denen komplexe, nichtlineare Wechselwirkungen bestehen. Beispiele für KAS sind chemische oder genetische Reaktionsnetzwerke (vgl. Kauffman 1993), aber insbesondere auch soziale Systeme, verstanden als ein Interaktionszusammenhang regelgeleitet handelnder Akteure (Individuen oder Organisationen). Die handlungsleitenden Regeln bilden ein System, das sich sozial auf die Akteure des KAS verteilt. KAS sind damit insbesondere Modelle verteilter sozialer Intelligenz (vgl. Bainbridge u.a. 1994), d.h. die „Rationalität“ einer Handlungsregel kann nur vor dem Hintergrund des gesamten Systems von Regeln und der das System insgesamt steuernden Anpassungsdynamik beurteilt werden. Die „Rationalität“ einer Regel kann also ebensowenig wie die Fitneß eines Gens kontextfrei spezifiziert werden.

Diese systemweit vermittelte Anpassungsdynamik findet auf einer Vielzahl hierarchisch gestaffelter Organisationsebenen statt. Wie bereits ausführlich erläutert, ist die Selektion von Regeln damit gleichzeitig Individual- und Gruppenselektion in einer jeweils spezifischen Mischung, die von den konkreten Formen der sozialen Organisation abhängt. Neben den Handlungsregeln sind für ein KAS auch institutionelle Regeln konstitutiv, die den normativen Rahmen und die konkreten Spielregeln der Interaktion bestimmen. Diese institutionellen Regeln, die den evolutionären Prozeß auf einer Metaebene steuern, sind in gleicher Weise wie die Handlungsregeln letztlich evolutionär variabel. Allerdings findet diese Evolution in der Regel nur langfristig statt,

so daß der institutionelle Rahmen in den meisten Simulationsexperimenten kurzfristig konstant gehalten und nicht in die evolutionäre Dynamik einbezogen wird. So werden etwa in der Simulation eines Finanzmarktes von B. Arthur u.a. (1997; vgl. auch Kap. 7) die Marktinstitutionen als gegeben vorausgesetzt und im Rahmen der Simulation nicht verändert. Grundsätzlich kann aber auch die Evolution der institutionellen Regeln im Rahmen eines Evolutionsmodells endogenisiert werden, wodurch sich die Komplexität des Modells natürlich noch einmal beträchtlich erhöht.

Die ein KAS konstituierenden Agenten können als zielorientierte, regelgeleitet handelnde Akteure (Individuum und Organisationen) aufgefaßt werden, die über interne Modelle der Außenwelt in Form eines Systems von Orientierungs- und Handlungsregeln verfügen. Die Akteure sind darüber hinaus lernfähig, d.h. zu einer regelgeleiteten Veränderung dieser Regeln in Reaktion auf die beobachteten systemvermittelten (weitgehend nicht intendierten) Konsequenzen der eigenen Handlungen in der Lage. Die Akteure sind also selbst wieder KAS, so daß die Koevolution von Regeln insgesamt im Rahmen eines KAS von KAS erfolgt. Die Akteure sind im Rahmen der evolutionär erfolgreichen Handlungsregeln, über die sie verfügen, durchaus „rational“ und aufgrund von ebenfalls erfolgreich evolutionär getesteten Metaregeln auch durchaus in der Lage, ihre Situation „kritisch zu beurteilen“. Allerdings gilt dies nicht vor dem Hintergrund eines abstrakten, philosophisch inspirierten Ideals von „Rationalität“ und „Reflexionsfähigkeit“, sondern nur im Rahmen eines evolutionär erfolgreichen Systems von Regeln, durch das sie als Akteure konstituiert werden, und das dieselben Akteure durch ihre regelgeleiteten Handlungen in evolutionärer Perspektive weiterzuentwickeln in der Lage sind. „Rationalität“ ist also kein absoluter, entscheidungslogisch zu definierender Begriff sondern im besten Falle das gelungene Resultat eines evolutionären Prozesses, also emergente „Rationalität“ im Sinne der Gewährleistung der weiteren Evolutionsfähigkeit (vgl. auch Macy 1997).

## **6. Die Erklärung sozialer Prozesse durch evolutionäre Mechanismen**

Die Koevolution eines Systems von Regeln kann damit als Evolution eines KAS von KAS verstanden werden, das durch eine kulturelle Topologie, eine soziale Struktur und lernfähige Akteure charakterisiert ist (vgl. Abb. 3).

