SSOAR

Open Access Repository
www.ssoar.info

KI-Modellierung in den Sozialwissenschaften

Manhart, Klaus

Veröffentlichungsversion / Published Version
Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:
Manhart, K. (1991). KI-Modellierung in den Sozialwissenschaften. *Künstliche Intelligenz*, *5*(2), 32-40. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-52634

Nutzungsbedingungen:
Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:
This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.
By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

gesis Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

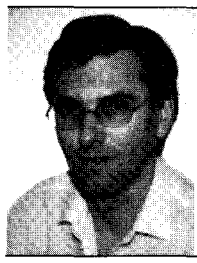
KI-Modellierung in den Sozialwissenschaften

Klaus Manhart

Ausgehend von der fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen KI und kognitiver Psychologie wird in diesem Artikel für eine Ausweitung der KI-Modellierung auf die gesamten Sozialwissenschaften argumentiert. Die KI könnte eine Vermittlerrolle zwischen natur- und geisteswissenschaftlich ausgerichteter Forschung einnehmen, die Nachteile der traditionellen Computermodellierung aufheben und der Theoriebildung in den Sozialwissenschaften neue, vielleicht entscheidende Impulse vermitteln. Hinweise zur Realisierung solcher Modelle werden am Schluß zusammen mit einigen Beispielen diskutiert.

Der KI-orientierte Ansatz innerhalb der Psychologie versucht, Computerprogramme zu entwickeln, die menschliches Denken und Verhalten auf einer symbolischen Ebene nachahmen oder simulieren. Die zentrale Intention dieser Richtung besteht darin, aus Software-Strukturen von erfolgreich arbeitenden Programmen Rückschlüsse zu ziehen auf Mental- und Verhaltensstrukturen bei Menschen.

Hinter der KI-orientierten Forschung steht die Annahme, daß das kognitive System von Menschen als Informationsverarbeitungssystem verstanden werden kann, das sich auf Digitalcomputer abbilden läßt. Philosophisch unterliegt dieser Arbeitshypothese die sogenannte „Computermetapher", nach der die



Klaus Manhart ist Mitarbeiter am Institut für Soziologie an der Universität München und promoviert über „Theorien als wissensbasierte Computerprogramme" am Institut für Statistik und Wissenschaftstheorie.

elementaren Prozesse, die der menschlichen Informationsverarbeitung zugrunde liegen, denen bei Computern entsprechen. Mensch und Computer werden beide als Instanzen einer abstrakten Gattung sogenannter „physikalischer Symbolsysteme" betrachtet. Die physikalische Symbolsystem-Hypothese besagt, daß ein solches System die notwendigen und hinreichenden Mittel besitzt für eine allgemeine intelligente Tätigkeit (Newell/Simon 1976).

Der positive Einfluß der KI-Forschung und des Informationsverarbeitungs-Modells auf Teile der Psychologie, insbesondere die kognitive Psychologie, ist unbestritten. Auf keinem anderen Gebiet ist die theoretische Entwicklung so eng verknüpft mit KI-Modellen und -konzepten wie in diesem Zweig der Psychologie: Die Begriffsbildung in der kognitiven Psychologie ist geprägt vom KI-Ansatz (zum Beispiel Problemlösungsprozesse), Theorien liegen als Computerprogramme vor (zum Beispiel EPAM von Feigenbaum, siehe unten) und die Theorienbildung wird entscheidend von symbolischen Computermodellen angeregt (zum Beispiel Theorien über Schemata oder propositionelle Repräsentationen, Wessels 1984). Wenig verstandene kognitive Strukturen lassen sich mit den in den Programmen realisierten Mechanismen besser verstehen. Ohne die KI und die Begründer der kognitiven Simulation, Newell und Simon, sähe die Psychologie heute anders, ärmer aus.

Die Sicht- und Verwendungsweise des Computers als Symbolverarbeitungsmaschine in der kognitiven Psychologie unterscheidet sich grundsätzlich von anderen Teilen der Psychologie und der übrigen Sozialwissenschaften. Hier werden Computer in erster Linie als „number cruncher" für statistische Analysen oder die Berechnung numerischer Modelle verwendet. Bevor auf das Potential der KI-Modellierung für die Sozialwissenschaften insgesamt eingegangen wird, möchte ich kurz auf die gegenwärtige Art der Theorie- und Modellbildung eingehen und die Rolle, die der Computer dabei spielt.

Formalisierung und Computermodellierung in den Sozialwissenschaften

In den Sozialwissenschaften gibt es verschiedene Theorie- und Modellbegriffe, die aus dem Gegensatz zwischen natur- und geisteswissenschaftlich orientierter Forschung resultieren. Versteht man unter einer Theorie eine Menge miteinander verknüpfter gesetzesartiger Aussagen zur Erklärung und Voraussage empirischer Phänomene, so besteht zwischen Natur- und Sozialwissenschaften kein grundsätzlicher Unterschied. Ich möchte mich dieser weitverbreiteten Auffassung anschließen. Liegt eine Theorie formalisiert vor – sei es mathematisch oder als Computerprogramm – so spricht man von einem Modell. Der Modellbegriff wird al-

lerdings noch im Sinn einer einfachen Abbildung empirischer Phänomene verwendet ohne theoretischen Gehalt, bei dem der Ordnungszweck und nicht der Erklärungszweck überwiegt. Man sollte deshalb zwischen theoretischen Modellen und empirischen Modellen unterscheiden, wobei man sich beide Typen als Endpunkte eines Kontinuums vorstellen kann (Mayntz 1967a, S. 15). Das Gefangenendilemma ist beispielsweise ein einfaches empirisches Modell für bestimmte soziale Konfliktsituationen: es enthält keine theoretischen Aussagen, sondern spiegelt lediglich eine empirische Konfliktsituation in Form einer Matrix wider. Im Gegensatz dazu ist die Formalisierung von Homans Gruppentheorie durch den späteren KI-Pionier Simon (1952) ein theoretisches Modell. Es enthält nämlich allgemeine Aussagen etwa der Art „Wenn Personen interagieren, gewinnen sie Zuneigung zueinander", die als System von Differentialgleichungen formalisiert sind.

Die „klassische" Form psychologischer und sozialwissenschaftlicher Theorien sind natürlichsprachliche Texte: Essays, die versuchen, allgemeine Prinzipien empirischer Phänomene aufzustellen. Theoretische Aussagen in natürlicher Sprache haben einige erhebliche Nachteile: sie sind vage, ambig; es ist oft unklar, was eigentlich gesagt werden soll, welche Zusammenhänge postuliert werden sollen und welche logischen Folgerungen sich ergeben. Empirisch gehaltvolle Theorien können in unreflektiert-umgangssprachlicher Weise schlecht konstruiert werden.

Die Verwendung der natürlichen Sprache als Theoriesprache wird von einigen Autoren dann auch als Ursache für das Nachhinken dieser Disziplinen hinter den Naturwissenschaften erklärt. Psychologie und Sozialwissenschaften haben eben ihre Sprache noch nicht gefunden (vergleiche Kobsa 1986, S. 126). Der Erfolg der Physik begann schließlich mit dem Differential- und Integralkalkül, der der Chemie mit der chemischen Formelsprache. Offensichtlich ist es so, „daß erst die formalen Kunstsprachen uns die Mittel dafür bereitstellen, genau zu sagen, was wir eigentlich meinen" (Stegmüller 1973, S. 14). Aber welche ist in den Sozialwissenschaften angebracht?

