

Werner Reimers Stiftung

Werner Reimers Konferenzen

Schriftenreihe

Suchprozesse für innovative Fragestellungen in der Wissenschaft

Heft Nr. 1

Rudolf Stichweh

Heinz-Ulrich Reyer

Hans Uszkoreit

Memorandum zu einem Institut für Evolutionswissenschaft

**Herausgegeben vom Programmbeirat der
Werner Reimers Konferenzen**

Bad Homburg

Februar 1999

Rudolf Stichweh Heinz-Ulrich Reyer Hans Uszkoreit

**Memorandum zu einem Institut für
Evolutionswissenschaft**

Schriftenreihe

Suchprozesse für innovative Fragestellungen in der Wissenschaft

**Herausgegeben vom Programmbeirat der Werner Reimers Konferenzen:
Klaus Günther, Michael Lackner, Shalini Randeria, Heinz-Ulrich Reyer,
Reinhard Schulze, Rudolf Stichweh, Gisela Trommsdorff, Hans Uszkoreit,
Michael Werner**

Heft Nr. 1

Rudolf Stichweh

Heinz-Ulrich Reyer

Hans Uszkoreit

**Memorandum zu einem Institut für
Evolutionswissenschaft**

Herausgeber: Programmbeirat der Werner Reimers Konferenzen

Redaktion und Wissenschaftliches Referat:

Ingrid Rudolph
Werner Reimers Stiftung, Am Wingertsberg 4
61348 Bad Homburg

Tel. 06172/24058, Fax 06172/21408

e-mail: reimers.stiftung@t-online.de

Vorbemerkung der Herausgeber

Der Programmbeirat der Werner Reimers Konferenzen wurde in der jetzigen Zusammensetzung im Jahre 1996 konstituiert. Zunächst auf vier Jahre angesetzt legt das Projekt der "Suchprozesse für innovative Fragestellungen in der Wissenschaft", das vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie finanziert wird, in dieser Reihe seine Ergebnisse vor.

Ziel der "Suchprozesse" ist es, Lücken und Innovationschancen in der deutschen Forschungslandschaft zu entdecken und zu benennen. Zu diesem Zweck wurde ein interdisziplinärer Kreis von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern berufen, der dreimal im Jahr in der Werner Reimers Stiftung zusammenkommt und durch die Organisation von einer Folge von kleineren Arbeitsgruppen und Konferenzen mit den Experten der jeweiligen Gebiete innovative Forschungsfelder detektiert und Statusberichte verfaßt. Adressaten der wissenschaftspolitischen und wissenschaftsprogrammativen Empfehlungen sind die Forschungsförderungsinstitutionen sowie alle an der Forschung Beteiligten.

Das Projekt der "Suchprozesse für innovative Fragestellungen in der Wissenschaft" wird begleitet durch den Verwaltungsbeirat, dem die folgenden Institutionen angehören: Alexander von Humboldt-Stiftung, Bundesforschungsministerium, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Hochschulrektorenkonferenz, Max Planck-Gesellschaft, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Volkswagenstiftung, Wissenschaftskolleg zu Berlin, Wissenschaftsrat.

Vorbemerkung der Autoren

Das vorliegende Memorandum ist entstanden aus Diskussionen zur transdisziplinären Evolutionstheorie innerhalb des Programmbeirats der Werner Reimers Konferenzen. In den letzten zwölf Monaten fanden zu diesem Thema wiederholt Beratungen in kleineren Gruppen statt, bei denen als sachverständige Gäste Dr. Andreas Engel vom Max Planck-Institut für Hirnforschung, Frankfurt/Main, Prof. Dr. Peter Hammerstein vom Innovationskolleg Theoretische Biologie der Humboldt-Universität, Berlin, Prof. Dr. Hans-Paul Schwefel, Abteilung Informatik der Universität Dortmund und Prof. Dr. Ulrich Witt vom Max Planck-Institut zur Erforschung von Wirtschaftssystemen, Jena, teilnahmen. Vom Programmbeirat der "Suchprozesse" waren außer den Autoren auch Prof. Dr. Klaus Günther, Rechtswissenschaften, Universität Frankfurt/Main und Prof. Dr. Michael Werner, Literaturwissenschaft, EHESS, Paris, an der Arbeitsgruppe beteiligt.

Das Memorandum wurde im Rahmen der Arbeitsgruppe "Evolutionswissenschaft" konzipiert, diskutiert und unter Mitarbeit der Teilnehmer verfaßt. Der Vorschlag zur Gründung eines Instituts für Evolutionswissenschaft wird in einer gemeinsamen Veranstaltung der Werner Reimers Stiftung und der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften im April dieses Jahres der wissenschaftlichen, wissenschaftspolitischen und der Medienöffentlichkeit vorgestellt und damit einer breiteren Diskussion übergeben.

Bad Homburg, Februar 1999

Vorschlag zur Gründung eines Instituts für Evolutionswissenschaft

Zusammenfassung

Die Teilnehmer des multidisziplinären Projekts "Innovative Suchprozesse in der Wissenschaft" im Programmbeirat der Werner Reimers Konferenzen und eingeladene Experten aus weiteren Disziplinen schlagen vor, in Deutschland ein interdisziplinäres Institut für Evolutionswissenschaft einzurichten. Das Institut, das weltweit das erste seiner Art wäre, soll die Grundlagen für eine sich bereits am Horizont abzeichnende allgemeine Wissenschaft der Evolution schaffen, evolutionstheoretische Ansätze aus mehreren Disziplinen miteinander verbinden und neue fachübergreifende Forschung initiieren.

Die Entwicklung eines abstrakten Evolutionsbegriffs, der über die Erhaltung, Variation und Verbreitung von Struktur definiert und so spezifizierbar ist, daß er die Fälle von vorkommenden oder möglichen Typen evolutionärer Prozesse charakterisieren und vergleichen kann, erfordert ein längerfristiges enges Zusammenwirken von theoretischer und empirischer sowie von fachübergreifender und einzelwissenschaftlicher Forschung. Auf der Basis des transdisziplinären Evolutionsbegriffs sollen evolutionäre Prozesse in Natur, Gesellschaft und Technik im Vergleich und in ihren Wechselwirkungen erforscht und erklärt werden. Dazu müssen solche Prozesse empirisch untersucht, formal modelliert und exemplarisch auf dem Computer simuliert werden.

Die angestrebte wissenschaftliche Fundierung eines allgemeinen Evolutionskonzepts wird die heute noch zu wenig reflektierte Übernahme von evolutionstheoretischen Konzepten aus der Biologie in die Sozial- und Verhaltenswissenschaften ablesen, bei der diese Konzepte viel zu oft zu Metaphern reduziert werden oder sich als schwer anpaßbar erweisen. Das Ergebnis werden allgemeine Erkenntnisse über das Wesen der Entwicklung hochstrukturierter Systeme sein, aber auch neue Methoden und Erkenntnisse in den Einzelwissenschaften, die adäquatere Beschreibungsmodelle für evolutionäre Prozesse

benötigen. Eine bedeutende neue Komponente soll die Erforschung von komplexen Entwicklungsvorgängen sein, in denen sehr unterschiedliche evolutionäre Prozesse aus Natur, Gesellschaft und Technik zusammenwirken, für die es heute noch keinen gemeinsamen Beschreibungsrahmen gibt.