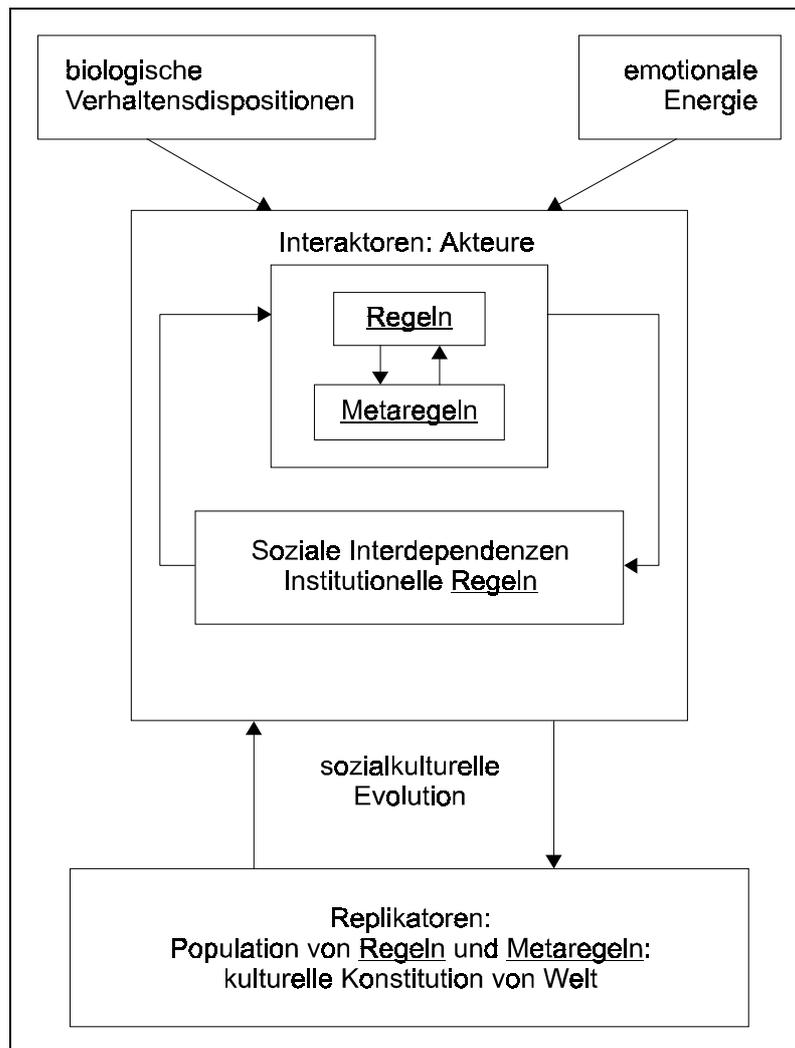


Abbildung 3: Koevolution eines Systems von Regeln (schematische Darstellung)

Das Konzept eines KAS von KAS ist das abstrakte Modell eines evolutionären Mechanismus, das theoretisch in vielfältiger Weise konkretisiert werden muß, um spezifische evolutionäre Prozesse zu modellieren. Das Verhalten solcher konkreter Modelle kann dann in Simulationsexperimenten erkundet und mit empirischen Daten über Verläufe evolutionärer Prozesse verglichen werden. Man kann solche Modelle als evolutionstheoretische Spezifikation sozialer Mechanismen (vgl. Hedstrom und Swedberg 1997) verstehen, die eine unvollständige Theorie evolutionärer Prozesse enthalten, die bis zu einem gewissen Grad durch Simulationsexperimente überprüfbar ist. Ist eine hinreichende Übereinstimmung mit den zu erklärenden empirischen Prozessen nicht gegeben, können externe Parameter variiert oder sogar endogenisiert werden um das Modell theoretisch flexibler zu machen. Das evolutionstheoretische Forschungsprogramm folgt damit einer theoretisch gesteuerten, empirisch rückgekoppelten „Logik der Endogenisierung“ (vgl. Schmid 1998, S. 14).

Damit verfolgt das evolutionstheoretische Forschungsprogramm eine Erklärungsstrategie, die sich bereits in der Biologie und der Ökonomik durchgesetzt hat und die auch in der Soziologie zunehmend populärer wird (vgl. Stinchcombe 1993, Mayntz 1995, Bunge 1997, Hedstrom und

Swedberg 1997, Schimank 1999). Grundlegend ist in diesem Zusammenhang die Einsicht, daß die vielfach beklagte mangelnde Prognosefähigkeit der Sozialwissenschaften kein Zeichen ihrer (zweifelsohne auch zu konstatierenden) theoretischen Unreife, sondern prinzipieller Natur ist. Soziale Prozesse zeichnen sich durch Multikausalität, unberechenbare Dynamiken aufgrund nichtlinearer Prozesse und kontingente Interferenzen unabhängiger kausaler Prozesse (sogenannte Cournot-Effekte) aus (vgl. Mayntz 1995). Allerdings sind auch diese komplexen sozialen Prozesse kausal bestimmt und damit grundsätzlich kausal erklärbar - allerdings nicht in dem einfachen Schema, das die deduktiv-nomologische Erklärung anbietet. Aufgabe ist es vielmehr, auf der theoretischen Ebene verallgemeinerungsfähige prozessuale Mechanismen zu entwerfen und typische empirische Konstellationen zu identifizieren, auf die solche Prozesse anwendbar sind. Ein tatsächlich ablaufender Prozeß läßt sich dann, zugegebenermaßen idealtypisch und inexakt (vgl. Hausman 1992), durch theoretisch fundierte soziale Mechanismen erklären. Beispiele für solche sozialen Mechanismen sind, der abnehmenden Allgemeinheit nach geordnet, etwa der Marktmechanismus der allgemeinen Gleichgewichtstheorie, der Segregationsmechanismus von T. Schelling (1978) oder der Königsmechanismus von N. Elias (1976). Allgemeine Modelle, wie etwa das Makro-Mikro-Makro-Modell von Coleman (1991) können in diesem Zusammenhang als abstrakte Mechanismen mit einer Vielzahl von Spezifikationen, darunter u.a. die drei gerade genannten, angesehen werden.

In diesem Sinne ist der evolutionäre Mechanismus auf der Grundlage eines KAS von KAS ein hinreichend allgemeiner Mechanismus, um die Zwillingsideen von Evolution und spontaner Ordnungsbildung zu integrieren. Dieser allgemeine evolutionäre Mechanismus muß auf vielfältige Weise spezifiziert und an typische Situationen angepaßt werden, um ein Instrumentarium konkreter evolutionärer Mechanismen entwickeln zu können. Diese spezifischen Mechanismen könne dann wieder zu komplexen Theorien zusammgebaut und zur Erklärung sozialer Prozesse und zur Lösung praktischer Steuerungsprobleme genutzt werden. Einschränkend ist aber festzuhalten, daß die Anwendbarkeit eines solchen Instrumentariums von dem Vorliegen und der Identifizierbarkeit typischer Konstellationen abhängt. Bezogen auf eine Schachpartie, um ein Beispiel von Schimank (1999) aufzugreifen, kommen dafür insbesondere die Phasen der Eröffnung und des Endspiels in Frage. Für diese Fälle existiert ein reichhaltiges Instrumentarium von in Lehrbüchern codifizierten Strategien, die es dem erfahrenen Schachspieler ermöglichen, typische Konstellationen auszunutzen, um Spielabläufe einzuleiten, die eine hohe Wahrscheinlichkeit günstiger Entwicklungen haben. Andererseits weist E. Leifer (1991) darauf hin, daß gerade im Schach das Mittelspiel durch im hohen Grade spezifische Spielsituationen mit auch für sehr gute Schachspieler (Großmeister) nicht im einzelnen durchzurechnenden Verwicklungen gekennzeichnet ist. In solchen intransparenten, durch fluide Machtbalancen gekennzeichneten Situationen werden dann, wie die Studie von Leifer zeigt, schwer codifizierbare und nicht schematisch erlernbare Heuristiken eingesetzt, die zuallererst die Aufrechterhaltung einer gleichgewichtigen Spielsituation zum Ziel haben. Erst in zweiter Linie geht es darum, Konstellationen zu erzeugen, die die Chance günstiger Abwicklungen im Sinne berechenbarer sozialer Mechanismen eröffnen. Kurz gesagt, je intransparenter und gleichgewichtiger eine Situa-

tion wird, desto deutlicher wird der Unterschied zwischen explizitem und implizitem Wissen, oder, wenn man so will, zwischen Mechanismus und Kunst.