In den fünfziger und sechziger Jahren begannen einige Humanwissenschaftler die Naturwissenschaften zu imitieren. Die Folge war eine Welle der Mathematisierung in Form von Wahrscheinlichkeitsmodellen, mathematischen Lerntheorien oder formalen Gruppenmodellen. Simons (1957) Aufsatzsammlung „Models of Man" zum Beispiel war eine bahnbrechende Arbeit über die Formalisierung sozialer Prozesse. Insbesondere mit dem Aufkommen von Computersimulationen sahen auch Sozialwissenschaftler die Möglichkeit, durch die Nachbildung komplexer Systeme auf Maschinen bessere Einsicht in die Mechanismen sozialer Phänomene zu bekommen. In der breiten Öffentlichkeit bekanntgewordene Simulationsprogramme waren etwa die Entwicklungs- und Weltmodelle von Meadows und Global 2000 (Grenzen des Wachstums/Club of Rome). Andere typische Computermodelle, die etwa über Markov-Prozesse, Regressions- oder Differentialgleichungen definiert wurden, finden sich in Mayntz (1967), Harbordt (1974b) und, technisch sehr detailliert, in Troitzsch (1990). Zweifellos hatte die Verwendung von Computern bei der Modellbildung eine Fülle von Vorzügen:

- Die Modelle mußten explizit gemacht, quantifiziert, in eine exakte Sprache übersetzt und vollständig spezifiziert werden;
- Mit den Modellen konnte ungehindert experimentiert werden, neue Hypothesen und Implikationen konnten erforscht und generiert werden, „Was wäre wenn" Scenarios ließen sich realisieren;
- Komplexe Modelle ließen sich anschaulich darbieten und für Lehr- und Ausbildungszwecke einsetzen.

Neben diesen Vorzügen hatte diese neue Art der Modellierung aber auch einschneidende Nachteile. Da die Computersimulation tief im naturwissenschaftlichen, quantitativen Denken verwurzelt war, mußten die Modelle vollständig in das Korsett von numerischen Programmen gepreßt werden. Alternativen zur Sichtweise des Computers als Zahlen- und Arithmetik-Maschine waren nicht bekannt oder wurden als nicht relevant erachtet.

Kritiker haben bemängelt, daß weite Teile der Sozialwissenschaften sich blind die Naturwissenschaften – insbesondere die Physik – zum Vorbild gemacht, und deren Methoden in Computermodellen nachgebildet haben. Weizenbaum deutet dies ironisch an:

„Like sociology too, psychology mistook the most superficial property of physics, its apparent preoccupation with numbers and mathematical formulas, for the core that makes it a science. Large sections of psychology therefore tried to become as mathematical as possible, to count, to quantify, to identify its numbers with variables (preferably ones having subscripted Greek letters), and to manipulate its newfound variables in systems of equations (preferably differential equations) and in matrices just as the physicists do" (Weizenbaum 1976, S. 159).

Ein Großteil sozialwissenschaftlich relevanter Variablen verschließt sich der Quantifizierung oder läßt dies nur unter beträchtlichem und fragwürdigem Aufwand zu. Der Zwang zur Quantifizierung hat zur Folge, daß wichtige Variable entweder nicht in das Modell aufgenommen werden können oder auf brachiale Weise in numerische Variablen und Parameter umgesetzt werden. Durch die – oberflächlich präzise – Abbildung in Zahlen und Gleichungssysteme täuschen numerisch orientierte Modelle oft eine Genauigkeit vor, die der empirische Gegenstand nicht hergibt. Vorhersagen auf der Basis statistischer Modelle sind beschränkt auf eine Als-ob-Welt, die keine reellen Strukturen abbilden und kaum geeignet sind, Einsicht und Erklärungsmuster für soziale Phänomene zu liefern:

„Do these models and software really tell social scientists or economists anything about reality? They can predict only what happens in a pretend world where the average person has a cheeseburger for lunch 3,23 days a week and gets a headache 2,3 days a week. He only spends 8,5 afternoons a month with his 2,639 kids, but that's up from 7,2 because of ult male unemployment and the increase in male single parents." (Schank/Childers 1984, S. 218).

Der Vorwurf der Beschränktheit, Inadäquatheit und mangelnden empirischen Relevanz trifft die Computermodellierer also vor allem deshalb, weil diese zu sehr vom quantitativ-naturwissenschaftlichen Denkmodell infiziert sind.

Die zwei Sozialwissenschaften und die Rolle der KI

Dem eben angesprochenen quantitativen Paradigma innerhalb der Sozialwissenschaften steht eine breite geisteswissenschaftliche Strömung gegenüber, die dem Vorwurf einer Imitation der Naturwissenschaften nicht ausgesetzt ist, aber mit anderen Mängeln konfrontiert ist. Beide Positionen stehen sich unvereinbar gegenüber und waren in der Vergangenheit immer wieder Gegenstand heftiger Kontroversen,

in den sechziger Jahren etwa in Form des Positivismusstreits.

Während die eine Gruppe versucht nach naturwissenschaftlichem Vorbild Modelle zur Erklärung und Prognose sozialen Verhaltens zu generieren, argumentiert die zweite Gruppe, daß die Methoden der Humanwissenschaften gänzlich verschieden sein müssen von Fächern wie Physik oder Biologie. Menschen sind keine Atome oder Ratten, die nach naturwissenschaftlichen Gesetzen handeln oder auf Reize blind reagieren, sondern sie interpretieren die Welt und geben ihr einen Sinn. Menschen handeln in Abhängigkeit von ihrer Interpretation der Welt. Menschliches Verhalten kann deshalb nicht genauso erklärt werden wie das Verhalten eines Planetensystems durch die Newtonsche Mechanik erklärt wird, sondern menschliches Verhalten muß interpretiert werden.

Es soll hier nicht für die eine oder andere dieser beiden Positionen argumentiert werden. Mir scheint aber, daß die naturwissenschaftlich orientierte Richtung insofern im Recht ist als alles, was Wissenschaft genannt wird, einige fundamentale Prinzipien beachten muß – beispielsweise sollte jede Disziplin eine möglichst klare, exakte Sprache zur Theoriekonstruktion verwenden. Wie oben angedeutet, mißlingt es diesem Paradigma aber oft, das spezifisch menschliche adäquat in ihren Modellen abzubilden: Der Behaviorismus und seine Varianten ignoriert nicht-beobachtbare kognitive Prozesse – die so entscheidend für menschliches Verhalten sind – und reduziert Menschen auf Stimulus-Response-Automaten. Reduktionistische Ansätze, die menschliches Verhalten auf elementare – eventuell biologische – Prozesse zurückführen, können höhere Prozesse wie Problemlösen oder Gruppeninteraktion nicht erklären. Im Gegensatz dazu sind Ansätze, die mehr in der Tradition der Geisteswissenschaft stehen, wie Psychoanalyse oder Symbolischer Interaktionismus, zwar „menschlichere" Modelle, schlagen aber zweifellos fehl, wenn man sie unter dem Aspekt betrachtet, daß auch humanwissenschaftliche Modelle erklärungskräftige und präzise Theorien entwickeln sollten, die wissenschaftstheoretischen Standards genügen.

Die KI könnte nun einen Ausweg aus diesem Dilemma bieten und einen mächtigen und nützlichen Einfluß auf die Forschungsmethodologie der Humanwissenschaften ausüben. Der Grund ist, daß die KI – metaphorisch gesprochen – zwischen diesen beiden Positionen liegt und fähig ist, beide zu integrieren und zusammenzuführen. Sie folgt einerseits dem naturwissenschaftlichen Ideal der präzisen Entwicklung erklärungsfähiger Modelle und betrachtet andererseits kognitive und Verhaltensaspekte auf einer symbolischen, nicht-quantitativen Ebene, die geisteswissenschaftliche Sichtweisen begünstigt. KI-Modelle und -Methoden spiegeln somit spezifisch menschliche Aspekte besser wider als Methoden und Modelle, die an den Naturwissenschaften orientiert sind. So betont auch Boden das Potential der KI "... for counteracting the dehumanizing influence of natural science" (Boden 1987, S. 4). Die KI liegt damit näher an der humanistischen Perspektive, aber unterscheidet sich von dieser Position mit ihren ungenauen Methoden, indem sie eher naturwissenschaftlichen Wissenschaftskriterien genügt. Sie macht es deshalb möglich, zwei an sich schlecht vereinbare Gegensätze – das Präzise und das Menschliche – zusammenzubringen und könnte zu mächtigeren, exakteren und „humanistischeren" Theorien menschlichen Verhaltens führen.

