

Voss, James F.

Das Lösen schlecht strukturierter Probleme. Ein Überblick

Unterrichtswissenschaft 18 (1990) 4, S. 313-337



Quellenangabe/ Reference:

Voss, James F.: Das Lösen schlecht strukturierter Probleme. Ein Überblick - In: Unterrichtswissenschaft 18 (1990) 4, S. 313-337 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-296868 - DOI: 10.25656/01:29686

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-296868>

<https://doi.org/10.25656/01:29686>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

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. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: 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

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. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: 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.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung
18. Jahrgang/Heft 4/1990

Thema:

Das Lösen komplexer Probleme

Verantwortlicher Herausgeber:
Frank Achtenhagen

Frank Achtenhagen: Zum Lösen komplexer Probleme	290
Uta Lass, Gerd Lüer: Psychologische Problemlöseforschung	295
James F. Voss: Das Lösen schlecht strukturierter Probleme — ein Überblick	313
Rolf Dubs: Problemlösen im Fach Betriebswirtschaftslehre im Anfängerunterricht an Wirtschaftsschulen	338

Allgemeiner Teil

Manfred Lang: Computer in Schule und Freizeit — Auswirkungen auf den Unterricht	353
Gisela Szagun: Die Konstruktion mentaler Begriffe am Beispiel des Begriffes MUT	368

Buchbesprechungen	382
-------------------	-----

James F. Voss

Das Lösen schlecht strukturierter Probleme — ein Überblick¹

On the Solving of Ill-Structured Problems: A Review

Der Aufsatz ist der Frage gewidmet, wie Menschen schlecht strukturierte Probleme lösen. Es wird versucht, die weit verstreute Literatur, die inhaltlich sehr verschiedene Problembereiche umfaßt, systematisch zusammenzufassen und für die Formulierung weiterer Forschungsfragen aufzubereiten. Nach einem Definitionsversuch werden zahlreiche Beispiele diskutiert, anhand derer die Übereinstimmung, aber auch die Differenzen zur klassischen psychologischen Problemlöseforschung markiert werden. Die Ausführungen schließen mit einem theoretischen und forschungsmethodischen Resümee.

The paper is concerned with the question of how people solve ill-structured problems. It tries to systematically combine the widely spread literature on this subject. After having given a proposal of definitions, numerous examples are discussed by which the consensus, but also the differences to the classical psychological research on problem-solving are focussed. The final section presents theoretical and methodological considerations.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, wie Menschen an die Lösung schlecht strukturierter Probleme herangehen. Obwohl bislang keine extensive Forschung auf diesem Gebiet betrieben wurde, liegen doch eine bemerkenswerte Datenbasis und wichtige theoretische Überlegungen vor. Außerdem wurde eine Anzahl weiterer Fragestellungen aufgezeigt, die zum besseren Verständnis dieser Problemlösevorgänge behandelt werden müssen. Im folgenden sollen die Fortschritte auf diesem Gebiet dargestellt und die relevanten Forschungsfragen beschrieben werden.

Der Artikel ist in vier Abschnitte unterteilt. Der erste, „Definition des Problems“, bietet eine Einführung. Der zweite, „Entwicklung der Datenbasis“, gibt einen Überblick über einige Forschungsansätze. Der dritte, betitelt mit „Bedeutungsvolle Fragestellungen“, beschreibt theoretische und methodische Herausforderungen. Der letzte Abschnitt bringt eine kurze Zusammenfassung.

Definition des Problems

Obwohl bisher wenig darüber geschrieben wurde, was eigentlich ein „Problem“ darstellt (Agre, 1982), sind sich die Forscher im allgemeinen über seine Definition einig. Ein Problem existiert dann, wenn ein Individuum ein bestimmtes Ziel verfolgt, aber eine Barriere die Erreichung dieses Zieles vereitelt.