## 7. Die Koevolution eines Systems von Regeln

Das Konzept der Koevolution eines Systems von Regeln kann als eine spezielle Anwendung des Paradigmas der allgemeinen Evolutionstheorie verstanden werden. Ausgangspunkt ist die Vorstellung eines kreativen Universums, das in einem ständigen Wechselspiel von Variation und Selektion die Emergenz neuer Formen vorantreibt. Grundlegend ist dabei das Populationsdenken der Evolutionsbiologie (vgl. Mayr 1984, S. 18ff), das im Gegensatz zum Essentialismus der klassischen Philosophie steht. Das Populationsdenken betont die individuelle Variation im Gegensatz zum Idealtypus und die Emergenz neuartiger Formen im Gegensatz zu Idealform. Dazu muß die Bedeutung selbstorganisierter Formbildung als eigenständige Kraft der Evolution hervorgehoben werden, um adaptionistische Engführungen der Evolutionstheorie zu vermeiden (zur Kritik des Adaptionismus siehe z.B. Gould und Lewontin 1979). Der evolutionäre Prozeß wird nicht nur durch zufällige Variation und Selektion angetrieben, sondern als selbstorganisierter Formbildungsprozeß auch entscheidend durch Attraktoren im morphogenetischen Möglichkeitsraum gesteuert.

Vor dem Hintergrund der Kritik des genetischen Reduktionismus und der ungelösten Probleme bei der Erklärung der Makroevolution innerhalb der neodarwinistischen Evolutionstheorie (vgl. z.B. die Diskussion bei Mayr 1994), entwickelt die Komplexitätstheorie eine eigene, umfassendere Theorie der evolutionären Ordnungsbildung (vgl. Kauffman 1991, 1993). Die zentrale These zur Entstehung organisierter Komplexität lautet auf eine Kurzformel gebracht: Ordnung durch Selbstorganisation. Neben der ordnungsbildenden Kraft des Zufalls wird die Bedeutung endogener Ordnungskräfte hervorgehoben. Im Anpassungsparadigma entsteht Ordnung lediglich als inverse Form einer durch Zufallsvariation gefüllten, aber als gegeben und stabil vorausgesetzten externen Ordnungsmatrix. Interne Ordnungskräfte spielen bei diesem Konzept der zufallsgesteuerten Anpassung an eine externe Ordnung keine Rolle. Wie die Simulationsexperimente der Komplexitätstheorie zeigen, evolvieren KAS aber typischerweise innerhalb stark zerklüfteter Fitneßlandschaften. Dies hat zur Folge, daß Ordnungsentstehung allein aufgrund zufallsgesteuerter Anpassung an vorgegebene externe Strukturen äußerst unwahrscheinlich ist. Neben der Ordnungsentstehung durch Zufall muß daher auch die autonome Entwicklung organisierter Komplexität durch endogene Kräfte der Selbstorganisation theoretisch an zentraler Stelle berücksichtigt werden. Hier hebt die Komplexitätstheorie die Bedeutung der Koevolution am Rande des Chaos (vgl. Kauffman 1993) als Voraussetzung der Evolution einer evolutionsfähigen Ordnung hervor (vgl. auch die Anwendung komplexitätstheoretischer Überlegungen auf Steuerungsprobleme von interorganisationalen Netzwerken in Kappelhoff 1999).

Grundlage der Theorie regelgeleiteten Handelns ist die Konzeption der Koevolution eines Systems von Regeln in einem KAS von KAS. Die Theorie hat also durchaus eine Mikrokomponente insofern, als Akteure als Bündel von Handlungsregeln und damit selbst als KAS betrachtet wer-

den. Es ist aber wichtig festzuhalten, daß es sich dabei keineswegs um eine handlungstheoretische Mikrofundierung der evolutionären Sozialtheorie, wie sie z.B. in der RC-Theorie intendiert ist, handelt. In den Handlungsregeln, die die Akteure als Bündel von Regeln konstituieren, sind die systemischen Selektionsbedingungen, die die Dynamik der Koevolution des Systems von Regeln steuern, nämlich immer schon enthalten. Regelgeleitetes Handeln hat also stets eine sozialkulturelle Systemreferenz. Handeln setzt bereits Ordnungsbildung voraus, der Akteur wird durch das Handlungssystem konstituiert. Die Existenz von Akteuren ist damit bereits Ausdruck der Lösung des Hobbesschen Ordnungsproblems im Sinne von Parsons.

Vor dem Hintergrund der allgemeinen evolutionstheoretischen Überlegungen muß das System von Regeln als Ungleichgewichtssystem verstanden werden, das einer endogenen Dynamik in Form durchbrochener Gleichgewichte folgt. Dabei sind komplexe Dynamiken denkbar, die durchaus nicht notwendig zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Systems führen müssen - wie immer man diese auch definiert (vgl. in Hinblick auf die Evolution von Formen der Produktion auch Ortmann 1995, S. 98ff). Die endogene Dynamik schafft ihren eigenen Möglichkeitsraum, indem sie sich auf der Grundlage der durch die bisherige Systemgeschichte festgelegten sozialkulturellen Rahmenbedingungen historisch kontingent weiterentwickelt. In diesem Zusammenhang kommt generell den Attraktoren im morphogenetischen Möglichkeitsraum eine besondere Bedeutung zu, da sie gewissermaßen als Anziehungspunkte für den weiteren Evolutionsverlauf wirken. So ist z.B. die Evolution des Gesichtssinns in mindestens 40 und die Evolution von Insektensozietäten in 12 unabhängigen Entwicklungslinien nachweisbar. In der Evolution menschlicher Gesellschaften ist die neolithische Revolution vermutlich in 8 und die Staatenbildung in 6 unabhängigen Entwicklungslinien erfolgt (vgl. Sanderson 1995).