Ein erfolgreiches Institut für Evolutionswissenschaften wird wesentlich dazu beitragen, die bestehenden methodologischen und konzeptuellen Barrieren zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften auf der einen und den Geistes- und Sozialwissenschaften auf der anderen Seite abzubauen.

Memorandum zu einem Institut für Evolutionswissenschaft

I Die Diskussionssituation der Gegenwart

Fast gleichzeitig mit der Entstehung der Darwinschen Theorie beginnen ihre Übertragungen in außerbiologische Wissenschaftsbereiche. Herbert Spencer ist dafür ein frühes und vielleicht unrühmliches Beispiel. Schon 1909 resümiert J.M. Baldwin diese Zusammenhänge unter dem Titel "Darwin and the Humanities".¹ Die Legitimität der diesen Vorgängen zugrundeliegenden kognitiven Transfers war immer umstritten, und sie ist es bis heute. Andererseits ruht das Darwinsche Denken selbst auf Transfers dieser Art, wie die Nähe von Grundgedanken Darwins zu Adam Smith und Thomas Malthus beweist. Insofern wird eine naturalistische Betrachtung der Wissenschaft immer die Selbstverständlichkeit derartiger Übertragungen akzeptieren und statt ihrer fundamentalen Kritik eher die Frage stellen, welches die Bedingungen ihrer Möglichkeit sind und wie man sie produktiv werden lassen kann.

Der entscheidende Punkt für dieses Memorandum ist, daß Darwinismus oder Evolutionstheorie nicht eine Form des Denkens ist, die exklusiv der Biologie zugehört. Somit ist auch nicht zu erwarten, daß die eventuelle Expansion evolutionären Denkens² gleichzeitig den Siegeszug eines biologischen Weltbildes mit sich bringen würde. Die Sonderstellung der Biologie in diesem Bereich verdankt sich nicht ihrem Gegenstand und nicht einer mit diesem Gegenstand eventuell gegebenen Weltbildbindung. Sie verdankt sich nur der allerdings unabweisbaren Tatsache, daß die Biologie mit dem neuen Denktypus Darwinismus oder Evolutionstheorie über mehr als einhundert Jahre theoretische und empirische Erfahrungen gesammelt hat, denen keine andere

¹ Baldwin 1909.

² Siehe dazu Gould 1982.

Disziplin Vergleichbares an die Seite stellen kann. Es sind diese Erfahrungen, die für jeden unverzichtbar sind, der auf einem anderen Terrain Verwandtes versuchen will.

Worin aber besteht die Abstraktion, die der Evolutionstheorie zugrundeliegt und die ihre konzeptuelle Unabhängigkeit von der konkreten historischen Erfolgsgeschichte *Evolutionstheorie* sichert? Überall dort, wo man von Evolution spricht, scheint es um Prozesse der *Strukturbildung* zu gehen, für die nicht mehr gefordert wird, als daß sie *Zufälle* auszunutzen verstehen.³ Es wird also keine *Entwicklungslogik* verlangt, auch ein strenger kausaler Determinismus steht nicht im Vordergrund der Betrachtung (obwohl er durch nichts ausgeschlossen wird); es genügt die Fähigkeit von Strukturen, Zufälle für die Fortsetzung ihres Aufbaus zu nutzen. Der Apparat evolutionärer Mechanismen (Variation, Selektion, Stabilisierung), der in der Regel das evolutionstheoretische Denken dominiert, hat im wesentlichen die Funktion, diesen *Übergang von Zufall zu Strukturbildung* zu plausibilisieren. Das führt zwangsläufig darauf hin, daß die Klärung des *Zufallsbegriffs* eine der wichtigen Fragen in jeder Evolutionstheorie sein wird. Der Zufallsbegriff kann selbstverständlich nicht ontologisch gemeint sein. Vielmehr geht es darum, daß relativ auf einen ablaufenden Prozeß der Strukturbildung bestimmte Ereignisse als Zufall gedeutet werden können, weil sie nicht von der Funktion her entworfen sind, die sie in diesem Prozeß der Strukturbildung übernehmen.

Es gibt eine zweite Deutungsmöglichkeit, die das überraschende Ereignis *Evolutionstheorie* denkgeschichtlich zu verorten erlaubt. In dieser zweiten Variante meint *Evolution* eine unerwartete Rehabilitation *teleologischen Denkens*, die dazu geführt hat, daß seit dem 19. Jahrhundert im westlichen Denken außer der Tradition kausalgeneischen Denkens ein zweiter, fast schon untergegangener Denktypus eine nicht mehr erwartete wissenschaftliche Legitimität zugesprochen bekommt. Der Funktionalismus der Biologie und der Sozialwissenschaften ist eine der Varianten dieses quasi-teleologischen Denkens, das sich normalerweise nicht als teleologisch versteht, sondern *modernere* Terminologien für seine Selbstbeschreibung präferiert.⁴ Der Sache nach geht es darum, daß Prozesse in einem bestimmten als

³ Mit Bezug auf die Theorie soziokultureller Evolution hat Niklas Luhmann dieses Argument konsistent vertreten. Siehe zuletzt Luhmann 1997, Kap. 3.

⁴ Vgl. etwa bei Ernst Mayr (1983) den Unterschied von "proximate causation" und "ultimate causation".

Untersuchungsgegenstand dienenden System so ablaufen, *als ob* sie von einem zu erreichenden Ziel her gesteuert würden. Dabei handelt es sich um lokale Ziele, um kurzfristige Optimierungen oder temporäre Anpassungen, aber alternativ auch um globale, langfristige Trends, wobei letzteres Voraussagen wie *Komplexitätszuwachs* oder langfristige *Anpassungssteigerung* innerhalb einer evolutionären Linie generiert.⁵

II Die Vielfalt evolutionswissenschaftlicher Traditionen

Die vierziger Jahre dieses Jahrhunderts sahen eine Neubegründung und Konsolidierung der Evolutionstheorie in der Biologie.⁶ Zahlreiche Bausteine der daraus entstehenden neodarwinistischen Synthese wurden seit dem 2. Weltkrieg zunehmend auf andere Disziplinen übertragen. In manchen dieser Disziplinen hatte das Gedankengut bisher wenig Einfluss, in anderen bildet es heute eine der die Disziplin bestimmenden kognitiven Traditionen. Voneinander scheinen die zahlreichen evolutionären Traditionen jedoch wenig zu wissen. In dieser letzten Beobachtung liegt der Grund für den folgenden Vorschlag:

Es soll ein Institut für Evolutionswissenschaft gegründet werden, das als Zentrum transdisziplinärer Begriffsbildung und Kontakts für die heterogenen evolutionswissenschaftlichen Traditionen dient, auf diese Weise die Ausbreitung evolutionären Denkens fördert und dadurch die Chance einer radikalen Innovation in den Wissenschaften eröffnet.

Im folgenden wird zunächst eine kurze Übersicht über einige der evolutionären Traditionen seit dem 2. Weltkrieg gegeben. Der Schwerpunkt liegt nicht auf der Biologie als "Lieferant", sondern auf den Kultur- und Sozialwissenschaften als einigen "Abnehmern". Die Skizze ist weit davon entfernt, vollständig zu sein; ihr Zweck ist aber auch ein anderer. Die Übersicht soll (a) unterschiedliche Ansätze der Disziplinen sichtbar machen, dadurch (b) Erkenntnischancen aufzeigen, die eine engere Vernetzung dieser Ansätze bieten würden, und (c) eine institutionelle Lücke in der Wissenschaftslandschaft identifizieren, für die

⁵ Vgl. dazu interessant Dawkins 1997.