Was die KI den theoretischen Sozialwissenschaften konkret anbieten könnte

Mit KI-Modellen oder dem KI-Ansatz bei der Computermodellierung meine ich Computerprogramme, bei deren Implementierung man sich vorwiegend der Werkzeuge, Methoden und Techniken der KI bedient. Diese Modelle sind typischerweise in KI-Sprachen wie Lisp, Prolog oder höheren Entwicklungswerkzeugen geschrieben (zum Beispiel Kee) und bedienen sich bestimmter Wissensrepräsentations- oder Planungstechniken. Für einen Überblick über diese Techniken vergleiche beispielsweise Rich (1983) oder, technisch weniger detailliert, Boden (1987).

Wir wollen nun die spezifischen Vorzüge KI-basierter Modelle im Vergleich zu traditionellen Modellen diskutieren und zeigen, wie deren Beschränkungen erweitert und überwunden werden können.

Der vordergründigste Nutzen des KI-Ansatzes liegt darin, daß KI-Methoden und -Techniken den Computermodellierer endlich davon befreien, seine Modelle vollständig in quantitative Aussagen pressen zu müssen. Wie oben angedeutet, ist eine ausschließlich numerisch orientierte Modellierung in den Sozialwissenschaften problematisch und oft nicht angebracht.

KI-Modelle können dagegen neben quantitativen Daten vor allem auch mit qualitativer, semantischer Information arbeiten und so zu einer adäquateren Modellbildung beitragen. Typisch für soziale Phänomene sind ja gerade qualitative, strukturelle Informationen, die sich nicht in das numerische Korsett zwängen lassen:

„Like other behavioral scientists who are expressing their theories in IPL-V (IPL-V ist eine nicht mehr gebräuchliche lispähnliche Symbolverarbeitungssprache, Anmerkung des Verfassers) in order to learn about human processes by simulating them on a digital computer, we are reducing complex social behavior to symbol-manipulating processes. Even in this brief outline of our program it should be obvious that we, too, have found IPL-V particularly appropriate for operationalizing our model" (Gullahorn/Gullahorn 1963, S. 385).

Die Implementierung von Computermodellen muß damit nicht mehr gleichbedeutend mit Quantifizierung sein, sondern es lassen sich semantische Informationen hinzufügen beziehungsweise zum dominierenden Prinzip machen. Damit können sowohl neue, mächtige Modelle entwickelt werden als auch bestehende qualitative Theorien präzisiert und dem Computerparadigma mit all seinen Vorzügen zugeführt werden. Die KI fördert somit die Befreiung vom Zwang zur Quantifizierung und gleichzeitig den Ansatz einer „soften" Computermodellierung, in der die typischen humanwissenschaftlichen Aspekte besser berücksichtigt werden können als in rein numerischen Modellen.

Ein zweiter, unmittelbar damit zusammenhängender Vorteil des KI-Ansatzes ist, daß KI-Modelle nicht den Restriktionen numerisch orientierter Modelle ausgesetzt sind. Vielen traditionellen Modellen unterliegen nämlich mathematisch-statistische Annahmen, die in der Realität selten erfüllt sind. Beispielsweise verlangen viele statistische Verfahren, daß die unterliegenden Variablen intervallskaliert sind, was bei den wenigsten sozialwissenschaftlich relevanten Variablen der Fall ist. Bei KI-Modellen ist man Restriktionen dieser Art nicht ausgeliefert; man kann freier, detaillierter und flexibler modellieren als

mit den traditionellen Mitteln. Dies führt dazu, daß KI-Modelle empirische Phänomene adäquater und inhaltsreicher abbilden können als rein numerische Modelle. Der Komplexität von Modellen sind damit kaum mehr Grenzen gesetzt.

KI-Techniken bieten darüber hinaus die Möglichkeit, nicht exaktes „fuzzy" Wissen miteinzubeziehen. Dies hat gerade für die Sozialwissenschaften große Bedeutung, da das theoretische Wissen auf diesem Gebiet gegenwärtig oft unscharf und verschwommen ist.

Ein dritter Vorzug des KI-Ansatzes liegt darin begründet, daß KI-Modelle im allgemeinen eine wesentlich offenere Architektur ermöglichen. Traditionelle Modelle sind für Nicht-Spezialisten ziemlich undurchsichtig, weil die dem Modell unterliegenden Annahmen zwischen unwesentlichen Programmcodes versteckt und somit für Außenstehende nicht kritisierbar sind (Boden 1984). Dies hat fatale Konsequenzen für das Verständnis und die Akzeptanz solcher Modelle:

„This is because the reasoning – or rather, the calculation – behind the conclusions generated by these models is commonly opaque to all but the mathematical initiate. This makes it very difficult for politicians and the general public to produce sensible critiques of the inferences and/or assumptions involved, or even to understand such critiques when produced by other social scientists" (Boden 1984, S. 351).

KI-Modelle in der Architektur von Expertensystemen könnten diese Nachteile reduzieren. Durch die klare Trennung von Wissensbasis und Steuersystem werden theoretisch bedeutsame Modellannahmen und Regeln deutlich von anderen Programmteilen, die zur Steuerung dienen, abgehoben und nicht mehr vermischt. Solche Programme wären fähig, ihre Schlüsse zu rechtfertigen und zu erklären, so daß die dahintersteckenden Regeln und Annahmen jederzeit aufzeigbar und kritisierbar sind. Dies macht Computermodelle für Nicht-Spezialisten offener und weniger undurchsichtig als rein numerische Modelle. Es fördert die Kritikfähigkeit der aufgestellten Modelle und damit den wissenschaftlichen Fortschritt. Diese transparenteren sozialwissenschaftlichen Modelle könnten so besser verstanden, kritisiert, akzeptiert und angewendet werden, und zwar sowohl von einer breiteren Wissenschaftlergemeinde als auch von Laien wie Politikern. Solche Systeme wären darüber hinaus ideal in der Lehre einsetzbar.

Theoretische Modelle in Form von Expertensystemen, die ihr eigenes Verhalten erklären können, gibt es bislang nicht, zumindest sind mir keine bekannt. Es ist aber zu erwarten oder zumindest wünschenswert, daß solche Systeme in Kürze zur Verfügung stehen.

Ein vierter Nutzen der KI-Modellierung ergibt sich aus der Instabilität sozialwissenschaftlicher Daten. Im Gegensatz zu traditionellen Modellen sind KI-Modelle weit weniger auf empirische Daten angewiesen. Dies ist von erheblicher Bedeutung für die Sozialwissenschaften, da es hier oft ernste – meßtechnisch und ethisch bedingte – Probleme mit der Beschaffung und Güte der Daten gibt. Viele Meßinstrumente sind beispielsweise reaktiv, das heißt sie beeinflussen den Untersuchungsgegenstand. Die Bekanntgabe von Wahlprognosen kann etwa den Wahlausgang beeinflussen. Soziale Prozesse sind darüber hinaus oft verdeckt und einer direkten Beobachtung nicht zugänglich. Mehr noch als in der Psychologie sind in den Sozialwissenschaften die Möglichkeiten für kontrollierte empirische Experimente beschränkt. Moralische und physikalische Faktoren verbieten es meist mit lebendigen Personen und realen sozialen Systemen zu experimentieren. Variable wie Schichtzugehörigkeit, Intelligenz oder Einkommen lassen sich nicht beliebig manipulieren. Doran (1985) weist darauf hin, daß es insbesondere auf Makroebene schwierig ist, empirische Daten zu beschaffen, die aber unbedingt zur Stützung traditioneller Computermodelle gebraucht werden.

In KI-Modellen sind detaillierte empirische Daten nicht wesentlich für den Fortschritt. KI-Modelle werden vielleicht angeregt von empirischen Daten (siehe unten) und können zur Validierung verwendet werden, sie sind aber wesentlich lockerer mit der Modellbildung verknüpft als bei den numerischen Modellen. Langfristig ist sogar vorstellbar, durch die realistische Nachbildung sozialer Welten empirische Forschung in künstliche KI-Welten zu verlagern oder diese zumindest zu unterstützen. Die Mängel empirischer Forschungsmethoden könnten somit aufgehoben werden durch die Generierung künstlicher, sozialer KI-Welten.