Die Evolution von Verwandtschaftssystemen in einfachen Gesellschaften kann zur weiteren Verdeutlichung des Arguments dienen. Die verschiedenen Formen der bi-, patri- und matrilinealen Kreuzcousinenheirat erzeugen eine je spezifische Sozialorganisation mit einer eigenen Tauschlogik und integrativen Effizienz (vgl. Kappelhoff 1993) und können daher als Attraktoren eines sozialkulturellen Möglichkeitsraums interpretiert werden. In Abhängigkeit von Größe und Form der Attraktionsgebiete und vor dem Hintergrund der begleitenden Umstände der sozialen Organisation und der kulturellen Ordnung kommt es zu einem historisch kontingenten Lock in in eine spezifische Ordnung des Verwandtschaftssystems, die sich für einen gewissen Zeitraum kulturell und sozialstrukturell stabilisiert, bis sie schließlich gemäß der Logik durchbrochener Gleichgewichte endogen (oder auch exogen) wieder destabilisiert wird.

Natürlich ist es an dieser Stelle nicht möglich, auch nur die Umriss einer evolutionären Sozialtheorie weiter zu entfalten. Es soll hier lediglich auf die Bedeutung der kulturellen Gruppenselektion, der Emergenz neuer sozialstruktureller Ordnungsebenen und der Evolution von Evolutionsmechanismen hingewiesen werden. In Hinblick auf die Möglichkeit von Gruppenselektion verweise ich auf das Ich+Wir-Modell von A. Etzioni (1994). Die Emergenz neuer sozialkultureller Ordnungsebenen vollzieht sich vor dem Hintergrund der Herausbildung neuer marktlicher, staatlicher und diskursiver Ordnungsformen (vgl. Schmid 1998). Für die Evolution von Evolu-

tionsmechanismen schließlich ist die Bedeutung symbolisch generalisierter Kommunikationsmedien für die funktionale Differenzierung und autopoietische Teilsystembildung hervorzuheben (vgl. Luhmann 1997a).

Die Spezifikation eines evolutionären Mechanismus verlangt neben der Modellierung einer kulturellen Topologie und einer sozialen Struktur auch die konkrete Modellierung lernfähiger Akteure. Im einfachsten Fall wird der Akteur (dann besser: Agent) mit einer Handlungsregel identifiziert und das Lernen erfolgt ausschließlich in Form einer Darwinschen Replikatorendynamik (siehe die Diskussion des Simulationsexperiments von Axelrod (1997) weiter oben). Differenziertere Akteursmodelle, etwa in Form der von Holland entwickelten Klassifiziersysteme (vgl. z.B. Holland und Miller 1991), sind aber unabdingbar, wenn eine realitätsgerechtere Modellierung sozialer Prozesse erreicht werden soll. Klassifiziersysteme sind Bündel von Wenn-Dann-Regeln mit variabler Stärke, die intern durchaus widersprüchlich sein können. Die Regeln werden durch externe Inputs in Abhängigkeit von ihrer Stärke in einer Auktion aktiviert und können wiederum weitere Regeln aktivieren, bis schließlich eine Handlung initiiert wird, deren Konsequenzen dann zu einer Veränderung in der Stärke der beteiligten Regeln führen (Lernmechanismus). Die Evolution der Regeln erfolgt in Klassifiziersystemen durch einen genetischen Mechanismus auf der Grundlage einer Darwinschen Replikatorendynamik. Damit ist neben dem kurzfristigen Lernen am Erfolg ein weiterer, langfristig wirksamer und variabler Lernmechanismus spezifiziert.

Abschließend soll die Simulation der Koevolution eines Systems von Regeln an zwei Beispielen illustriert werden, nämlich der Evolution endogener Preiserwartungen auf Finanzmärkten (vgl. Arthur u.a. 1997) und der Evolution von Kooperation im IPD (vgl. zusammenfassend Lindgren 1997).

## **7.1 Endogene Erwartungsbildung auf Finanzmärkten**

Grundlage der Preisbildung ist die rekursive Vernetzung der Erwartungsbildung: Um rationale Erwartungen ausbilden zu können muß ein Akteur bereits die Erwartungen aller anderen Akteure kennen, die wiederum auf den Erwartungen der anderen Akteure beruhen. Die Akteure werden als Markttheoretiker verstanden, die auf Grundlage der vorliegenden Zeitreihen der Marktpreise und Dividenden bis zur aktuellen Marktperiode regelgeleitet ihre Erwartungen hinsichtlich der Preis- und Dividendenentwicklung für die kommende Marktperiode formulieren. Ausgangspunkt der Simulation ist eine heterogene Population von Akteuren als Markttheoretikern, die analog zu Klassifiziersystemen als Bündel von konkurrierenden Regeln (Hypothesen) der Erwartungsbildung modelliert werden. Die Akteure verfügen also über einen kurzfristigen Lernmechanismus, der die Stärke der Regeln in Abhängigkeit von ihrem Erfolg anpaßt, sowie über einen langfristigen Lernmechanismus, der auf der Grundlage eines genetischen Algorithmus neue Regeln aus erfolgreichen Regeln generiert.

Wie die Simulationen von Arthur u.a. (1997) zeigen, kann die Marktdynamik zwei unterschiedliche Formen annehmen. Ist die Startpopulation relativ homogen und sind die Lernmechanismen

relativ langsam, konvergiert die Preisentwicklung auf ein rationales Erwartungsgleichgewicht, das durch den fundamentalen Preis bestimmt wird. Ist die Startpopulation aber hinreichend heterogen und/oder ist der Lernmechanismus hinreichend schnell, so kann sich technischer Handel entwickeln, d.h. es zeigen sich selbstverstärkende und stabilisierende Erwartungsgleichgewichte fernab vom fundamentalen Preis, die in Form von Blasen und Crashes der dynamischen Form durchbrochener Gleichgewichte folgen. Die Marktdynamik zeichnet sich in diesem Fall durch ein höheres Handelsvolumen, stärkere Preisschwankungen und durch GARCH-Verhalten aus. Wie der Vergleich mit realen Marktdaten zeigt, ist dieses dynamische Marktverhalten in Form durchbrochener Gleichgewichte wesentlich realitätsnäher als die Konvergenz auf ein rationales Erwartungsgleichgewicht.