⁶ Vgl. dazu Eldredge 1985.

der Versuch, sie zu schließen, außergewöhnlich vielversprechend scheint.

Wissenschaftstheorie und Epistemologie -- Eine der interessantesten Figuren der neodarwinistischen Denkbewegung nach dem zweiten Weltkrieg war der amerikanische Sozialpsychologe und Methodologe Donald T. Campbell. Von ca. 1950 bis zu seinem Tod vor zwei Jahren hat er mit großer Hartnäckigkeit für ein evolutions- oder selektionstheoretisches Forschungsprogramm in den Sozialwissenschaften und der Epistemologie geworben und dabei einige Argumentationslinien verfolgt, die vermutlich auch für künftiges evolutionswissenschaftliches Denken von Bedeutung sind.⁷ Erstens hat er immer wieder dafür plädiert, nicht evolutionäre Trends (also: Komplexität, Anpassung, Größenwachstum), sondern die Suche nach empirisch unterscheidbaren evolutionären Mechanismen oder Prozessen (also: Variation, Selektion, Stabilisierung/Retention) in den Vordergrund zu stellen.⁸ Zweitens hat Campbell unnachgiebig darauf bestanden, daß Evolution mit *zufälliger Entstehung von Neuem* zu tun hat, mit einer prinzipiell blind erfolgenden Variation, die die Möglichkeit des Lamarckismus grundsätzlich ausschließt.⁹ Dies verbindet sich unmittelbar mit einem dritten zentralen Argument. Campbell besteht darauf, daß dort, wo eine Variation eine rationale Leistung zu sein scheint, immer ein interner Variations-/Selektionsprozeß zugrundeliegt, beispielsweise ein relativ unkontrolliertes Generieren und Verwerfen von Ideen im Bewußtsein, bevor ein scheinbar rational angepaßter Vorschlag zustandekommt.

Dieses Argument wird verallgemeinert zu einer hierarchischen Evolutionstheorie, die gut vereinbar ist mit ähnlichen Entwicklungen, welche im gleichen Zeitraum in der biologischen Evolutionstheorie ablaufen.¹⁰ Nach dieser

⁷ Siehe als repräsentative Texte Campbell 1965; 1970; 1973; 1988; 1989; 1991.

⁸ Vgl. dazu Gerald Edelmans Katalog der Minimalbestandteile jeder Evolutionstheorie (formuliert im Kontext der Theorie des menschlichen Gehirns): "...variable repertoires of elements whose sources of variation are causally unrelated to subsequent events of selection or recognition, opportunities for encounter with an independently changing environment permitting the selection of one or more favored variants, and, finally, a means of differential reproduction or amplification with heredity of the selected variants in a population" (Edelman 1987, 9).

⁹ Eine ähnliche Position vertreten heute Dawkins und Dennett, die darauf verweisen, daß Intentionalität keine Alternative zu "natural selection" sei, sondern - ähnlich wie der Darwinsche Begriff der "artificial selection" - einen speziellen Fall von "natural selection" meine (s. dazu konzis Dennett 1998). Daß dies eine umstrittene Position ist, braucht kaum betont zu werden.

¹⁰ Vgl. dazu Eldredge 1985; Vrba/Gould 1986; Wilson 1989; Depew/Weber 1997.

hierarchischen Theorie ist der Auseinandersetzung eines Phänotyps mit seiner Umwelt eine Vielzahl von auf verschiedenen Ebenen operierenden *internen Selektoren oder strukturellen Selektoren* vorgeschaltet, die bereits auf der Basis interner Kompatibilitätszwänge und Simulationen den größten Teil vorkommender Variation aussortieren. Durch diese Hierarchie von ineinander geschachtelten Ebenen - mit jeweils eigenen Variations- und Selektionsmechanismen - verliert die dramatische Trennung von Genotyp und Phänotyp an Bedeutung und die Konfrontation von Soziobiologie und alternativen, auf der Basis von Analogien konstruierten Evolutionstheorien wird entschärft. Eine hierarchisch konzipierte Evolutionstheorie kann offensichtlich beides vorsehen: die biologische Evolution des Wahrnehmungs- und Denkapparates als Voraussetzung für Kognition und - unter Nutzung dieses Apparates und seiner Leistungen - die historische Entstehung eines unabhängigen Systems wissenschaftlichen Erkennens mit eigenen Mechanismen der Variation, Selektion und Stabilisierung.¹¹ Diese Bipolarität von soziobiologischen Erklärungen der menschlichen Erkenntnisfähigkeit und soziologischen Evolutionstheorien des Wissenschaftssystems kennzeichnet das heutige Denken in der *evolutionären Epistemologie*¹² und in vielen an Evolution interessierten Disziplinen. Die Überwindung der Gräben zwischen diesen beiden Traditionen wäre eine der sich von selbst verstehenden Prämissen und zugleich eine der Aufgaben eines Instituts für Evolutionswissenschaft.

Psychologie -- In der Psychologie hat es vergleichsweise wenig Interesse an evolutionären Betrachtungen gegeben. Zwar hat Skinner wiederholt argumentiert, daß operantes Konditionieren einen basalen Selektionsmechanismus darstellt, der in der Evolution psychischer Systeme die natürliche Selektion abgelöst habe;¹³ aber dieser Vorschlag hat wenig Beachtung gefunden - vermutlich wegen der aus anderen Gründen sich durchsetzenden Abweisung des von Skinner vertretenen Behaviorismus. Eine Neuentwicklung der letzten Jahre ist eine Denkschule, die sich selbst

¹¹ Siehe zwei viel diskutierte, aber vielleicht noch nicht ?berzeugende Entw?rfe Toulmin 1972, ders. 1981 und Hull 1988; vgl. Luhmann 1990; Stichweh 1996.

¹² Vgl. zu diesem Motiv - der Vermeidung von Reduktionismus durch die Berücksichtigung von Mechanismen auf mehreren Ebenen - Sperber 1996, 98; programmatisch ders. 1996a.

¹³ Siehe Skinner 1981.

„evolutionäre Psychologie“ nennt.¹⁴ Sie ist ihrem Fundament nach entschieden soziobiologisch: Sie deutet psychische Leistungen des Menschen als Anpassungen an eine vergangene Selektions-umwelt und erklärt damit zugleich die Fehlfunktion einiger dieser Leistungen in *gegenwärtigen* Gesellschaften. Wegen ihres rigorosen Adaptationismus und der Tatsache, daß die *Selektionsgeschichten*, die sie in ihren Erklärungen benutzt, in hohem Grade hypothetisch sein können, hat die evolutionäre Psychologie (wie auch frühere Formen der Soziobiologie) scharfe Kontroversen hervorgerufen.¹⁵

Kulturanthropologie -- Anders ist die Situation in der Kulturanthropologie. In der komplexen multiparadigmatischen Situation dieses Faches ist evolutionäres Denken nicht eine Minderheiten-Position von umstrittenem wissenschaftlichen Status, sondern eine der theoretisch gut dokumentierten Alternativen. Mehrere dieser Theorien bezeichnen sich als „dual inheritance theories“.¹⁶ Sie verweisen damit auf zwei Wege einer Weitergabe von Information: den biologischen Weg auf der Basis von Genen und den kulturellen Weg über soziale Mechanismen wie Lernen und Nachahmung. Zwar sind die kulturellen Erfolge von den biologischen Erfolgen ihrer Träger abgekoppelt; aber mehrere kulturanthropologische Theorien nehmen eine *Koevolution* an.¹⁷ Sie postulieren, daß in eine autonome kulturelle Evolution Mechanismen eingebettet sind, die Kompatibilität der Resultate mit „Vorschriften“ der natürlichen Selektion (im biologischen Sinn) sichern. William Durham beispielsweise sieht als einen solchen Mechanismus tiefliegende biologische Präferenzen, die in menschliches Entscheidungsverhalten eingebaut sind, welches andererseits auch durch kulturelle Selektion gesteuert wird.