Die KI wirkt sich schließlich insbesondere positiv aus auf Modelle, in denen Akteure explizit repräsentiert sind. KI-Techniken können in Modellen, in denen Akteure explizit präsent sind, relevante Eigenschaften dieser Akteure einfach besser modellieren als traditionelle Verfahren. Schließlich handeln Menschen aufgrund ihres Wissens, ihrer Werte und der Wahrnehmung ihrer Umwelt. Solche Dinge können zweifellos mit KI-Methoden besser beschrieben werden als etwa mit Differentialgleichungen. Das Interaktionsmodell von Gullahorn/Gullahorn (1963) beispielsweise enthält in einer Listenstruktur Wissen um Personen, das für den zu modellierenden Weltausschnitt zentral ist: ihre Personalien, Fähigkeiten, ihre relative und absolute Position in verschiedenen sozialen Gruppen, ihre Vorstellungen von ihren Bezugspersonen und anderen Gruppenmitgliedern. Solche Modelle werden natürlich umso besser sein, je mehr sie über Menschen wissen.

Die Realisierung sozialwissenschaftlicher KI-Modelle

Die explizite oder nicht-explizite Repräsentation von Akteuren führt uns zu einer grundsätzlichen Unterscheidung. KI-basierte Modelle in den Sozialwissenschaften sind auf drei verschiedene Arten denkbar. One-Actor-Modelle, Multi-Actor-Modelle und aggregierte Modelle. Die in der kognitiven Psychologie verwenden One-Actor-Modelle, in denen nur ein Individuum beziehungsweise bestimmte kognitive Teilbereiche repräsentiert sind, sind für Sozialwissenschaftler in der Regel wenig interessant, weil diese an Interaktionen interessiert sind. Die weitgehende Beschränkung auf nicht-interaktive kognitive Modelle förderte meines Erachtens tatsächlich auch die Ansicht, daß die KI-Modellierung für die Sozialwissenschaften nicht relevant sei. Das unten vorgestellte Programm von Abelson (1973) ist ein Beispiel für ein nicht-interaktives Modell, das trotzdem für Sozialwissenschaftler wichtig sein kann, die sich für Entstehung und Funktionsweise von Glaubens- und Ideologiesystemen interessieren.

In Multi-Actor-Systemen interagieren zwei oder mehr Akteure miteinander, wobei in der Regel ein einziges Computerprogramm die verschiedenen Akteure simuliert. Das Programm von Gullahorn/Gullahorn (1963) ist ein Beispiel für ein 2-Personen-Modell, in dem 2 Personen auf der Basis von Belohnungen und Nutzenaustausch interagieren. Eine ganze Gruppe von simulierten Akteuren ist in dem Programm von Doran (1985) vertreten.

Aggregierte Modelle schließlich sind Modelle, die völlig von einzelnen Akteuren abstrahieren und auf einem aggregierten Niveau arbeiten. Als Beispiel stelle man sich etwa ein Modell vor, das den Einfluß von verschiedenen Variablen auf die Bevölkerungsentwicklung untersucht.

Theoretische KI-Forschung betrachtet Computermodelle als Mittel zur Theoriekonstruktion. Sie bricht dabei in gewisser Weise mit der in den Sozial-, aber auch Naturwissenschaften üblichen Theoriebildung. Theorien werden nicht durch Beobachtung oder Experiment entwickelt und getestet, sondern es werden Computerprogramme geschrieben, die ein ähnliches Verhalten zeigen sollen wie das modellierte System. Möchten beispielsweise KI-Forscher ihre Ideen erkunden, wie kooperative Aktivitäten von mehreren Akteuren koordiniert werden, würden sie einfach ein Computerprogramm bauen, das diese Ideen ausdrückt und es dann ablaufen lassen, um zu sehen, ob das Programm sich wie erwartet verhält (Gilbert/Heath 1985, S. 1).

Betrachten wir die einzelnen Schritte etwas näher.

Um ein Programm zu schreiben, das empirische Phänomene nachbildet, setzt man am besten bei empirischen Beobachtungen an und macht diese explizit. Man denke etwa an ein Modell zur Meinungsbildung in einer Gemeinde. Hier ließen sich die in der Sozialforschung üblichen Methoden der Datengewinnung einsetzen wie Beobachtung oder Befragung. Bei der Frage, wie Menschen in Gruppen Aufgaben lösen, könnte man beispielsweise auch auf die von Newell und Simon (1972) propagierte Methode des lauten Denkens zurückgreifen, indem die Versuchspersonen ihren Problemlöseprozeß laut zu Protokoll geben. Im Unterschied zu traditionellen Modellen ist man aber nicht unbedingt auf empirische Daten angewiesen. Empirische Daten haben meines Erachtens mehr einen heuristischen Wert. Man kann ebenso gut auch ganz ohne Empirie auskommen und rein introspektiv vorgehen, wie in dem unten vorgestellten Modell TEAMWORK. Ob die Ideen dann richtig sind, wird sich zeigen.

Anhand der gesammelten Daten, Protokolle oder einfach der Introspektion des Modellierers wird dann ein Programm geschrieben mit dem Ziel, diese Daten, Protokolle, Introspektion nachzubilden. In der Regel geht die Entwicklung mit komplexem Experimentieren am Programm einher um zu prüfen, ob sich das Programm wie erwartet verhält. Tut es dies nicht, so wird das Programm sukzessive modifiziert auf der Basis der Diskrepanzen und man wiederholt den Prozeß solange, bis sich das Verhalten des potentiellen Modells dem Verhalten des empirischen Systems in etwa angeglichen hat.

Aus den Experimenten können sich neue Einsichten und Anregungen ergeben, die unter Umständen sogar wichtiger sein können, als die erfolgreiche Nachbildung des empirischen Systems. Die Anpassung selbst kann eventuell mit einem sogenannten modifizierten Turing-Test gemessen werden. Ist, vereinfacht gesagt, ein qualifizierter Beobachter nicht in der Lage, zwischen Modellprotokollen und dem in Protokollen festgehaltenen Verhalten des empirischen Systems zu unterscheiden, so hat das Modell den Test bestanden. Für detailliertere Hinweise vergleiche Newell/Simon (1971) oder Colby (1973). Bei erfolgreicher Anpassung kann man sagen, daß man eine Menge von Mechanismen entdeckt hat, die zumindest hinreichend ist, dieses Verhalten zu erzeugen (Newell/Simon 1971, S. 153).

Ein erfolgreiches Programm kann unter Umständen nicht nur als empirisches Modell betrachtet werden, sondern als theoretisches Modell, nämlich dann, wenn es in Form des Programmcodes allgemeine Prinzipien enthält. Das eingangs erwähnte Feigenbaum-Programm EPAM (Elementary Perceiver and Memorizer) kann beispielsweise als eine Theorie darüber betrachtet werden, wie Menschen Nonsens-Silben lernen. Das Programm enthält unter anderem bestimmte theoretische Prinzipien, so daß ein Psychologe, der mit der Programmiersprache vertraut ist, in der es geschrieben ist, die Theorie verstehen würde. Was es zur Theorie macht ist der Umstand, daß es bestimmte Prinzipien aufstellt, aus denen Konsequenzen gezogen werden können (Weizenbaum 1976, S. 177). Das Modell des kognitiven Prozesses, dessen Gesamtverhalten weitgehend Nonsens-Silben lernender Menschen entspricht, erklärt zum Beispiel wie es möglich ist, daß wir längere Zeit etwas völlig vergessen und es trotzdem später wiedererinnern können. Das Programm ist ausführlich und überraschend wohlwollend in Weizenbaum (1976) beschrieben. Analog sprechen auch andere KI-Forscher von ihren Programmen als Theorien beziehungsweise theoretische Modelle, beispielsweise Colby (1973, S. 265) über sein Paranoia-Modell („This model is considered a theoretical model because its inner structure embodies an explanatory account of the complex phenomena of paranoid communicative behavior. An explanatory account contains statements of lawlike generalisations") oder Newell und Simon über die meisten ihrer Programme (allerdings haben diese Autoren einen abweichenden Theoriebegriff). Theorien müssen also nicht Computermodellen vorausgehen, wie vielfach angenommen wird, sondern theoretische Strukturen können selbst mit dem Modell entstehen und in diesem Modell verkörpert sein. Die hier angeschnittenen Fragen werden ausführlicher diskutiert in Kobsa (1982) und Manhart (1989).