## 7.2 Die Evolution von Kooperation in IPD

Die soziale Gestalt der Simulationen hängt zunächst von den Spielregeln und insbesondere von der Gestaltung der sozialen Interaktionen, etwa in Form zufälliger Interaktionen (vgl. Lindgren und Nordahl 1995, Lomborg 1996), räumlicher Nachbarschaften (vgl. Nowak und May 1992, Lindgren 1997), aber auch etikettenabhängiger bzw. kommunikativ gesteuerter Interaktionen (vgl. Riolo 1997, Miller u.a. 1998), ab. Aus soziologischer Sicht von besonderem Interesse sind Simulationen, die die Möglichkeit von Partnerwahl und/oder -zurückweisung vorsehen (vgl. Stanley u.a. 1994). Die Codierung der Regeln (Strategien) und die Erzeugung von Regelvariationen, durch die die zugrunde liegende kulturelle Topologie definiert wird, können ebenfalls auf vielfältige Weise erfolgen. So können z.B. alle Strategien mit einem Drei-Runden-Gedächtnis (vgl. die obige Diskussion von Axelrod 1997) oder ein offener Strategienraum mit allen Strategien mit endlichem Gedächtnis betrachtet werden (vgl. Lindgren 1991, 1997). Abweichend von der von Axelrod und Lindgren verwendeten Codierung (siehe oben) präferiert T. Ikegami (1994) Kooperations- bzw. Defektionsbäume zur Codierung von IPD-Strategien. Abhängig von der Art der Codierung kann also die gleiche Strategie durch verschiedene Bit-Folgen abgebildet werden. Bei sonst gleichen Variationsmechanismen erhält man dann unterschiedliche kulturelle Topologien für die Strategienräume, die, wie die Ergebnisse der Simulationsexperimente von Lindgren und Ikegami zeigen, auch unterschiedliche Chancen der Evolution von Kooperation zur Folge haben.

Die Ergebnisse der Simulationsexperimente zur Evolution von Kooperation sind so vielfältig, daß hier nur einige allgemeine Tendenzen berichtet werden können:

- Evolutionäre Dynamiken in Form durchbrochener Gleichgewichte: Längere kooperative Phasen werden immer wieder durch Zusammenbrüche der Kooperation unterbrochen.
- Koevolution eines Systems von Regeln: Erfolgreiche Regelsysteme sind intern strukturiert - etwa in Form von Mutualismen (Lindgren 1991) oder Kern-Schutzschild-Konfigurationen (Lomborg 1996).

- Historizität der „Regelrationalität“: Regeln, die zu einem bestimmten Zeitpunkt erfolgreich waren, sind bei einem Re-Entry in einen anderen Regelkontext zu einem späteren Zeitpunkt üblicherweise nicht mehr erfolgreich.
- Emergenz sozialer Strukturen: Strukturierte Interaktionen können durch extern vorgegeben Etikettierungen (Riolo 1997) oder durch interne Mechanismen der Partnerwahl (Stanley u.a. 1994) induziert werden; in beiden Fällen erhöhen sich die Chancen einer kooperativen Entwicklung.
- Emergenz von Bedeutung: Auch das Vorschalten eines kommunikativen Vor-Spiels kann die Chancen der Kooperation dadurch erhöhen, daß Kooperationsbereitschaft signalisiert wird (vgl. Miller u.a. 1998). Allerdings ist auch hier mit Zusammenbrüchen der Kooperation in Form durchbrochener Gleichgewichte zu rechnen, da Täuschungsmöglichkeiten nicht ausgeschlossen werden können.
- Bedeutung kultureller Topologien: Das oben angeführte Beispiel der Konsequenz unterschiedlicher Codierungen von Strategien bei Lindgren und Ikegami hat außerordentlich weitreichende Konsequenzen für die Übertragung von Simulationsexperimenten auf realistische Anwendungskontexte. So wird z.B. ein Akteur, der aus Klugheitserwägungen einer altruistischen Strategie folgt, diese vor dem Hintergrund einer vollkommen anderen kulturellen Topologie betrachten als ein Akteur, der sich aus religiös-ethischen Erwägungen altruistisch verhält.

## 8. Ausblick

Die vorangegangenen Ausführungen sollten die Tragfähigkeit des Konzepts der Koevolution eines Systems von Handlungsregeln als Grundlage einer evolutorischen Sozialtheorie beweisen. Eine solche Sozialtheorie muß allerdings im Gegensatz zu den vorherrschenden Strömungen in der evolutorischen Ökonomik als Systemtheorie entwickelt werden, für die die Dualität von Konstitution von oben und Emergenz von unten zentral ist. Auf diese Weise können rationalistische und individualistische Engführungen der besprochenen ökonomischen Ansätze vermieden werden. Das Konzept der Koevolution eines Systems von Handlungsregeln ist andererseits im Gegensatz zu den besprochenen systemtheoretischen Varianten in der Soziologie hinreichend präzise genug, um als Grundlage einer formalen Modellierung evolutionärer Mechanismen dienen zu können.

Allerdings stellt sich in Hinblick auf die angesprochenen Simulationsexperimente durchaus die Frage nach der Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse über die spezifischen Bedingungen hinaus. Ich meine, daß eine solche Methodologie der Verallgemeinerung und empirischen Validierung von Ergebnissen von Simulationsstudien erst in Ansätzen vorhanden ist und weiterentwickelt werden muß. Darüber hinaus muß dringend die Kommunikation zwischen Sozialwissenschaftlern und Experten von Simulationsmodellen, die oft Naturwissenschaftler oder Informatiker sind, verbessert werden. Um auch theoretisch ausgerichteten Sozialwissenschaftlern die

Durchführung eigener Simulationsexperimente zu ermöglichen, wäre die Entwicklung einer Toolbox mit variabel einsetzbaren Modulen zum Aufbau unterschiedlicher Klassen von evolutionären Mechanismen sehr wünschenswert.