Historisch gesehen war die Beschäftigung mit dem Problemlösen innerhalb der psychologischen Theorie eher randständig, wenn auch für einige Wissenschaftler, wie zum Beispiel *Wertheimer* (1959), *Duncker* (1954) und *Luchins* (1942), das Problemlösen im Brennpunkt des Interesses stand. Bis vor kurzem war für die Theorie des Problemlösens die Kontroverse zwischen dem wahrnehmungsbezogenen Standpunkt der Gestalttheorie und den aus der Lerntheorie abgeleiteten Hypothesen zentral (*Mayer*, 1983). Die Kontroverse konzentrierte sich darauf, ob Problemlöseprozesse diskontinuierlich oder kontinuierlich vor sich gehen. Das heißt, findet es primär durch plötzliche Einsicht oder über sich verstärkende Assoziationen im Hinblick auf die Elemente der Probleme statt.

Die Untersuchung des Problemlösens nahm mit der Entwicklung von Computern eine entscheidende Wende. Das Informationsverarbeitungsmodell, welches eigentlich auf *Selz* (1922) zurückgeht, wurde über die Computer-Metapher begründet (*Newell, Shaw & Simon*, 1972). Heutzutage dient dieses Modell als die umfassendste Konzeption in der Problemlöseforschung.

Die Grundkonzepte des Informationsverarbeitungsmodells sind einsichtig: Außerhalb des Individuums existiert ein Aufgabenfeld, welches aus einem Problem und dessen Kontext besteht. Im Individuum ist ein Problemraum gegeben, der aus den potentiellen Zuständen des Problems besteht sowie aus den Problemoperatoren, mit denen man sich von Zustand zu Zustand bewegen kann. Die Ausgangslage des Problems besteht aus dem Aufgabenumfeld und den zu lösenden Aufgaben und ist somit das „Vorgegebene“. Der Zielzustand ist der gewünschte Endzustand. Es wird dann angenommen, daß der Problemlöser sich über die Anwendung von Operatoren von einem Zustand zum anderen bewegt. Der Problemraum weist auch Barrieren auf, die die auszuwählenden Zustände begrenzen. Auch die Zielsetzung ist als eine solche Barriere anzusehen.

In früheren Arbeiten über das Informationsverarbeitungsmodell wurde der Schwerpunkt auf die Untersuchung verschiedener Strategien gelegt. Das General-Problem-Solver-Programm (*Reitman*, 1965) verwendete die Mittel-Ziel-Analyse. Dies ist eine Strategie, bei der der Problemlöser den aktuellen Zustand mit dem Zielzustand vergleicht und dann einen Schritt wählt, der ihn dem Zielzustand näherbringt. Zur Untersuchung von Problemlösestrategien wurden Probleme wie der Turm von Hanoi, Flußüberquerung, Beweisführung geometrischer Theoreme und Zahlenrätsel studiert. Solche Probleme ließen sich gut untersuchen, da es möglich war, alle möglichen Zustände, Operatoren und Barrieren eindeutig zu definieren.

Im Kontext des Informationsverarbeitungsmodells wird das Problemlösen oft in eine Phase der Problemrepräsentation und eine Phase der Problemlösung aufgeteilt. Im Falle einfacher Probleme wird allgemein

angenommen, daß die Problemrepräsentation des Individuums im Verstehen des Aufgabenfeldes, des Ziels und der Barrieren besteht. Für komplexere Probleme muß das Individuum jedoch gewöhnlich erst eine Repräsentation entwickeln. Eine Person mag zum Beispiel ein physikalisches Problem zu lösen haben, das sie, nachdem sie vielleicht ein Bild gezeichnet und gewisse Verbindungen entdeckt hat, als ein Problem der Thermodynamik identifiziert. Dann könnte das Individuum eine bestimmte Sequenz von Gleichungen anwenden, die für die Lösung notwendig sind (*Larkin, McDermott, Simon & Simon*, 1980). Es wird im allgemeinen angenommen, daß die Art der Repräsentation die jeweilige Lösung determiniert. In der Tat haben *Voss, Wolfe, Lawrence und Engle* (in Druck) gezeigt, daß allgemein gehaltene Repräsentationen zu allgemein gehaltenen Lösungen führen, während präziser formulierte Repräsentationen zu spezifischeren Lösungen führen.