Alles Weitere hängt davon ab, wie man die sozialen Prozesse modelliert: Was fungiert als Variation und wie werden Variationen ausgelöst? Welche Selektionsmechanismen beeinflussen die Weitergabe einer kulturellen

¹⁴ Siehe repräsentativ Barkow/Cosmides/Tooby 1992, als erfolgreiche populäre Darstellung Wright 1994, und zuletzt als handbuchartige Übersicht Crawford/Krebs 1998.

¹⁵ Siehe nur die Entschiedenheit der Polemik bei Gould 1997; ders. 1997a, und die Repliken in späteren Ausgaben des „New York Review of Books“.

¹⁶ Vor allem vier ausgearbeitete Versuche sind einflußreich: Cavalli-Sforza/Feldman 1981; Boyd/Richerson 1985; Durham 1991; Sperber 1996.

¹⁷ Besonders prononciert Durham 1991; vgl. Laland/Kumm/Feldman 1995.

Variation? Wieviel an Genauigkeit in der Übertragung eines Sinngelhalts muß man verlangen, um mit Analoga zum biologischen Begriff der Replikation arbeiten zu können?¹⁸ Welche Ebenen der kulturellen Evolution muß man unterscheiden und was fungiert auf jeder dieser Ebenen als ein Element, das der Variation, Selektion und Replikation unterliegen kann? Sind beispielsweise "meme" im Sinn von Richard Dawkins¹⁹ Kandidaten für einen Elementstatus auf einer dieser Ebenen kultureller Evolution? Welche Stabilisierungen sind für selektierte kulturelle Sinngelhalte vorstellbar (Gedächtnis, Dogmatik etc.) und wie wirken diese Stabilisierungen auf den Variationsmechanismus zurück?

Soziologie -- Erneut ein sehr anderes Bild bietet die Soziologie. Für sie gilt auch heute noch Marion Blute's Diagnose von 1979: "Sociocultural Evolutionism: An Untried Theory".²⁰ Zwei Gründe sind zu erkennen. Erstens ist es für eine auf Sozialstrukturen konzentrierte Disziplin schwierig, ein basales Element zu erkennen, das Variationen unterliegt, als Einheit der Selektion fungiert und replikationsfähig ist; zumindest gibt es bisher kaum überzeugende Vorschläge dafür. Zweitens interessiert sich die in der Soziologie seit hundert Jahren dominierende *Differenzierungstheorie* für die Wiederholung von Strukturbildung innerhalb von Systemen. Diese Theorie hat zwar immer enge Beziehungen zur Biologie unterhalten, aber das zugehörige biologische Beispiel war *Entwicklung* und damit (seit J.F. Meckel und K.E. v. Baer) die *Embryologie*, nicht *Evolution*.²¹

Immerhin sind zwei einflußreiche evolutionstheoretische Versuche in der zeitgenössischen Soziologie zu beobachten, die beide kommunikationstheoretisch konzipiert sind. Karl E. Weick faßt Organisationen als informationsverarbeitende Systeme auf, in denen die hintereinandergeschalteten Prozesse des *enactment* (= Variation), der

¹⁸ Manche Theorien zweigen an dieser Stelle ab. Dan Sperber bestreitet die Möglichkeit der Replikation eines kulturellen Elements, da bereits in einem elementaren Akt der Kommunikation nie Identität des Sinngelhalts bei Sender und Empfänger unterstellt werden können. Er spricht deshalb von epidemiologischen oder einflußtheoretischen Modellen, die er aber in eine weit ausgelegte und emphatisch favorisierte neodarwinistische Tradition einordnet. Eine interessante Lösung dieses von Sperber zugespitzten Problems bietet vielleicht der Begriff einer reproduktiven Kontinuität in einer Kette von Elementen (als Substitut für identische Reproduktion), den Ruth Garrett Millikan herausgearbeitet hat (Millikan 1984; 1993).

¹⁹ Siehe Dawkins 1982.

²⁰ Blute 1979.

²¹ Dazu exzellent Gould 1977.

Selektion und der *Retention* zunächst Ambigui-

täten in der Entscheidungsfindung verringern und damit einen Konsens innerhalb der Organisation aufbauen. Die schließlich - zumindest vorübergehend - beibehaltenen Sinngehalte zeichnen Veränderungsmöglichkeiten vor und erlauben damit die Wiedergewinnung von Ambiguitäten.²² Ein theoretisch viel weiter ausgreifendes Programm hat Niklas Luhmann entworfen. Er studiert Evolution am Fall von Gesellschaften und zusätzlich dem ihrer primären Teilsysteme - also Recht, Kunst, Wirtschaft, Wissenschaft, Erziehung, Religion.²³ Der einzelne kommunikative Akt (z.B. Zahlungen in der Wirtschaft, Publikationen in der Wissenschaft) fungiert als Element der Gesellschaft; die Möglichkeit, zu jeder denkbaren Offerte auch *nein* sagen zu können, schafft Variation und damit die Möglichkeit von Evolution. Ob es zu Evolution - im Sinne eines unwahrscheinlichen und zufallsabhängigen Strukturaufbaus - tatsächlich kommt, hängt davon ab, ob und wie die drei evolutionären Mechanismen getrennt sind; bei Luhmann heißen sie Variation, Selektion, Stabilisierung. Diese Frage der Trennbarkeit und der als Resultat von Evolution sich verstärkenden Distanz zwischen den evolutionären Mechanismen bildet bei Luhmann sehr deutlich den Schwerpunkt der Theoriebildung. Das erleichtert die Vernetzung mit der auf Differenzierung zielenden dominanten Tradition der Soziologie, da die zunehmende Trennung evolutionärer Mechanismen im Verhältnis zueinander mit Umbauten in der Differenzierungsform der Gesellschaft zusammenhängt.

Ökonomie -- Das aktivste Experimentierfeld für evolutionäres Denken in den Sozialwissenschaften ist vermutlich die Ökonomie. Die relevanten Anfänge finden sich in der Zeit unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg im Denken Joseph Schumpeters²⁴ und Armen A. Alchians.²⁵ Beide stellen *Handeln unter Ungewißheit* in den Vordergrund. Für Schumpeter beruht Handeln nicht auf einer "adaptiven Reaktion", die aus einer rationalen Beobachtung der gegenwärtigen Situation abgeleitet werden könnte, sondern auf einer "kreativen Reaktion", die auf der Wahrnehmung von Möglichkeiten beruht, für die sie

²² Weick 1979; vgl. Everett 1994.