Neben dieser Weiterentwicklung der formalen Modellbildung sind aber auch qualitativ-theoretische Weiterentwicklungen dringend erforderlich. Die Stärke der Evolutionstheorie liegt ja seit jeher in einem Zusammenspiel qualitativer Überlegungen und formaler Modellbildung. Aus soziologischer Sicht sind in diesem Zusammenhang natürlich viele Punkte diskussionsbedürftig, z.B. die genaue Art der Variations- und Selektionsmechanismen, die Bedeutung kultureller Artefakte, Formen funktionaler Differenzierung, die Bedeutung der Evolution von Evolutionsmechanismen und hier insbesondere der symbolisch generalisierten Kommunikationsmedien in Hinblick auf die Beschleunigung der Evolution und die intensiviertere Subsystembildung und schließlich der Stellenwert evolutionärer Universalien vor dem Hintergrund des Konzepts der Attraktoren im sozialstrukturellen Möglichkeitsraum. Wegen ihrer besonderen Bedeutung möchte ich in diesem Zusammenhang abschließend zwei Problemfelder besonders hervorheben:

1. Die Besonderheiten der kulturellen Evolution auf der Grundlage symbolisch codierter Sinnstrukturen: Die kulturelle Evolution ist schneller, erlaubt horizontale Transmission durch Nachahmung und Belehrung, der symbolische Code ist wesentlich variabler als der genetische und die Einheiten der Evolution (Meme, Regeln, Routinen, Comps, usw.) sind schwerer abgrenzbar. Sinn verweist immer auf andere Möglichkeiten (vgl. z.B. Luhmann 1984), und die Architektur von Sinnstrukturen (Alltagswissen, Theorien, Weltbilder) ist wesentlich komplexer und freier gestaltbar, unterliegt aber auch einer neuen Art von Konsistenzkriterien (vgl. z.B. Douglas 1991).

2. Die doppelte Dezentrierung des Individuums, das einmal als Bündel von Handlungsregeln bewußt mechanistisch und ohne Zentrum konzipiert ist und das zum anderen als ein sozialer Akteur erscheint, der zwar selbst ein autonomes KAS ist, aber durch das umfassende KAS sozial konstituiert wird und letztlich als Element einer übergeordneten sozialen Koevolutionsdynamik mit autonomer Anpassungslogik fungiert.

## Literaturverzeichnis

Ackermann, R.J. (1976): The Philosophy of Karl Popper. Amherst.

Arthur, W.B. (1990): Positive Rückkopplung in der Wirtschaft. In: Spektrum der Wissenschaft, S. 122-129.

Arthur, W.B. (1995): Increasing Returns and Path-Dependence in the Economy. Ann Arbor.

Arthur, W.B./Holland, J.H./LeBaron, B./Palmer, R./Taylor, P. (1997): Asset Pricing under Endogeneous Expectations in an Artificial Stock Market. In: Arthur, W.B./Durlauf, S./Lane, D.A. (Hrsg.): The Economy as an Evolving Complex System II. Reading, MA, S. 15-44.

Axelrod, R. (1991): Die Evolution der Kooperation. München.

Axelrod, R. (1997): The Complexity of Cooperation. Princeton.

Bailey, K.D. (1990): Social Entropy Theory. New York.

- Bainbridge, W.S./Brent, E.E./Carley, K.M./Heise, D.R./Macy, M.W./Markovsky, B./Skvoretz, J. (1994): Artificial Social Intelligence. In: Annual Review of Sociology 20, S. 407-436.
- Binmore, K. (1994): Playing Fair. Game Theory and the Social Contract. Cambridge.
- Bohnen, A. (1994): Die Systemtheorie und das Dogma von der Irreduzibilität des Sozialen. In: Zeitschrift für Soziologie 23, S. 292-305.
- Boudon, R. (1980): Die Logik des gesellschaftlichen Handelns. Neuwied.
- Boyd, R./Richerson, P.J. (1985): Culture and the Evolutionary Process. Chicago.
- Bunge, M. (1997): Mechanism and Explanation. In: Philosophy of the Social Sciences 27, S. 410-465.
- Burns, T./Dietz, T. (1995): Kulturelle Evolution: Institutionen, Selektion und menschliches Handeln. In: Müller, H.-P./Schmid, M. (Hrsg.): Sozialer Wandel. Frankfurt, S. 340-383.
- Campbell, D.T. (1974): „Downward Causation“ in Hierarchically Organized Biological Systems. In: Ayala, F./Dobzhansky, T. (Hrsg.): Studies in the Philosophy on Biology. New York, S. 179-186.
- Campbell, D.T. (1975): On the Conflict between Biological and Social Evolution and between Psychology and Moral Tradition. In: American Psychologist 30, S. 1103-1126.
- Coleman, J.S. (1991): Grundlagen der Sozialtheorie. Band 1: Handlungen und Handlungssysteme. München.
- Coleman, J.S. (1992): Grundlagen der Sozialtheorie. Band 2: Körperschaften und die moderne Gesellschaft. München.
- Coleman, J.S. (1994): Grundlagen der Sozialtheorie. Band 3: Die Mathematik der sozialen Handlung. München.
- Corning, P.A. (1983): The Synergism Hypothesis. A Theory of Progressive Evolution. New York.
- David, P. (1985): Clio and the Economics of QWERTY. In: American Economic Review 75, S. 332-337.
- Dawkins, R. (1978): Das egoistische Gen. Berlin.
- Dawkins, R. (1988): Auf welche Einheiten richtet sich die natürliche Selektion? In: Meier, H. (Hrsg.): Die Herausforderung der Evolutionsbiologie. München, S. 53-78.
- Dosi, G./Freeman, C./Nelson, R./Silverberg, G./Soete, L. (Hrsg.) (1988): Technical Change and Economic Theory. London.
- Douglas, M. (1991): Wie Institutionen denken. Frankfurt.
- Eldredge, N./Gould, S.J. (1972): Punctuated Equilibria: An Alternative to Phyletic Gradualism. In: Schopf, T.J.M. (Hrsg.): Models in Paleobiology. San Francisco, S. 88-115.
- Elias, N. (1976): Über den Prozeß der Zivilisation. Frankfurt.
- Esser, H. (1990): „Habits“, „Frames“ und „Rational Choice“. In: Zeitschrift für Soziologie 19, S. 231-247.
- Esser, H. (1993): Soziologie. Allgemeine Grundlagen. Frankfurt.
- Esser, H. (1996): Die Definition der Situation. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 48, S. 1-34.
- Esser, H. (1997): Die „Definition“ der Situation und die Rationalität des Handelns. In: Meleghy, T./Niedenzu, H.-J./Preglau, M./Traxler, F./Schmeitzal, B. (Hrsg.): Soziologie im Konzert der Wissenschaften. Opladen, S. 69-90.
- Etzioni, A. (1994): Jenseits des Egoismus-Prinzips. Stuttgart.
- Foerster, H. von (1984): Principles of Self-Organization - In a Socio-Managerial Context. In: Ulrich, H./Probst, G.J.B. (Hrsg.): Self-Organization and Management of Social Systems. Berlin, S. 2-24.
- Frank, R.H. (1992): Die Strategie der Emotionen. München.
- Frank, R.H. (1994): Group Selection and „Genuine“ Altruism. In: Behavioral and Brain Sciences 17, S. 620-621.
- Giddens, A. (1988): Die Konstitution der Gesellschaft. Frankfurt.
- Giesen, B. (1991): Die Entdinglichung des Sozialen. Frankfurt.
- Giesen, B./Junge, K. (1998): Strukturelle Evolution. In: Preyer, G. (Hrsg.): Strukturelle Evolution und Weltsystem. Frankfurt, S. 47-70.