Der für die theoretische KI typische Versuch, durch Experimente am Rechner nach und nach zu theoretisch bedeutsamen Programmen zu kommen, läßt sich am besten als Bottom-Up-Ansatz charakterisieren. Der umgekehrte, weniger typische Weg wird vom Top-Down-Ansatz eingeschlagen. In diesem Fall geht man von einer bestehenden – meist verbalen – Theorie aus und versucht ein lauffähiges Programm zu implementieren, das die Theorie „möglichst gut" nachbildet.

Der Top-Down-Ansatz ist beispielhaft realisiert in den unten vorgestellten Programmen HUMUNCULUS und – weniger explizit – in der IDEOLOGY MACHINE. Die Kunst besteht darin, die meist umgangssprachlich formulierte Theorie zu rekonstruieren und die theoretischen Prinzipien in das Programm umzusetzen, was nicht trivial ist. Einen Einblick in dabei entstehende Probleme vermitteln Gullahorn/Gullahorn (1963) bei der Übertragung der Homans'schen Hypothesen in den Programmcode. Der Vorteil des Top-Down-Ansatzes liegt meines Erachtens vor allem darin:

- daß aus einer verbalen Theorie ein präzises theoretisches, symbolisches Modell konstruiert wird;
- daß Implikationen und Konsistenz abgecheckt werden können;
- daß Schwächen, Lücken und Probleme einer Theorie deutlich werden;
- daß Anregungen entstehen können für theoretische Modifikationen und Weiterentwicklungen;
- daß ein lauffähiges Programm vorliegt.

Wir wollen uns nun die eben angesprochenen Programme etwas näher betrachten. Die ersten beiden sind echte KI-Klassiker, die in der theoretisch orientierten Literatur immer wieder zitiert werden. Alle Modelle sind sozialpsychologisch ausgerichtet und keines hat den oben angesprochenen Charakter eines Expertensystems.

Modellierung von Zweier-Interaktionen HUMUNCULUS

(Gullahorn/Gullahorn 1963)

George Homans stellte 1961 in seinem Buch „Social Behavior: Its Elementary Forms" eine bedeutende Theorie sozialen Verhaltens auf, welche Prinzipien der klassischen Ökonomie und behavioristischen Psychologie vereint. Soziales Handeln wird hier auf der Grundlage von Lerntheorie und Nutzenaustausch erklärt. Die empirisch-analytische Sozialwissenschaft wurde nachhaltig von Homans Werk beeinflußt.

HUMUNCULUS von Gullahorn/Gullahorn (1963) ist ein theoretisches, nichtnumerisch orientiertes Modell von Homans Theorie sozialen Verhaltens. Die Verankerung in Skinners Lerntheorie macht das Programm allerdings zu einem eher untypischen KI-Modell, da der Behaviorismus gerade im Gegensatz zu der kognitivistisch orientierten KI steht. Von der Umsetzung dieser Theorie in ein Informationsverarbeitungsmodell erhoffen sich die Autoren neben einer Erhöhung der Klarheit und Präzision zu einer naturalistischen Voraussage des Verhaltens in Kleingruppen beizutragen.

Der Theorie und dem Modell unterliegen zwei zentrale Annahmen:

(1) Belohntes Verhalten wird häufiger gezeigt als nicht belohntes;

(2) Jede soziale Interaktion ist durch einen Nutzenaustausch gekennzeichnet.

Jedes Individuum profitiert von einer Interaktion, hat dafür aber auch seinen Preis zu zahlen. Homans illustriert dies an einem Beispiel aus der Bürokratie: Beamte gleicher Dienststellung unterscheiden sich durch ihre dienstlichen Fähigkeiten. Fähigere Beamten werden häufiger um Rat gefragt als die anderen. Der Beamte, der um Hilfe bittet, wird damit belohnt, daß er seine Arbeit besser verrichten kann. Er zahlt dafür den Preis der stillschweigenden Anerkennung seiner Unterlegenheit unter den Kollegen. Der konsultierte Beamte andererseits gewinnt an Prestige, zahlt dafür aber mit dem Verlust an Zeit, die seiner eigenen Arbeit verloren geht.

Homans formuliert seine Theorie in 5 Hypothesen, die in das Programm umgesetzt werden. Das Modell realisiert die Theorie mit einer einfachen Interaktionsfolge zwischen 2 Akteuren, die gemäß den Homans'schen Thesen handeln. Ein Akteur wird dabei als hypothesentestender und informationsverarbeitender Organismus betrachtet, der Informationen empfangen, analysieren, rekonstruieren und speichern kann. Insbesondere kann jedes Individuum folgendes leisten: Es kann Reize wahrnehmen, erkennen, wiedererkennen, speichern, vergleichen und unterscheiden. Es kann weiter Handlungen ausführen, Belohnung und Bestrafung unterscheiden, eine Reizsituation mit einer Reaktion und eine Reaktion mit einer Belohnung assoziieren. Und schließlich kann es Gruppenmitglieder unterscheiden, soziale Reize bewerten und Reaktionen auswählen.

Der Ablauf der Simulation gibt eine Folge von Interaktionen wieder, in denen ein Akteur A einen Akteur B um Hilfe bittet, Hilfe erhält, dafür Beifall und Respekt als Belohnung zollt, was die Interaktion verstärkt, bis der Helfende sie eventuell abbricht, weil sie ihn mehr kostet, als sie ihm an Belohnung einbringt. Jeder Zyklus stellt eine Interaktion dar, deren Simulation bei positivem Verlauf folgende Schritte enthält:

- A sendet ein Symbol für ein Hilfesuchen an B.
- B prüft: Wurden seine Reaktionen auf frühere Situationen dieser Art von A belohnt?
- B wählt gegebenenfalls drei belohnte Reaktionen aus und prüft weiter:
- Wie häufig wurden sie belohnt?
- Welchen Nutzen erbrachten die Belohnungen?
- Liegt Nutzensättigung vor?
- Mit welchen Kosten waren die Reaktionen verbunden?
- Wie hoch ist der jeweilige Gewinn?
- B wählt eine Reaktion mit akzeptablem Gewinn aus. Sie wird zum Input für den nächsten Zyklus, in dem eine entsprechende Reaktion von A bestimmt wird (Harbordt 1974, S. 336).

Das Programm modelliert also die dynamischen Implikationen individueller Entscheidungen in sozialen Interaktionen, bei welchen Erfahrungen über Belohnungen und Bestrafungen verarbeitet werden müssen. HUMUNCULUS ist somit ein Versuch, auf eine in der verbalen Theorie nicht mögliche Art die Fähigkeit eines Menschen zu erklären, in einer normalen sozialen Interaktion den sozialen Kontext des Verhaltens zu bewerten, Informationen wieder aufzufinden, die zur Planung alternativer Handlungen notwendig sind und die Bedingungen zu wählen, unter denen er eine Handlung einer anderen vorzieht.

Es zeigte sich, daß unter bestimmten Bedingungen sich realen menschlichen Interaktionen ähnliche Interaktionsmuster entwickelten. Das Modell wurde leider nicht durch Vergleich mit tatsächlichen sozialen Interaktionen getestet, die Autoren schreiben lediglich, daß es ihnen „recht wirklichkeitsnah" erscheint.

Der künstliche Politiker IDEOLOGY MACHINE

(Abelson 1973)

Stereotype, Vorurteile und Ideologien sind abstrakte, emotional besetzte Schemata zur Ordnung der Welt, die sich schwer ändern lassen. Solche Schemata sind dadurch gekennzeichnet, daß ihre Elemente in konsistenter Weise organisiert sind. Der Sozialpsychologe R.P Abelson war einer der ersten Theoretiker die zeigten, wie mit KI-Techniken solche affektiv geladenen Glaubens- und Ideologiesysteme nachgebildet werden können. Er war insbesondere daran interessiert, welche Mechanismen für das Zustandekommen ideologiefixierten Denkens verantwortlich sind, was seine Arbeit zum Beispiel für Wissenssoziologen interessant macht.