²³ Siehe zur Gesellschaftstheorie Luhmann 1997, Kap. 3; zu Teilsystemevolutionen Luhmann 1990, Kap. 8; 1993, Kap. 6; 1995, Kap. 6.

²⁴ Siehe Schumpeter 1947.

²⁵ Alchian 1950.

einen wie auch immer gearteten Beweis nicht führen könnte. Erst der eventuell eintretende Erfolg des Handelns *beweist* die Angemessenheit der zugrundeliegenden Wahrnehmungen. Wenn aber Voraussicht unwahrscheinlich ist - so der Ansatz von Alchian - ist Profitmaximierung kein verlässlicher Schlüssel für Handeln. Alchian versucht klarzumachen, daß es für Analysen und Prognosen keinen Unterschied macht, ob man das Handeln von Individuen als überlegt und durchdacht beschreibt oder ob man eine Zufallswahl von Handlungen und Strategien postuliert. Auch bei zufälliger Strategiewahl werden einige Akteure ein Verhalten wählen, das sich als erfolgreich erweist und insofern post hoc als vorausschauend erscheint. Daraus folgert Alchian, daß es instruktiver ist, sich die Entscheidungen und Kriterien des Systems anzusehen als die Entscheidungen der in das System eingebetteten Individuen.²⁶ Insofern bieten sich für beide Autoren Analogien zur Biologie an: Neuerungen in der Form von Firmengründungen, Selektion im Überleben vs. Ausscheiden von Firmen.²⁷

Aus diesen frühen Positionen hat sich ein ungewöhnlich differenziertes Spektrum evolutionärer Ökonomie entwickelt, wenn auch - ähnlich wie in anderen Disziplinen - mit einer konzeptuellen Polarisierung.²⁸ Es gibt soziobiologische Ansätze, die bestimmte Resultate natürlicher Selektion als Voraussetzung für ökonomisches Handeln untersuchen, und es gibt Theorien, die - ausgehend von biologischen Begriffen - nach Analogien oder Abstraktionen suchen, die den Transfer evolutionären Denkens auf ökonomische Sachverhalte erlauben. In diesem letzteren Genre haben 1982 Nelson und Winter mit ihrem "An Evolutionary Theory of Economic Change" die bisher einflußreichste Arbeit zur evolutionären Ökonomie vorgelegt.²⁹ Sie sehen eine Analogie zwischen der Rolle von *Routinen* in Wirtschaftsorganisationen und der von *Genen* in der biologischen Evolution. Unter Routinen verstehen Nelson und Winter relativ dauerhafte Dispositionen und Vorgehensweisen, von

²⁶ Damit ist die Prognosefähigkeit des Ökonomen als eines externen Beobachters nicht in Frage gestellt: "All that is needed by economists is their own awareness of the survival conditions and criteria of the economic system and a group of participants who submit various combinations and organizations for the system's selection and adoption" (ebd. 217).

²⁷ Diese Analogie wird bei Schumpeter dadurch unterminiert, daß er eine Bürokratisierung der kapitalistischen Wirtschaft annimmt.

²⁸ Siehe für zwei Beispiele Witt 1992; ders. 1998.

²⁹ Nelson/Winter 1982.

denen sie behaupten, daß sie vererbbar (d.h. in eine neue Organisationseinheit übertragbar) seien und somit ein Gegenstand von Selektionsprozessen sein können.³⁰ Routinen werden ihrerseits in einem zweistufigen Prozeß variiert und selektiert: Sie kommen vor als operative Merkmale der Organisation und als Routinen höherer Ordnung (Marktanalyse, Operations Research etc.), die die Selektion jener Merkmale bestimmen.

Weitere Disziplinen -- Die vorstehende Skizze läßt sich um viele natur- und humanwissenschaftlichen Disziplinen verlängern, in denen Übertragungen evolutionärer Konzepte in den letzten Jahrzehnten eine bestimmende Rolle gespielt haben. Beispiele liefern:

- Die Durchsetzung einer Selektionstheorie der Immunabwehr in Konkurrenz zu den vorher dominierenden instruktionstheoretischen Modellen;³¹
- der dadurch inspirierte Paradigmawechsel in der synthetischen Chemie, der an die Stelle einer gezielten Synthese von Molekülen die Konkurrenz zufällig gefertigter Moleküle treten läßt;³²
- die große Zahl evolutionstheoretischer Modelle in den Theorien des menschlichen Gehirns und des Bewußtseins;³³
- die evolutionstheoretischen Erklärungsversuche zum Ursprung der Sprache³⁴ und die Debatten um eine genetisch vererbte Universalgrammatik in der Linguistik;
- die Kontroverse über soziobiologische vs. verhaltensökologische Modelle in der Archäologie.³⁵

Nur eines dieser vielen Gebiete soll abschließend noch etwas ausführlicher beschrieben werden, weil ihm wegen seiner von vornherein gegebenen Transdisziplinarität eine wichtige Rolle in dem hier vorgeschlagenen Institut zufallen wird. Es geht um die seit den sechziger Jahren entstehenden *evolutionären Algorithmen*. Sie ergänzen das klassische Methodenrepertoire

³⁰ Vgl. ein in vielem verwandtes Argument für *Regeln* bei Vanberg 1994.

³¹ Siehe Piattelli-Palmarini 1989; Jerne 1985.

³² Siehe den Kongreßbericht Flöhl 1998.

³³ Siehe etwa Edelman 1987; Sperber 1996, 1996a.

³⁴ Siehe für zwei sehr verschiedene Versuche Keller 1994; Pinker 1994.

³⁵ Siehe dazu interessant Boone/Smith 1998.

der Naturwissenschaften, das über Jahrhunderte hinweg experimentelle und analytische Methoden kannte, mit Computersimulationen um eine dritte eigenständige Vorgehensweise. Computersimulationen haben sich gerade bei Simulationen von Evolution als besonders produktiv erwiesen.³⁶ Es wird in ihnen ein bestimmtes Problem vorgegeben, und es werden dann auf der Basis von Zufall Populationen von Lösungen für dieses Problem generiert. Die Lösungen unterliegen Geburts- und Todesprozessen durch Mutation, Replikation, Rekombination und Selektion. Mutation und Rekombination werden als Innovationsmotoren gedeutet, Selektion wird interpretiert als Umwelt-, Heirats- oder Wettkampf-Auslese, die als Sieb wirkt. Moderne Varianten der evolutionären Algorithmen verfügen zudem über Selbstadaptations-Mechanismen für interne Strategieparameter wie Variationsstärke (bzw. Reparaturgenauigkeit) oder epigenetisch verankerte Korrelationen (Polygenie und Pleiotropie), die sich fortlaufend durch kollektives Lernen an die Umgebungsbedingungen (Fitnessfunktion) anpassen können. Evolutionäre Algorithmen haben bereits vielfältige Anwendungen gefunden. Da sie von vornherein auf einer Ebene angesiedelt sind, die Ausgestaltungen für sehr verschiedenartige Systeme erlaubt, sind sie ein wesentlicher Schritt in Richtung auf eine allgemeine Evolutionswissenschaft.