- Goodwin, B. (1994): Development as a Robust Natural Process. In: Varela, F.J./Stein, W. (Hrsg.): Thinking about Biology. Redwood City, S. 123-148.
- Gould, S.J./Lewontin, R.C. (1979): The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm. A Critique of the Adaptionist Program. In: Proceedings of the Royal Society of London 205, S. 581-598.
- Habermas, J. (1976): Zur Rekonstruktion des historischen Materialismus. Frankfurt.
- Habermas, J. (1985): Der philosophische Diskurs der Moderne. Frankfurt.
- Haken, H. (1996): Synergetik und Sozialwissenschaften. In: Ethik und Sozialwissenschaften 7, S. 587-675.
- Hahn, F.H. (1991): The Next Hundred Years. In: Economic Journal 101, S. 47-50.
- Hannan, M.T./Freeman, J. (1995): Die Populationsökologie von Organisationen. In: Müller, H.-P./Schmid, M. (Hrsg.): Sozialer Wandel. Frankfurt, S. 291-339.
- Hausman, D.M. (1992): The Inexact and Seperate Science of Economics. Cambridge.
- Hayek, F.A. von (1969): Freiburger Studien. Gesammelte Aufsätze. Tübingen.
- Hayek, F.A. von (1981): Recht, Gesetzgebung und Freiheit. Band 3: Die Verfassung einer Gesellschaft freier Menschen. Landsberg am Lech.
- Hayek, F.A. von (1983): Die überschätzte Vernunft. In: Riedl, R.J./Kreuzer, F. (Hrsg.): Evolution und Menschenbild. Hamburg, S. 164-192.
- Hedstrom, P./Swedberg, R. (Hrsg.) (1997): Social Mechanisms. Cambridge.
- Hodgson, G.M. (1993): Economics and Evolution. Cambridge.
- Holland, J.H. (1995a): Hidden Order. Cambridge, MA.
- Holland, J.H. (1995b): Can There Be a Unified Theory of Complex Adaptive Systems? In: Morowitz, H.J./Singer, J.L. (Hrsg.): The Mind, the Brain, and Complex Adaptive Systems. Redwood City, S. 45-50.
- Holland, J.H./Miller, J. (1991): Artificial Adaptive Agents in Economic Theory. In: American Economic Review 81, S. 365-370.
- Hull, D.L. (1980): Individuality and Selection. In: Annual Review of Ecology and Systematics 11, S. 311-332.
- Hull, D.L. (1994): Taking vehicles seriously. In: Behavioral and Brain Sciences 17, S. 627-628.
- Ikegami, T. (1994): From Genetic Evolution to Emergence of Game Strategies. In: Physica D 75, S. 310-327.
- Kappelhoff, P. (1993): Soziale Tauschsysteme. Strukturelle und dynamische Erweiterungen des Marktmodells. München.
- Kappelhoff, P. (1995): Interpenetration von Rationalität und Moralität. Die verborgene Systemtheorie in der individualistischen Soziologie. In: Ethik und Sozialwissenschaften 6, S. 57-67.
- Kappelhoff, P. (1999): Komplexitätstheorie und Steuerung von Netzwerken. Erscheint in: Sydow, J./Windeler, A. (Hrsg.): Steuerung von Netzwerken. Konzepte und Praktiken. Opladen.
- Kauffman, S.A. (1991): Leben am Rande des Chaos. In: Spektrum der Wissenschaft, S. 90-95.
- Kauffman, S.A. (1993): The Origin of Order. Self-Organization and Selection in Evolution. Oxford.
- Leifer, E. (1991): Actors as Observers. A Theory of Skill in Social Relationships. New York.
- Lévi-Strauss, C. (1984): Die elementaren Strukturen der Verwandtschaft. Frankfurt.
- Lindgren, K. (1991): Evolutionary Phenomena in Simple Dynamics. In: Langton, C.G./Taylor, C./Farmer, J.D./Rasmussen, S. (Hrsg.): Artificial Life II. Redwood City, S. 295-312.
- Lindgren, K. (1997): Evolutionary Dynamics in Game-Theoretic Models. In: Arthur, W.B./Durlauf, S./Lane, D.A. (Hrsg.): The Economy as an Evolving Complex System II. Reading, MA, S. 337-367.
- Lindgren, K./Nordahl, M.G. (1995): Cooperation and Community Structure in Artificial Ecosystems. In: Langton, C.G. (Hrsg.): Artificial Life. An Overview. Cambridge, MA, S. 15-37.
- Lomborg, B. (1996): Nucleus and Shield: The Evolution of Social Structure in the Iterated Prisoner's Dilemma. In: American Sociological Review 61, S. 278-307.