Abelson betrachtet den ideologischen Konflikt des kalten Krieges aus der Sicht des Kognitionswissenschaftlers. Die IDEOLOGY MACHINE (Abelson 1973) ist ein Modell, das verallgemeinerte Gedankenprozesse eines rechtsradikalen Ideologen repräsentiert und auf Fragen zur Ausländerpolitik antwortet. Als Beispiel wählte Abelson den republikanischen Präsidentschaftskandidaten Barry Goldwater, der 1964 gegen Lyndon B. Johnson kandidierte und die Wahl verlor. Das Programm ist in der Literatur deshalb auch als Goldwater-Maschine bekannt.

Abelsons IDEOLOGY MACHINE verkörpert Prinzipien von Heiders Balance Theorie, nach der bestimmte kognitive Elemente zusammengehören und andere kognitive Elemente ausgeschlossen werden. Die Einstellungen einer Person sind nämlich normalerweise konsistent und enthalten keine Widersprüche. Dieses Prinzip kann dazu verwendet werden, aufgrund eines einzigen Merkmals auf andere Merkmale zu schließen. Ist etwa bekannt, daß eine Person CDU-Wähler ist, kann auf bestimmte Einstellungen geschlossen werden.

Die ausländerpolitischen Fragen, die an das Programm gerichtet werden können, beziehen sich auf politische Implikationen von Ereignissen (E), in die politische Akteure (A) verwickelt sind wie Staatsmänner, Nationen oder Gruppen von Nationen. Man könnte beispielsweise fragen, ob ein Ereignis glaubwürdig ist, das heißt ob es sich möglicherweise hätte ereignen können, wie etwa: „Könnten die Vereinigten Staaten eine neutrale Nation wie Südvietnam angreifen?".

Goldwater hätte diese Aussage vorhersagbar als unglaubwürdig zurückgewiesen. Analog können Antworten auf Fragen vorausgesagt werden wie: „Wenn eine kommunistische Nation West-Berlin angreift, was sollten Amerikas NATO-Verbündete tun?"

Goldwaters Antworten auf solche Fragen sind vorhersagbar, weil man weiß, daß sie in ein allgemeines ideologisches Muster passen, die mit seinem Glauben übereinstimmen, welche Ereignisse zusammengehören. Dieses Wissen befähigt uns ein genaues Urteil über die Ansichten eines Politikers zu bilden auf der Basis einer einzigen Bemerkung in einer Zeitung.

In Abelsons Modell können Fragen des folgenden Typs gestellt werden:

1. Ist E glaubwürdig? Kann E eintreten oder eingetreten sein?
2. Falls E eintritt, was wird geschehen?
3. Falls E eintritt, was soll A tun?
4. Falls E eingetreten ist, was hätte A tun sollen?
5. Wie ist es zu E gekommen? Was verursachte E oder was wurde durch E erzeugt?
6. Würden Sie bitte E kommentieren?

Betrachten wir kurz die Funktionsweise des Programms.

Abelson ging davon aus, daß ein ideologisches Glaubenssystem auf einem Basisvokabular aufgebaut ist, dessen Items in bestimmter Weise verknüpft werden können. Das Vokabular der IDEOLOGY MACHINE besteht aus einer Sammlung von 500 Hauptwörtern und 100 Verbalphrasen, die relevant sind im Hinblick auf ausländerpolitische Fragen, wie etwa „Nixon", „Vietnam" und „sells-arms-to". Dieses Vokabular wurde in verschiedene Begriffskategorien klassifiziert: 15 für Hauptwörter (communist nation, leftleaning neutrals, free world nations etc.) und 11 für Verben (physical attack, material support etc.). Die begrifflichen Kategorien können kombiniert werden um 300 spezifische Ereignisse zu erzeugen (wie etwa „the physical attack of a neutral nation by a communist nation"), welche selbst wiederum zu Episoden kombiniert werden konnten. Eine Episode spezifiziert eine temporäre Abfolge von möglichen Ereignissen, die eine Verzweigung erlauben, zum Beispiel:

Wenn ein neutrales Land von Kommunisten angegriffen wird, dann

- kann es zu einem kommunistischen Satelliten werden, oder
- es kann sich widersetzen, Hilfe in der Freien Welt suchen und so einen Sieg über die Kommunisten erringen, oder
- ihm kann Hilfe gegeben werden, ohne daß es um solche ersucht und so weiter.

Diese Episoden, von denen 24 implementiert sind, sind in ein Master-Skript integriert, welches die allgemeine Ideologie auf einem hohen Generalisierungsniveau repräsentiert. Es kann verbal wie folgt beschrieben werden:

Kommunisten möchten die Welt dominieren und schmieden ständig Pläne um dies zu erreichen (Zweig 5). Sind die Pläne erfolgreich, führt dies zu kommunistischen Siegen (Zweig 6), was eventuell zu ihrem endgültigen Ziel führt. Wenn andererseits die freie Welt ihre Macht benutzt (Zweig 4), dann werden die kommunistischen Pläne scheitern (Zweig 7) und ihre endgültigen Ziele werden durchkreuzt. Die törichte Politik der liberalen Betrüger jedoch (Zweig 2) hemmt den vollen Gebrauch der Macht der freien Welt (Zweig 3). Es ist deshalb notwendig, alle guten Amerikaner aufzuklären, so daß sie diese törichte liberale Politik entlarven und überwinden (Zweig 1).

Verfolgt man die Zweige dieses Master-Skripts, kann man grob die Antworten auf einige der oben angeführten Fragen wiedergeben. Die Frage „Was wird passieren, wenn E eintritt?" kann durch das generelle Schema beantwortet werden: Wenn Zweig 5, dann Zweig 6, außer 4, in diesem Fall 7. Dies setzt voraus, daß E auf Zweig 5 des Master-Skripts gefunden wird. Das Programm bestimmt deshalb zuerst das durch die Eingabefrage erwähnte Ereignis mit seinem Basisvokabular und/oder Repertoire von Begriffskategorien, sucht dann nach relevanten generischen Ereignissen auf seiner Master-Skript-Repräsentation und generiert schließlich eine Antwort. Wenn das Programm also gefragt wird: „If Communists attack Thailand, what will happen?", so antwortet es:
„If Communists attack Thailand, Communists take-over unprepared nations unless Thailand ask-aid-from United States and Unites States give-aid-to Thailand."

Abgesehen von den lignuistischen Vereinfachungen erscheint diese Antwort einem rechten Ideologen der sechziger Jahre durchaus angemessen und wird sicherlich nicht einem linken oder liberalen Politiker entstammen.

Es bleibt die Frage der Generalisierung der Goldwater-Maschine auf andere politische Ideologien oder Glaubenssysteme. Abelson bemerkt, daß das Master-Skript vieler politischer Ideologien zum gleichen allgemeinen Schema paßt. Das Schema bleibt nämlich im Prinzip gleich und läßt sich etwa wie folgt formulieren:

Die Bösen haben üble Pläne, die Erfolg bringen und nur die Guten können sie stoppen. Unglücklicherweise machen es die Guten nicht richtig, weil die Bösen Hilfe bekommen von Betrügern, Narren und so weiter, die sich absichtlich oder unabsichtlich in die Bemühungen der Guten einmischen. Die einzige Hoffnung ist deshalb, daß der Zorn der Leute auf die Schlechten und ihre Marionetten gelenkt wird.

Abelsons Programm wird in der Literatur wegen der folgenden Punkte herausgestellt: Erstens ist es gelungen, affektiv geladenes Denken zu modellieren und zweitens konnte eine einfache, konsistente Repräsentation einer Ideologie in Form eines Master-Scripts generiert werden (Carbonell 1981, S. 259). Abelsons IDEOLOGY MACHINE war die Basis für weitere wertvolle theoretische Entwicklungen, die ohne die Erfahrung und Explikation seiner Ideen in diesem Computermodell kaum angeregt worden wären. In den Jahren, die der Entstehung der Goldwater-Maschine folgten, entwickelten Abelson und Schank ihre Theorie der Wissensstrukturen. POLITICS von Carbonell wurde geschrieben, um die IDEOLOGY MACHINE im Lichte dieser neuen Theorie zu reformulieren. Dieses Programm ist ausführlich dargestellt in Carbonell (1981). Eine detaillierte, zusammenfassende Beschreibung der Goldwater-Maschine findet sich in Boden (1987).