III Aufgabenstellungen für ein Institut für Evolutionswissenschaft

An diese Übersicht schließt sich nun unmittelbar die Schlüsselfrage für dieses Memorandum an:

Warum drängt die skizzierte Situation die Empfehlung auf, ein trans- und interdisziplinäres Institut für Evolutionswissenschaft zu gründen? Welche Defizite liegen vor, die eine institutionelle Abhilfe nahelegen und erfolgversprechend erscheinen lassen?

Den wichtigsten Grund möchten wir wie folgt benennen: Es gibt, was der vorstehende Überblick ansatzweise zeigt, eine Vielzahl einzelner kognitiver Transfers zwischen biologischer Evolutionstheorie und anderen

³⁶

Siehe etwa Fogel et al. 1966; Schwefel 1977; Koza 1992.

wissenschaftlichen Disziplinen und diese Transfers können, wie zuletzt der Erfolg spieltheoretischer Konzepte in der Evolutionsbiologie belegt,³⁷ selbstverständlich in beide Richtungen verlaufen. Aber gleichzeitig werden zwei große Lücken in der gegenwärtigen Forschung sichtbar:

1. *Es fehlt eine transdisziplinäre allgemeine Evolutionstheorie.* Insbesondere mangelt es an einer abstrakteren Ebene der Theorie- und Modellbildung, welche die Logik von Evolutions- und Selektionstheorien³⁸ ohne unmittelbaren Bezug auf einen konkreten Gegenstand der Anwendung untersucht und die sich dafür interessiert, unter welchen Bedingungen die Ideenübertragungen eigentlich empirisch wahrscheinlich, wissenschaftstheoretisch unproblematisch und in ihren Erfolgsbedingungen vielversprechend sind.
2. *Es fehlen laterale Verknüpfungen unter den beteiligten Disziplinen.* Alle genannten Disziplinen stehen in mehr oder weniger engen Beziehungen zur Evolutionsbiologie. Aber auf auffällige Weise sind die Unterfangen in den einzelnen Disziplinen voneinander isoliert, so daß Querverbindungen fehlen und beispielsweise die wechselseitigen Anregungen zwischen evolutionären Kulturtheorien und evolutionärer Ökonomie minimal sind.

Aus dieser Defizitdiagnose ergibt sich unmittelbar die Aufgabenbeschreibung für das vorgeschlagene Institut::

1. ***Entwicklung einer transdisziplinären allgemeinen Evolutionstheorie oder allgemeinen Selektionstheorie.*** In diesem Bereich würde die disziplinäre Zugehörigkeit der einzelnen Forscher vor allem als ein Ausgangspunkt fungieren, von dem her Abstraktionen zu gewinnen sind, die dann - auf der Basis von Respezifikationen - Transfers zu anderen Disziplinen erlauben.
2. ***Theorie- und Modellbildung in den einzelnen Disziplinen.*** Diese Zielsetzung müßte im Institut immer die lateralen Vernetzungen zu verwandten Unterfangen in anderen Disziplinen suchen, um auf diese Weise die Anregungs- und Lernchancen interdisziplinären Kontakts zu optimieren.

³⁷ Siehe jetzt interessant Skyrms 1996.

Es gab in den letzten Jahren vereinzelte institutionelle Initiativen, die in die angedeutete Richtung weisen; zwei seien exemplarisch genannt. Das *Zentrum für interdisziplinäre Forschung (ZIF)* der Universität Bielefeld hat im akademischen Jahr 1991/2 eine Arbeitsgruppe zum Thema "Biological Foundations of Human Culture" zusammengerufen, der eine Reihe bekannter und teilweise auch in diesem Text genannten Forscher angehörten.³⁹ Eine verwandte Initiative - mit allerdings etwas engerem kognitiven Fokus - führte im April 1995 zu einer gemeinsamen Tagung von *Royal Society* und *British Academy* unter dem Titel "Evolution of Social Behaviour Patterns in Primates and Man".⁴⁰ Im englischen Fall haben primär relativ bekannte Forscher Ergebnisse und Positionen vorgetragen, die auch aus anderen ihrer Publikationen bekannt sind. Die ZIF-Veranstaltung läßt deutlicher das Resultat einer Kooperation erkennen, ermöglicht durch die Institution und den verfügbaren Zeitraum von einem akademischen Jahr. In beiden Fällen sind interessante Bücher zustande gekommen, aber die Bände machen vor allem deutlich, daß hier ein Desiderat besteht.

Die von uns vorgeschlagene *Organisation zwischen Trans- und Interdisziplinarität* ist bewusst an die Struktur des "Santa Fe Institute" angelehnt. Dieses Institut hat sich für einen anderen Fragenkomplex (Komplexität, Selbstorganisation) eine Aufgabe vorgenommen,⁴¹ die mit unserem Vorschlag für den Themenkomplex *Evolutionswissenschaft* eng verwandt ist. Bevor wir die Struktur des vorgeschlagenen Instituts näher skizzieren, seien in Form einer (sicher unvollständigen) Liste einige Probleme wiederholt oder neu genannt, die zu den Leitfragestellungen eines Instituts für Evolutionswissenschaft gehören könnten.

1. Modellierung kontinuierlichen vs. diskontinuierlichen Wandels. In der Biologie hat dies unter dem Titel "punctuated equilibria" eine große Rolle gespielt, ist aber für viele andere Disziplinen ähnlich relevant.
2. Was bedeutet der Begriff der *Replikation* in verschiedenen Disziplinen und welche Analoga gibt es zu ihm?

³⁸ Vgl. zu Selektionstheorien Darden/Cain 1989.

³⁹ Siehe als Veröffentlichung der Resultate Weingart et al. 1997.

⁴⁰ Siehe die Vorträge in Runciman/Maynard Smith/Dunbar 1996.

⁴¹ Siehe als einen journalistischen Überblick Waldrop 1992.

3. Ähnlich die Frage nach dem Begriff der *Adaptation* oder *Anpassung* und damit nach der jeweils selektiv relevanten Umwelt.
4. Läßt sich mit einem evolutionstheoretischen Denkraum eine zwanglose Rechtfertigung funktionalistischen Denkens durchführen und was heißt Funktionalismus in verschiedenen Disziplinen?
5. Die Arbeit an einer allgemeinen Theorie der Hierarchie evolutionärer Ebenen.
6. Gibt es Makrotrends der Evolution über die Verschiedenheit von Systemen und Systemtypen hinweg?
7. Die Rechtfertigung und die genaue Bestimmung des Begriffs des Zufalls.
8. Die Überwindung der Trennung von soziobiologischen vs. auf Analogien aufbauenden Denkansätzen. Welche Rolle spielt dabei der Begriff der Koevolution?
9. Die Vernetzung evolutionären Denkens mit der Ungleichgewichtsthermodynamik und mit Theorien der Selbstorganisation.

IV Struktur des Instituts für Evolutionswissenschaft

Der folgende Vorschlag sieht eine Säulenstruktur für das Institut vor. Wir haben zunächst einmal vier Säulen entworfen, die entlang von Problemstellungen und disziplinären Schwerpunkten konzipiert sind. Keiner der Säulen soll ein herausgehobener Status im Sinne einer Grundlagenfunktion für die anderen zugeschrieben werden. Also wiederholen sich in allen Säulen dieselben Leitfragestellungen und Erwartungen an die in ihnen Beteiligten:

1. Transdisziplinäre Arbeit an einer allgemeinen Evolutionstheorie. Arbeit an der Frage, wo der Stellenwert des Evolutionskonzepts in der Wissenschaft der modernen Gesellschaft liegt.
2. Interesse an der evolutionstheoretischen Modellierung konkreter Probleme, die in disziplinären Termini spezifiziert sind oder auch so formuliert sind, daß sie die Perspektiven mehrerer Disziplinen übergreifen.