Die Unterscheidung von gut und schlecht strukturierten Problemen findet sich bei *Simon* (1960) und wurde von *Reitman* (1965) ausgearbeitet. Gut strukturierte Probleme sind solche, bei denen Ausgangszustand, Zielzustand, Barrieren und Operatoren genau definiert sind. Schlecht strukturierte Probleme, auf der anderen Seite, sind solche, bei denen eine oder mehrere der oben erwähnten Komponenten nicht genau definiert sind. Diese Unterscheidung hebt lediglich zwei Enden eines Kontinuums heraus, da Probleme relativ besser beziehungsweise relativ schlechter strukturiert sein können, was davon abhängt, wie präzise die Komponenten bestimmt sind. *Reitman* (1965) demonstriert dieses anhand des Komponierens einer Fuge. Dabei fängt das Individuum ohne „Vorgaben“ an, lediglich gestützt auf sein Musikwissen und seine Kenntnis der Struktur einer Fuge. Während des Komponierens tauchen dann weitere Barrieren auf. Andere Probleme sind jedoch weniger strukturiert als das Komponieren einer Fuge. Zum Beispiel hat die Aufgabe „Löse das Drogen-Problem“ weniger Struktur, da der Zielzustand nicht gut definiert ist und die „Vorgaben“ nicht präzise genannt werden; lediglich die Existenz eines Drogen-Problems wird angenommen und für den Lösungsweg müssen die Barrieren bezeichnet werden.

Reitman (1965) macht folgende Aussagen über schlecht strukturierte Probleme: Zum ersten besteht eine Haupteigenschaft von schlecht strukturierten Problemen darin, daß ihre Barrieren offen bleiben. Solche Barrieren werden nicht bei der Stellung des Problems spezifiziert, sondern entstehen während des Lösungsprozesses. Zum zweiten, in bezug auf die Auswertung, bemerkt *Reitman*: „Kein Lösungsvorschlag zu einem schlecht definierten Problem kann mit universeller Akzeptanz rechnen“ (*Reitman*, 1965, S. 153). *Reitman* erklärt dies damit, daß verschiedene Individuen die offen gebliebenen Barrieren auf verschiedene Weise ausfüllen. *Reitman* hat nicht das Konzept der Problemrepräsentation angewendet. Heute würden wir wahrscheinlich auch behaupten,

daß Individuen verschiedene Problemrepräsentationen haben können und daß diese Verschiedenheiten unterschiedliche Lösungen hervorbringen.

Eine bedeutsame Auswirkung der unterschiedlichen Barrieren und der unterschiedlichen Problemrepräsentationen besteht darin, daß schlecht strukturierte Probleme keine „richtige“ Lösung haben. Richtig in dem Sinne, daß es einen formalen Beweis und/oder eine Reihe von logischen Regeln für die Richtigkeit einer Lösung gibt, wie es zum Beispiel bei Aufgaben aus dem Bereich der Algebra der Fall ist. Statt dessen wird die Beurteilung, ob es sich um eine gute Lösung handelt, davon abhängen, inwieweit sie bei den Experten für den untersuchten Bereich Zustimmung findet. Dieser Punkt wird später noch eingehender behandelt werden.

Newell (1969) näherte sich der Unterscheidung gut/schlecht strukturiert von einem anderen Ansatz her. *Newell* definierte gut strukturierte Probleme als solche, auf die eindeutig bestimmbare Problemlösungsmethoden Anwendung finden, das heißt Methoden, die für ein ganz bestimmtes Gebiet spezifisch sind und die zu exakten Lösungen führen, oft mit Hilfe der Mathematik. Schlecht strukturierte Probleme sind dann solche, für die es nur schwache Problemlösungsmethoden gibt, also Methoden, die auf verschiedenen Gebieten durchaus nützlich sind, die aber keine präzisen Lösungen zur Folge haben. Solche Methoden sind u.a. Zerlegen des Problems, Analogiebildung, Problemumstellung, Entwicklung und Testen von Lösungsvorschlägen sowie Mittel-Ziel-Analyse (*Newell*, 1980). Nachfolgende Arbeiten haben diese Unterscheidung gestützt, besonders in bezug auf die fast ausschließliche Benutzung schwacher Methoden beim Lösen schlecht strukturierter Probleme.