Kooperation in Gruppen TEAMWORK

(Doran 1985)

Eines der Forschungsparadigmen der Soziologie und Sozialpsychologie ist die Untersuchung von Kleingruppen hinsichtlich aller möglichen Aspekte. Das Interesse gilt beispielswei-

se der Entstehung und Kontrolle von Gruppennormen, Status- und Rollendifferenzierungen, der Untersuchung von Kommunikations- und Gruppenstrukturen (Cliquen, Führer und so weiter) oder, wie im nächsten Modell, der Frage, wie Kooperation in Gruppen entsteht.

Wissenschaftler, die versuchen, das Verhalten in menschlichen Gruppen zu verstehen, stehen vor ähnlichen Schwierigkeiten und Rätseln wie Gehirnforscher, die das menschliche Denken verstehen wollen. Zwar ist Gruppenverhalten direkt beobachtbar, aber die Prozesse sind äußerst komplex und die Einflußfaktoren multi-faktoriell und kaum kontrollierbar.

TEAMWORK ist ein Modell eines Multi-Actor-Systems, dessen Akteure eine gemeinsame Aufgabe bearbeiten müssen. Es modelliert Planung und Ausführung von Aufgaben und die Mechanismen von Kommunikation und Kooperation zwischen Akteuren. Explizites Ziel dieses Modells ist, ein tieferes Verständnis von realen Systemen zu bekommen „... both those that might be constructed and those human systems that are in existence around us" (Doran 1985, S. 160). Der Autor erhofft sich von solchen Computermodellen also neben dem Verständnis empirischer Phänomene offensichtlich noch einen technologischen Effekt: das Modell soll Hinweise geben, wie solche Arbeitsgruppen effizient organisiert werden können.

Gehen wir zur Modellbeschreibung von einem konkreten Beispiel aus. Man stelle sich etwa die Aufgabe vor, ein Gartenhäuschen zu errichten. Es gibt eine Reihe von Komponenten wie Bretter, Kamin, Fenster und so weiter, die auf eine bestimmte Weise zusammengesetzt werden müssen. Einige dieser Aktionen können parallel ausgeführt werden, andere verlangen die gleichzeitige Bearbeitung von mehreren Akteuren oder können nur von Mitgliedern mit spezialisiertem Wissen ausgeführt werden. Während der Arbeit werden sich die Akteure organisieren: möglicherweise wird ein Führer entstehen, der die Arbeit in Teile zerlegt und delegiert, es werden Unterführer entstehen, die Unter-Unter-Aufgaben delegieren und so weiter. Natürlich werden die Akteure auch sprechen. Typische Äußerungen sind vielleicht:

„Bill, warum machst du und Alex nicht die Fenster?"

„Chris, wie bekommt man den Fensterrahmen rein?"

„Ist der Vorschlaghammer da hinten?"

TEAMWORK soll einige dieser Aspekte auf eine einfache Weise reproduzieren. Die Vereinfachungen betreffen folgende Punkte:

- Der Aufgabenbereich ist stark vereinfacht, zum Beispiel ist die Anzahl der Komponenten des Gartenhäuschens sehr gering.
- Die Aufgabe ist explizit an einen Führer gegeben, der delegiert.
- Akteure haben unterschiedliche physische aber identische kognitive Fähigkeiten.
- Die Akteure können annehmen, daß Aktionen keine unvorhersehbaren Konsequenzen haben.
- Kommunikation ist beschränkt und in symbolischer, nicht natürlicher Sprache.

Das Herz von TEAMWORK bildet ein nicht-lineares hierarchisches Planungssystem. Ein Plan ist eine symbolische Struktur, die eine Handlung spezifiziert um ein Ziel zu erreichen. Das Planungsprogramm muß dabei fähig sein, die Auswirkungen von verschiedenen Alternativen vorauszuberechnen und jene zu wählen, die dem Ziel möglichst nahe kommen. Hierarchische Planer gehen von einem Grundplan aus (nach München mit dem Zug fahren als Grundplan) und verfeinern diesen immer mehr (zum Bahnhof fahren, den 11 Uhr Zug kriegen ...). Ein Plan ist nicht-linear, wenn gleichzeitig mehrere Aktionen ausgeführt werden können (zum Beispiel einen Apfel essen während man zum Strand geht).

Das Zentrum jedes Planungsprogramms bilden verschiedene Wissenskategorien:

- Wissen um die dauerhaften Eigenschaften des Aufgabenbereichs;
- Wissen, was gegenwärtig wahr ist im Aufgabenbereich;
- Wissen um die möglichen Aktionen;
- Wissen zum Ausarbeiten von Handlungen.

Wissen wird im TEAMWORK in symbolischer Form repräsentiert, mit prädikatenlogischen Formeln und über Handlungsschemata, welche Vorbedingungen zur Ausführung von Aktionen enthalten.

Akteure müssen aber mehr machen, als nur Pläne in einer passiven Welt zu erzeugen. Sie müssen in einer Welt handeln, die dynamisch ist, prüfen, ob die Auswirkungen der Pläne wie erwartet sind und sich selbst von unerwarteten und unerwünschten Situationen befreien können.

Multi-Actor-Systeme verlangen Akteure, die unabhängig handeln bei gemeinsamer Aufgabenstellung. TEAMWORK besteht aus „Clones" mit eigenem Wissensrepertoire und zeitlichen Planstrukturen. Die simulierte Aufgabenumgebung ist ein getrennter Programmteil, der von jedem Akteur inspiziert und manipuliert werden kann. In der Gruppe muß ein Akteur seine Handlungen mit den Gruppenmitgliedern abstimmen. Er muß entscheiden, wann er Handlungen delegiert, muß gleichzeitige Handlungen planen und Kommunikationshandlungen ausführen können. Dies impliziert, daß das Wissen eines Akteurs Wissen um die Fähigkeiten der anderen enthalten muß. Handlungen sind in TEAMWORK deshalb immer an bestimmte Akteure gebunden, also nicht „do(act)", sondern „do(actor,act)".

Kommunikation wird in TEAMWORK auf ein Minimum reduziert, wobei drei Kommunikationstypen unterschieden werden: Handlung verlangen, Kommunikation verlangen, Information geben. Weiter kann die Botschaft an einen bestimmten Akteur gerichtet werden oder an die ganze Gruppe. Um Handlung wird gebeten, wenn ein Akteur einen Plan bearbeitet oder ausführt. Bei der Bitte um Informationen können verschiedene Informationsarten unterschieden werden: Information, ob etwas wahr ist, Information, wie etwas getan wird und Information über adäquate Beschreibungen. Die Bitte um Information führt dazu, daß der Akteur ein Ziel generiert, um die verlangte Information zu geben. Das Erreichen dieses Ziels kann natürlich zu einem weiteren Kommunikationsziel führen. Nun muß der Akteur eine Entscheidung fällen, nämlich darüber, ob er die Informationsanfrage beantworten will oder an seiner Arbeit weitermachen soll.

Zur automatischen Erzeugung von Plänen, der Forderung, mit Kommunikationshandlungen sowie Informations- und Handlungsanforderungen umzugehen, wurden die Konzepte von Planungsbasen und Meta-Planung eingeführt. Eine Planungsbasis ist einfach eine Sammlung von Plänen eines Akteurs zu einem bestimmten Zeitpunkt, die er gerade entwickelt, ausführt oder an denen er festhält. In einem Meta-Plan manipuliert der Akteur Meta-Ziele und Meta-Handlungen, die sich nicht auf Aufgaben beziehen, sondern auf andere Pläne in der Planungsbasis. Meta-Handlungen können etwa sein das Modifizieren und Erweitern von Teilplänen, das Entdecken von Problemen in existierenden Plänen und so weiter.