3. Interesse an lateralen Transfers zwischen Disziplinen, die über die klassischen Zweierbeziehungen zwischen der Biologie und je einer anderen wissenschaftlichen Disziplin hinausgehen.

Unsere Zielvorstellung für das Institut besagt natürlich nicht, daß am Ende eine einheitliche Antwort auf die Frage nach dem Stellenwert von Evolution stehen wird. Es geht vielmehr gerade darum, daß das Institut das gesamte Bedeutungsspektrum evolutionären Denkens, das derzeit präsent ist, verfügbar macht und im Dialog verschiedener Perspektiven füreinander instruktiv werden läßt.

Säule I: **Biologie**

- Theoretische Grundlagen der Evolutionsbiologie
- Bezug zwischen genetischer und phänotypischer Evolution
- Funktion epigenetischer Prozesse
- Evolution von Verhalten und physiologischen Mechanismen
- Koevolution

Fragen:

- Welcher Verfeinerungen bedarf das Konzept der evolutionären Anpassung im Kontext sozialer und intragenomischer Interaktionen?
- Wie lassen sich phänotypische Methoden der evolutionären Spieltheorie auch im Rahmen der Evolutionsgenetik begründen und mit der Theorie der "kin selection" verknüpfen?
- Welche Auswirkungen haben intragenomische Konflikte auf das "evolutionäre Design" von Organismen?
- Wie wirken genetische und epigenetische Vererbungsprozesse zusammen?
- Wie läßt sich der Dialog zwischen Biologie und Sozialwissenschaften vertiefen, wenn man die Epigenetik ernsthaft berücksichtigt?

Disziplinen: Biowissenschaften

Säule II: **Kognition**

- Grundlagen intelligenten Verhaltens
- Mechanismen symbolischer und subsymbolischer Informationsverarbeitung
- Entwicklung der Sprache und deren Rolle bei der Repräsentation und Weitergabe von Wissen
- Vergleichende Untersuchung menschlicher und nichtmenschlicher Kognition und ihrer repräsentationalen Strukturen

Fragen:

- Was sind evolutionäre Entstehungsbedingungen von Informationsverarbeitung?
- Welchen adaptiven Wert haben verschiedene Typen von informationsverarbeitenden Systemen?
- Wie ist das Zusammenwirken von ererbten repräsentationalen Strukturen und den Mechanismen des individuellen Sprach- und Wissenserwerbs?
- Auf welche Weise lassen sich evolutionstheoretische Modelle in der Beschreibung kognitiver Prozesse anwenden?

Disziplinen: Kognitions- und Verhaltenswissenschaften

Säule III: **Gesellschaft**

- Evolution von gesellschaftlichen Strukturen und Prozessen
- Evolution kollektiven Wissens, der Semantiken und der Kultur
- Ästhetik, Design und Technologien als evolutionäre Prozesse

Fragen:

- Wie sieht ein basales Element der gesellschaftlichen Evolution aus und wie unterscheidet es sich von relevanten Einheiten kultureller Evolution? Wie kann man diese verschiedenen Konzeptualisierungen desselben Gegenstandes vergleichen und füreinander fruchtbar werden lassen?

- Wo eigentlich findet gesellschaftliche Evolution statt? Auf der Ebene des Gesellschaftssystems oder vor allem in den leichter abgrenzbaren Teilsystemen der Gesellschaft wie Ökonomie, Wissenschaft und Recht? Sind also separate Evolutionstheorien für Gesellschaft, Ökonomie, Recht, Politik, etc. erforderlich und wie koordiniert man diese untereinander?

Disziplinen: Gesellschafts-, Kultur- und Wirtschaftswissenschaften

Säule IV: **Modellierung, Simulation, transdisziplinäre Theoriebildung**⁴²

- Evolutionäre Algorithmen in der (subsymbolischen) Wissensverarbeitung
- Mathematische und simulative Modellierung evolutionärer Prozesse
- Epistemologie evolutionären Denkens

Fragen:

Wie können die evolutionären Algorithmen (EA) für die Modellierung komplexer realer Phänomene so eingesetzt werden, daß durch die notwendige Vereinfachung das Wesentliche der ihnen innewohnenden Mechanismen herausgeschält werden kann?

Können die Simulation adaptiven Verhaltens und der Modellierungsansatz "Künstliches Leben" in eine allgemeine Modellierung evolutionärer Prozesse einmünden?

Läßt sich eine neue Wissenschaftstheorie evolutionären Denkens entwickeln?

Disziplinen: Informatik, Mathematik, Wissenschaftstheorie, Philosophie

⁴² Die Tatsache, daß Transdisziplinarität in dieser Säule IV gewissermaßen als Spezialisierung vorkommt, ändert nichts daran, daß die transdisziplinäre Arbeit an einer allgemeinen Evolutionswissenschaft alle an der Arbeit des Forschungszentrums Beteiligten einschließt. Es geht hier in IV nur darum, daß diese Art von transdisziplinären Interessen in der gegenwärtigen Wissenschaftslandschaft auch als Spezialisierung vertreten wird und daß Personen mit Arbeitsschwerpunkten dieser Art nicht von vornherein ausgeschlossen werden sollen.

Literatur

- Alchian, Armen A., 1950: Uncertainty, Evolution, and Economic Theory. *Journal of Political Economy* 58, 211-221.
- Baldwin, James Mark, 1909: *Darwin and the Humanities*. Reprint New York: AMS Press 1980.
- Barkow, Jerome H. / Cosmides, Leda / Tooby, John (Hg.), 1992: *The Adapted Mind. Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*. New York: Oxford U.P.
- Blute, Marion, 1979: Sociocultural Evolutionism: An Untried Theory. *Behavioral Science* 24, 46-59.
- Boone, James L./Smith, Eric Alden, 1998: Is It Evolution Yet? A Critique of Evolutionary Archaeology. *Current Anthropology* 39, Supplement, S141-S173.
- Boyd, Robert / Richerson, Peter J., 1985: *Culture and the Evolutionary Process*. Chicago und London: Univ. of Chicago Press.
- Campbell, Donald T., 1965: Variation and Selective Retention in Socio-Cultural Evolution. S. 19-49 in: Herbert R. Barringer et al. (Hg.), *Social Change in Developing Areas*. Cambridge, Mass.: Schenkman Publishing.
- Campbell, Donald T., 1970: Natural Selection as an Epistemological Model. S. 51-85 in: Raoul Naroll/Ronald Cohen (eds.), *A Handbook of Method in Cultural Anthropology*, Garden City, New York.
- Campbell, D. T., 1973: Ostensive Instances and Entitativity in Language Learning. S. 1043-1057 in: W. Gray/N. D. Rizzo (eds.), *Unity Through Diversity. A Festschrift for Ludwig von Bertalanffy, Pt. II*, New York/London/Paris.
- Campbell, Donald T., 1988: *Methodology and Epistemology for Social Science*. Chicago: Univ. of Chicago Press.
- Campbell, Donald T. / Paller, Bonnie T., 1989: Extending Evolutionary Epistemology to "Justifying" Scientific Beliefs (A Sociological Rapprochement with a Fallibilist Perceptual Foundationalism). S. 231-257 in: Kai Hahlweg/C.A. Hooker (Hg.), *Issues in Evolutionary Epistemology*. Albany: State University of New York Press.
- Campbell, Donald T., 1991: A Naturalistic Theory of Archaic Moral Orders. *Zygon* 26, 91-114.
- Cavalli-Sforza, Luigi L. / Feldman, Marcus W., 1981: *Cultural Transmission and Evolution*. Princeton N.J.
- Crawford, Charles/Krebs, Dennis L (Hg.), 1998: *Handbook of Evolutionary Psychology. Ideas, Issues, and Applications*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Darden, Lindley / Cain, Joseph A., 1989: Selection Type Theories. *Philosophy of Science* 56, 106-129.
- Dawkins, Richard, 1982: *The Extended Phenotype: The Gene as the Unit of Selection*. San Francisco.
- Dawkins, Richard, 1997: Human Chauvinism. *Evolution* 51, 1015-1020.
- Dennett, Daniel, 1998: Comment, *Current Anthropology* 39, 157-158.
- Depew, David J. / Weber, Bruce H., 1997: Darwinism Evolving. *Systems*