- Luhmann, N. (1978): Handlungstheorie und Systemtheorie. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 30, S. 50-66.
- Luhmann, N. (1984): Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie. Frankfurt.
- Luhmann, N. (1994): Gesellschaft als Differenz. In: Zeitschrift für Soziologie 23, S. 477-481.
- Luhmann, N. (1997a): Die Gesellschaft der Gesellschaft. Frankfurt.
- Luhmann, N. (1997b): Selbstorganisation und Mikrodiversität. Zur Wissenssoziologie des neuzeitlichen Individualismus. In: Soziale Systeme 3, S. 23-32.
- Macy, M.W. (1997): Identity, Interest and Emergent Rationality. An Evolutionary Synthesis. In: Rationality and Society 9, S. 427-448.
- Mayntz, R. (1995): Historische Überraschungen und das Erklärungspotential der Sozialwissenschaften. Heidelberg.
- Mayr, E. (1984): Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt. Berlin.
- Mayr, E. (1994): Evolution. Grundfragen und Mißverständnisse. In: Ethik und Sozialwissenschaften 5, S. 203-279.
- McKelvey, B./Aldrich, H.E. (1983): Populations, Natural Selection, and Applied Organizational Science. In: Administrative Science Quarterly 28, S. 101-128.
- Miller, J.H./Butts, C./Rode, D. (1998): Communication and Cooperation. <http://www.santafe.edu/sfi/publications/Abstracts/98-04-037abs.html>
- Nelson, R.R./Winter, S.G. (1982): An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge.
- North, D.C. (1988): Theorie institutionellen Wandels. Tübingen.
- North, D.C. (1992): Institutionen, institutioneller Wandel und Wirtschaftsleistung. Tübingen.
- Nowak, M.A./May, R.M. (1992): Evolutionary Games and Spatial Chaos. In: Nature 359, S. 826-829.
- Ortmann, G. (1995): Formen der Produktion. Organisation und Rekursivität. Opladen.
- Parsons, T. (1972): Das System moderner Gesellschaften. München.
- Parsons, T. (1975): Gesellschaften. Evolutionäre und komparative Perspektiven. Frankfurt.
- Popper, K.R. (1984): Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf. Hamburg.
- Popper, K.R. (1994): Ausgangspunkte. Meine intellektuelle Entwicklung. Hamburg.
- Popper, K.R./Eccles, J.C. (1982): Das Ich und sein Gehirn. München.
- Prigogine, I. (1979): Vom Sein zum Werden. München.
- Ridley, M. (1997): Die Biologie der Tugend. Warum es sich lohnt, gut zu sein. Berlin.
- Riolo, R.L. (1997): The Effects of Tag-Mediated Selection of Partners in Evolving Populations Playing the Iterated Prisoner's Dilemma. <http://www.santafe.edu/sfi/publications/Abstracts/97-02-016abs.html>
- Sanderson, S.K. (1995): Social Transformations. A General Theory of Historical Development. Cambridge, MA.
- Schelling, T.C. (1978): Micromotives and Macrobehavior. Toronto.
- Schimank, U. (1999): Soziologie und Schach. In: Berliner Journal für Soziologie 9, S. 105-114.
- Schmid, M. (1998): Soziales Handeln und strukturelle Selektion. Beiträge zur Theorie sozialer Systeme. Opladen.
- Schnell, R. (1990): Computersimulation und Theoriebildung in den Sozialwissenschaften. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 42, S. 109-128.
- Selten, R. (1991): Evolution, Learning and Economic Behaviour. In: Games and Economic Behaviour 3, S. 3-24.
- Seyfarth, C. (1998): Die Gesellschaft als Gesellschaft in die Gesellschaft bringen. Annäherungen an ein Theorieprojekt. In: Soziologische Revue 21, S. 153-164.
- Stanley, E.A./Ashlock, D./Testfatsion, L. (1994): Iterated Prisoner's Dilemma with Choice and Refusal of Partners. In: Langton, C.G. (Hrsg.): Artificial Life III, Redwood City, S. 131-175.

- Stinchcombe, A.L. (1993): The Conditions of Fruitfulness of Theorizing About Mechanisms in Social Science. In: Sorensen, A.B./Spilerman, S. (Hrsg.): Social Theory and Social Policy. Essays in Honor of James S. Coleman. Westport, S. 23-41.
- Vanberg, V. (1986): Spontaneous Market Order and Social Rules. A Critique of F.A. Hayek's Theory of Cultural Evolution. In: Economics and Philosophy 2, S. 75-100.
- Vanberg, V. (1993): Rational Choice, Rule-Following and Institutions. An Evolutionary Perspective. In: Mäki, U./Gustafsson, B./Knudson, C. (Hrsg.): Rationality, Institutions and Economic Methodology. London, S. 171-200.
- Vowinckel, G. (1995): Verwandtschaft, Freundschaft und die Gemeinschaft der Fremden. Darmstadt.
- Vrba, E.S./Eldredge, N. (1984): Individuals, Hierarchies and Processes. Towards a More Complete Evolutionary Theory. In: Paleobiology 10, S. 146-171.
- Waal, F. de (1997): Der gute Affe. München.
- Waddington, C.H. (1975): The Evolution of an Evolutionist. Edinburgh.
- Wieser, W. (1998): Die Erfindung der Individualität. Heidelberg.
- Wilson, D.S./Sober, E. (1994): Re-Introducing Group Selection to Human Behavioral Sciences. In: Behavioral and Brain Sciences 17, S. 585-654.
- Witt, U. (1987): Individualistische Grundlagen der evolutorischen Ökonomik. Tübingen.
- Witt, U. (1992): Überlegungen zum gegenwärtigen Stand der evolutorischen Ökonomik. In: Bievert, B./Held, M. (Hrsg.): Evolutorische Ökonomik. Frankfurt, S. 23-55.