Simon (1973) vertritt den Standpunkt, daß die meisten Probleme in der Tat schlecht strukturiert seien, daß sie aber dann gut strukturiert werden, sobald der Lösende sie präzisiert. Am Beispiel eines Hausentwurfes argumentiert *Simon*, daß ein Architekt anfangs vielleicht nur einige wenige Bedürfnisse seines Klienten kennt, daß der Entwurf dann aber in eine Anzahl von Unterproblemen zerlegt wird, und diese dann schließlich zu gut strukturierten Problemen werden. Außerdem, so *Simon*, erfordert dieser Prozeß eine ständige Interaktion von Problemlösungsaktivität und Aufrufen von Informationen aus dem Langzeitgedächtnis des Architekten oder gelegentlich auch aus einem externen Gedächtnis oder externen Ressourcen. Was für den Erfolg des Architekten entscheidend ist, ist ein organisatorischer Plan, der eine Differenzierung und nachfolgende Integration bei der Konstruktion einzelner Hausteile erlaubt. *Simon* macht auch darauf aufmerksam, daß beim Lösen größerer Probleme, wie zum Beispiel beim Entwurf eines Schlachtschiffes, der Zerlegungsprozeß so weit geht, daß Unterprobleme von verschiedenen Expertengruppen gelöst werden. Auf diese Weise wird eine Art verteiltes Gedächtnis angewendet, das heißt, daß verschiedene Experten ihre entsprechenden Problemräume haben und daß jeder von ihnen beim Lösen seines Unterproblems sein eigenes Gedächtnis benutzt.

Eine wichtige Aussage von *Simon* ist die, daß bei Problemen mit extrem großen Datenbasen, aus denen Information abgerufen werden muß, der Problemlöser das Problem zerlegen kann. Dies erlaubt die Skizzierung von Unterproblemen, bei deren Lösung das Individuum dann in überschaubaren Problemräumen arbeiten kann. Des weiteren wird ein schlecht strukturiertes Problem dadurch in eine Anzahl von gut strukturierten Problemen umgewandelt.

Die ersten Ansätze zum Lösen schlecht strukturierter Probleme können wie folgt zusammengefaßt werden: Die Unterscheidung zwischen gut und schlecht strukturierten Problemen erlangte zentrale Bedeutung, als das Informationsverarbeitungsmodell auf die Lösung komplexer Probleme hin ausgeweitet wurde. Die getroffene Unterscheidung stellt nicht eine Dichotomie, sondern ein Kontinuum dar. Probleme sind dabei in dem Ausmaß schlecht strukturiert, wie die Vorgaben, Ziele, Barrieren und/oder Operatoren durch das Aufgabenumfeld nicht spezifiziert sind. Dies bedeutet, daß zumindest in gewissen Fällen bestimmte Probleme für eine Person schlecht, für die andere dagegen gut strukturiert sein können. Dies wäre zum Beispiel der Fall, wenn ein Novize beziehungsweise ein Experte ein schwieriges Rechenproblem lösen sollen. Dies trifft aber nur dann zu, wenn dem Experten eine formale, allgemein anerkannte Lösung bekannt ist. Das Problem: „Welche Haltung sollten die Vereinigten Staaten bezüglich ihrer Handelsbeziehungen mit China einnehmen?“ ist sowohl für Novizen als auch für Experten relativ schlecht strukturiert. Der Experte mag zwar eine detailliertere und ausführlichere Repräsentation als auch eine fundiertere Lösung entwickeln, jedoch können verschiedene Experten durchaus anderer Meinung sein. Dieses könnte auf verschiedene Überzeugungen oder auf eine andere Gewichtung der Barrieren zurückzuführen sein.