Betrachtet man nicht die Eigenschaften der individuellen Akteure, sondern die

Eigenschaften eines solchen Systems als Ganzes, so kann man 2 Modi unterscheiden: Im ersten Modus, der in TEAMWORK realisiert ist, wird einem Akteur eine Aufgabe gestellt, der dann durch Ersuchen oder Verhandeln die Hilfe der anderen gewinnt. Dies führt zu einer hierarchischen Organisation der Gruppe. Ein TEAMWORK Lisp-Programm demonstriert sieben Akteure, die bei einer einfachen Aufgabe in dieser hierarchischen Art kooperativ zusammenarbeiten.

Der zweite Modus von Multi-Actor-Systemen ist in einigen Aspekten interessanter. In diesem verfolgt jeder Akteur seine eigenen Ziele und Kooperation entsteht daraus, daß kein Akteur all seine Ziele unabhängig von den anderen erreichen kann. Das Verhalten des Systems als Ganzes ist dann das Ergebnis der individuellen Zielverfolgung aller Akteure. Diese „verteilte Motivation" entsteht aus individuellen Akteuren und der Natur der Aufgabe, die diese bewältigen müssen.

Solche Multi-Actor-Systeme mit verteilter Motivation können benutzt werden, um ganze sozio-kulturelle Systeme zu modellieren. Verhalten, das aus solchen Systemen entsteht, konstituiert ein Modell der selbstorganisierenden Fähigkeiten sozio-kultureller Systeme. Das Netzwerk von Entscheidungen, Kooperation und Kommunikation in dem Modellsystem und die Wissensstruktur spiegeln dann möglicherweise die wesentlichen Strukturen und Prozesse realer Systeme wider.

Das TEAMWORK-Projekt ist zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Artikels nicht abgeschlossen. Es liegen Lisp- und Prolog-Programme vor, die einige einfache Formen der beschriebenen Fähigkeiten demonstrieren. Klarer als die anderen beiden Programme deutet dieses Projekt meines Erachtens an,

- daß KI-Programme komplexe soziale Welten erzeugen können;
- daß kaum empirische Daten nötig sind zur Modellgenerierung;
- daß sich aus, mit und in den Programmen mit fortschreitender Entwicklung theoretische Strukturen realisieren können.

Ausblick

Nach der optimistischen Erwartung des Autors wird die KI die Theorien- und Modellbildung in den Sozialwissenschaften verändern oder umwälzen. Die wenigen, bislang existierenden Modelle sind zwar noch sehr einfach und haben nur ein sehr rudimentäres Wissen über menschliche Bedürfnisse, Pläne und Ziele. Für die Zukunft sind aber komplexe Modelle zu erwarten, die quantitative und qualitative Aspekte vereinen. Sie werden bessere Einsicht liefern in die Struktur menschlichen Denkens und Verhaltens als die heutigen Modelle:

„In a few years, AI will be able to offer the social sciences far more complex and integrated models of human behaviour. Sociologists, economists, and political scientists soon will be able to build complicated models that can test better whatever ideas they may have" (Schank/Childers 1984, S. 219).

„Learning systems will make possible the development of extremely complex economic and political models. Corporations will be able to create models of their consumers and their competitors, as well as their own management structures. Whole economies could be simulated in microcosm, with companies interacting with consumers and the government. Integrated models of social behaviour could be used to test out ideas in a number of fields" (Schank/Childers 1984, S. 224-225).

Schank/Childers vermuten, daß die theoretische KI eines Tages verschwinden wird und von anderen Disziplinen vereinnahmt wird:

„People in every field will start asking themselves AI-type questions about how they use this konwledge, and how they can model the knowledge in their field in the form of an understanding system" (Schank/Childers 1984, S. 221).

Für die kognitive Psychologie haben Newell und Simon immer wieder betont, daß mit der KI und dem Informationsverarbeitungsansatz endlich ein adäquates Werkzeug zur Verfügung steht. Es spricht vieles dafür, daß dies nicht beschränkt bleibt auf diesem Zweig der Psychologie. Die Sprache der KI könnte sich zu *dem* angemessenen formalen Instrumentarium der Sozialwissenschaften entwickeln und die gesamten Wissenschaften vom Menschen grundlegend und positiv verändern.

KI

Literatur

Abelson, R.P. (1973: The Structure of a Belief System. In: Schank, R.C./Colby K.M. (ed.) Computer Models of Thought and Language, San Francisco: Freeman

Boden, M. (1987): Artificial Intelligence and Natural Man, 2. Aufl., Brighton: Harvester

Boden, M. (1984): AI and Social Forecasting. In: Mathematical Sociology 9, 341- 356

Carbonell, J. (1981): Politics in: Schank, R.C./Riesbeck, C.K. (ed.), Inside Computer Understanding. Five Programs Plus Miniatures, Hillsdale N.J.: Erlbaum

Colby, K.M. (1973): Simulations of Belief Systems. In: Schank, R.C./Colby, K.M. (ed.), Computer Models of Thought and Language, San Francisco: Freeman

Doran, J. (1985): The Computational Approach to Knowledge, Communication and Structure in Multi-Actor Systems. In: Gilbert, G.N./Heath C. (1985)

Gilbert, G.N./Heath C. (ed.) (1985): Social Action and Artificial Intelligence. Survey Conference on Sociological Theory and Method 3, Aldershot: Gower Publishing

Gullahorn, J.T./Gullahorn, J.E. (1963): A Computer Model of Elementary Social Behavior. In: Feigenbaum, E.A./Feldman, J. (ed.) Computers and Thought, New York: McGraw Hill; deutsch in: Mayntz (1967b)

Harbordt, S. (1974a): Computersimulation in den Sozialwissenschaften. Einführung und Anleitung, Bd. 1, Hamburg: Rowohlt

Harbordt, S. (1974b): Computersimulation in den Sozialwissenschaften. Beurteilung und Modellbeispiele, Bd. 2, Hamburg: Rowohlt

Homans, G.C. (1961): Social Behaviour: Its Elementary Forms. New York: Harcourt

Kobsa, A. (1982): On Regarding AI Programs as Theories. In: Trappl, R. (ed.), Cybernetics and System Research, Amsterdam: North-Holland

Kobsa, A. (1986): Artificial Intelligence und Kognitive Psychologie. In: Retti, J. (ed.), Artificial Intelligence – Eine Einführung, 2. Aufl., Stuttgart: Teubner

Manhart, K. (1989): Können AI-Programme als Theorien betrachtet werden? In: Retti, J./Leidlmeier, K. (ed.), Proceedings 5. Österreichische AI-Tagung, Berlin: Springer

Mayntz, R. (1967a): Modellkonstruktion: Ansatz, Typen und Zweck. In: Mayntz (1967b)

Mayntz, R. (ed.) (1967b): Formalisierte Modelle in der Soziologie, Neuwied a.R.: Luchterhand

Newell, A./Simon, H.A. (1971): Simulation of Human Thought. In: Dutton, J.M./Starbuck, W.H. (ed.), Computer Simulation of Human Behavior, New York: Wiley

Newell, A./Simon, H.A. (1976): Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search. In: Communications of the ACM 19, 113-126

Simon, H.A. (1952): Formal Theory of Interaction in Social Groups. In: American Sociological Review 17, S. 202-211; deutsch in: Mayntz (1967b)

Simon, H.A. (1957): Models of Man, Social and Rational. Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting. New York: Wiley

Schank, R.C./Childers, P. (1984): The Cognitive Computer. Reading, Mass.: Addison-Wesley

Stegmüller, W. (1973): Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie. Bd. IV: Personelle und statistische Wahrscheinlichkeit, Erster Halbband: Personelle Wahrscheinlichkeit und rationale Entscheidung, Berlin: Springer

Troitzsch, K.G. (1990): Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften. Opladen: Westdeutscher Verlag

Rich, E. (1983): Artificial Intelligence. New York: McGraw Hill

Weizenbaum, J. (1976): Computer Power and Human Reason. From Judgement to Calculation. San Francisco: Freeman; deutsch: Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt a.M.: Suhrkamp

Wessels, M.G. (1984): Cognitive Psychology. New York: Harper & Row