- Dynamics and the Genealogy of Natural Selection. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Durham, William H., 1991: *Coevolution. Genes, Culture, and Human Diversity*. Stanford: Stanford U.P.
- Edelman, Gerald M., 1987: *Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection*. New York: Basic Books.
- Eldredge, Niles, 1985: *Unfinished Synthesis. Biological Hierarchies and Modern Evolutionary Thought*. New York/Oxford.
- Everett, James L., 1994: Communication and Sociocultural Evolution in Organizations and Organizational Populations. *Communication Theory* 4, 93-110.
- Flöhl, Rainer, 1998: Chemiker setzen auf Variation und Selektion. Repertoire wahllos gefertigter Moleküle verdrängt gezielte Synthese. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 30. September, N1-N2.
- Fogel, L.J./Owens, A.J./Walsh, M.J., 1966: *Artificial Intelligence through Simulated Evolution*. New York: Wiley.
- Gould, Stephen Jay, 1977: *Ontogeny and Phylogeny*, Cambridge, Mass.: Harvard U.P.
- Gould, Stephen Jay, 1982: Darwinism and the Expansion of Evolutionary Theory. *Science* 216, 380-387.
- Gould, Stephen Jay, 1997: Darwinian Fundamentalists. *The New York Review of Books* 44, H. 10, 12. Juni, 34-37.
- Gould, Stephen Jay, 1997a: Evolution: The Pleasures of Pluralism. *The New York Review of Books* 44, H. 11, 26. Juni, 47-52.
- Hull, David L., 1988: *Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science*. Chicago und London.
- Jerne, Niels K., 1985: The Generative Grammar of the Immune System. *Science* 229, 1057-1059.
- Keller, Rudi, 1994: *Sprachwandel*. 2. Aufl. Tübingen und Basel: Francke.
- Koza, J.R., 1992: *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. Cambridge: MIT-Press.
- Laland, Kevin N. / Kumm, Jochen / Feldman, Marcus W., 1995: Gene-Culture Coevolutionary Theory. A Test Case. *Current Anthropology* 36, 131-156.
- Luhmann, Niklas, 1990: *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, Niklas, 1993: *Das Recht der Gesellschaft*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Luhmann, Niklas, 1995: *Die Kunst der Gesellschaft*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Luhmann, Niklas, 1997: *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Bd. 1-2. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Mayr, Ernst, 1983: *The Growth of Biological Thought*. Cambridge, Ma.: Belknap.
- Millikan, Ruth Garrett, 1984: *Language, Thought, and Other Biological Categories. New Foundations for Realism*. Cambridge, Mass.: MIT-Press.
- Millikan, Ruth Garrett, 1993: *White Queen psychology and other essays for*

Alice. Cambridge: MIT-Press.

Nelson, Richard R. / Winter, Sidney G., 1982: An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, Mass.: Harvard U.P.

Piattelli-Palmarini, Massimo, 1989: Evolution, Selection, and Cognition: From 'Learning' to Parameter Setting in Biology and in the Study of Language. *Cognition* 31, 1-44.

Pinker, Steven, 1994: The Language Instinct: The New Science of Language and Mind. London: Lane.

Runciman, W.G. / Smith, John Maynard / Dunbar, R.I.M. (Hg.), 1996: Evolution of Social Behaviour Patterns in Primates and Man (= Proceedings of the British Academy 88). Oxford: Oxford U.P.

Schumpeter, Joseph A., 1947: The Creative Response in Economic History. *The Journal of Economic History* 7, 149-159.

Schwefel, H.-P., 1977: Numerische Optimierung von Computermodellen mittels der Evolutionsstrategie. Basel: Birkhäuser.

Skinner, B.F., 1981: Selection by consequences. *Science* 213, 501-504.

Skyrms, Brian, 1996: Evolution of the Social Contract. Cambridge: Cambridge U.P.

Sperber, Dan, 1996: Explaining Culture. A Naturalistic Approach. Oxford: Blackwell.

Sperber, Dan, 1996a: Learning to pay Attention: How a Modular Image of the Mind can help to explain Culture. *Times Literary Supplement* 21. Dezember, 14-15.

Stichweh, Rudolf, 1996: Variationsmechanismen im Wissenschaftssystem der Moderne. *Soziale Systeme* 2, 73-89.

Toulmin, Stephen, 1972: Human Understanding. Bd. 1. Oxford: Clarendon Press.

Toulmin, Stephen, 1981: Evolution, Adaptation, and Human Understanding. S. 18-36 in: Brewer, Marilyn B./Collins, Barry E. (eds.), *Scientific Inquiry and the Social Sciences: A Volume in Honor of David T. Campbell*. San Francisco.

Vanberg, Viktor J., 1994: Rules and Choice in Economics. London/New York: Routledge.

Vrba, Elisabeth S. / Gould, Stephen Jay, 1986: The Hierarchical Expansion of Sorting and Selection: Sorting and Selection cannot be Equated. *Paleobiology* 12, 217-228.

Waldrop, M. Mitchell, 1992: Complexity. The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos. New York: Simon and Schuster.

Weick, Karl E., 1979: The Social Psychology of Organizing. 2. Aufl. Reading, Mass.

Weingart, Peter et al. (Hg.), 1997: Human by Nature. Between Biology and the Social Sciences. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.

Wilson, David Sloan, 1989: Levels of Selection: An Alternative to Individualism in Biology and the Human Sciences. *Social Networks* 11, 257-272.

Witt, Ulrich, 1992: Evolution as the Theme of a New Heterodoxy in Economics.

S. 3-20 in: Ders. (Hg.), Explaining Process and Change. Approaches to Evolutionary Economics. Ann Arbor: The University of Michigan Press.

Witt, Ulrich, 1998: Evolutionary Economics and Evolutionary Biology. in: P. Koslowski (Hg.), Developmental Systems, Competition and Cooperation in Sociobiology and Economics. Berlin: Springer (i.E.).

Wright, Robert, 1994: The Moral Animal. Evolutionary Psychology and Everyday Life. New York: Vintage Books.