Entwicklung der Datenbasis

Untersuchungen zum Lösen schlecht strukturierter Probleme sind in unterschiedlichen Kontexten durchgeführt worden. Dieser Abschnitt faßt — ohne Anspruch auf Vollständigkeit — vorliegende Forschungsergebnisse zusammen.

Strukturelle Komplexität: Dörner und seine Kollegen (Dörner, 1980, 1982, 1983; Dörner, Kreuzig, Reither & Stäudel, 1983) untersuchten, wodurch Individuen befähigt werden, Probleme mit beträchtlicher struktureller Komplexität zu lösen. Verschiedene Personen wurden gebeten, als Bürgermeister einer fiktiven Stadt Lohhausen zu fungieren. Der jeweilige „Bürgermeister“ wurde dann über die wirtschaftlichen Bedingungen in Lohhausen informiert und aufgefordert, diese Zustände zu verbessern. Die mit Hilfe eines Computers simulierte Stadt besaß eine Uhrenfabrik, hatte eine Stadtverwaltung, eine Bank, Schulen, kleinere Betriebe und Einkaufsläden. Der jeweilige „Bürgermeister“ konnte die Steuern, die Produktivität, die Beschäftigungsrate, den Wohnungsbau

und andere Faktoren beeinflussen. Über wiederholte Messungen wurden Zielgrößen wie die Entwicklung des Eigenkapitals, der Zufriedenheit, der Produktion und der Zahl der Beschäftigten ermittelt.

Dörner (1980) berichtete, daß einige der Versuchspersonen ziemlich gut abschnitten, andere dagegen nicht. Individuen tendieren im allgemeinen durchweg zu folgenden Fehlern:

(a) Sie ziehen die Veränderung von Prozessen im Zeitablauf nicht genügend in Betracht. (b) Sie haben Schwierigkeiten, mit exponentiellen Veränderungen anstelle von linearen umzugehen. (c) Sie denken in Kausalketten und nicht in kausalen Vernetzungen; sie übersehen Nebeneffekte oder die Interaktion von Variablen. Die Denkprozesse der schlechter abschneidenden Versuchspersonen wiesen folgende Charakteristika auf: (1) Thematisches Vagabundieren, das heißt sie springen von Thema zu Thema und brechen damit aus dem Problemlöseprozeß aus. (2) Verhalten der „Einkapselung“: Wenn sie ein Thema finden, mit dem sie zurechtkommen, dann arbeiten sie nur noch daran. (3) Rückgang der Entscheidungsfreudigkeit. (4) Sie versuchen, die Verantwortung auf jemand anderen abzuwälzen, indem sie zum Beispiel behaupten, daß nicht der Bürgermeister, sondern ein anderer Beamter die Entscheidungsbefugnis habe. (5) Sie machen externe Gründe für das Geschehen verantwortlich und beschuldigen zum Beispiel den Versuchsleiter, das System so programmiert zu haben, daß die Probleme nicht gelöst werden können.

Ein weiteres Ergebnis war, daß, sobald eine Versuchsperson die Kontrolle verlor, aufkommende Furcht ihr Selbstbewußtsein untergrub, und beim Eintreten einer Krise eine „intellektuelle Notfallreaktion“ auftreten konnte, indem man plötzlich zu einer schnellen Reaktionsbereitschaft neigte. Weitere Merkmale dieser Reaktion sind ein Absinken der Selbstreflexion, eine Reduktion der Planungsaktivitäten, vermehrtes Stereotypisieren, verminderte Erkenntnisfähigkeit bezüglich der Verwirklichung eines Planes, risikoreicheres Verhalten, vermehrtes Verletzen von Regeln und verstärkte Fluchttendenzen. Außerdem verminderte die Notfallreaktion das Aufstellen von Hypothesen, machte Ziele weniger konkret und führte dazu, daß Hypothesen zurechtgebogen wurden, da sie nur noch nach verifizierenden, nicht aber nach falsifizierenden Beweisen suchten.

Reither (1981) hat eine ähnliche Studie durchgeführt, in der die Wirtschaft eines fiktiven nordafrikanischen Landes simuliert wurde. Die vorgegebenen Merkmale waren der Realität nachgebildet. Die Untersuchung umfaßte Experten und Novizen. Die Experten waren Individuen, die sechs bis acht Jahre lang in einem Entwicklungsland gelebt hatten, während die Novizen aus postgraduierten Studenten bestanden, die bald in einem Entwicklungsland tätig sein wollten. Das fiktive Land, Dagü, hatte 300 Einwohner, die arme Nomaden waren, eine hohe Geburtenrate aufwiesen, in schlechten Wohnverhältnissen lebten und eine geringe Lebenserwartung hatten. Um den Rinderbestand war es

wegen einer Schlafkrankheit schlecht bestellt, und für Mensch und Tier gab es nur unzureichende medizinische Versorgung. Die Aufgabe der Versuchsperson bestand darin, die Lebensbedingungen zu verbessern und die Bevölkerungsrate zu erhöhen, aber gleichzeitig ein extremes Anwachsen der Bevölkerung zu verhindern. Um dieses zu bewerkstelligen, konnten die Individuen auf verschiedene Art und Weise das Nahrungsangebot, den Rinderbestand, die medizinische Versorgung, die Geburtenkontrolle und andere Faktoren beeinflussen. Die Versuchspersonen mußten die Entwicklung für zwanzig Jahre steuern und sie konnten auf Wunsch Rückmeldungen über die von ihnen durchgeführten Maßnahmen erhalten.

Sowohl die Experten als auch die Novizen konnten die Bevölkerungszahl vergrößern, wobei die Experten einen größeren Zuwachs vorweisen konnten. Während der letzten fünf Jahre ging die Bevölkerung bei beiden Gruppen jedoch wieder zurück. Außerdem trafen die Experten mehr Entscheidungen und berücksichtigten mehr Einflußfaktoren als die Novizen.

Eine ähnliche Reihe von computergestützten Untersuchungen mit ökologischen Fragestellungen wurde von *Spada* und seinen Kollegen entwickelt (*Spada, Opwis, Donnen, Ernst & Schwiersch*, 1987). Die Studie verwendete drei verschiedene Kontexte. Einer beinhaltete ein System der Wasserökologie, der zweite einen Fischereikonflikt, bei dem Abnahme und Aufrechterhaltung des Fischbestandes im Gleichgewicht gehalten werden müssen. Beim dritten ging es um die Auswirkungen des Motorbootverkehrs auf dem Bodensee. Die Studien, die auf die Untersuchung von Themen wie Wissenserwerb und Hypothesenüberprüfung ausgelegt waren, lieferten umfassende Ergebnisse: (1) Die Individuen waren dazu in der Lage, qualitative Kausalmodelle ökologischer Systeme zu bauen, obwohl bereits vorhandenes Wissen manchmal Fehler bei der Problemrepräsentation verursachte. (2) Sowohl *Dörner* als auch *Brehmer und Allard* (1987) berichten, daß Individuen Schwierigkeiten mit der Repräsentation von dynamischen Systemen haben. Sie nehmen zum Beispiel nicht die Wirkung von Exponentialfunktionen oder zeitverzögerten Nebeneffekten wahr. (3) Mit ökologischem Fachwissen konnten die Versuchspersonen den Fischereikonflikt meistern, unzureichendes Wissen führte jedoch zu weniger wirksamen Lösungen. Zudem wurde das ökologische Problem durch soziale Probleme überlagert. (4) Im Falle des Bodensees spielten das zuvor bestehende Wissen sowie vorhandene Wertvorstellungen eine größere Rolle im Entscheidungsprozeß als die zur Verfügung gestellte Information.

Die Forschung zur strukturellen Komplexität hat gezeigt, wie computergestützte, interaktive Umwelten effektiv als Forschungswerkzeug und Unterrichtsmittel eingesetzt werden können. Neben ihrem Beitrag zur Erforschung von Wissenserwerb, Wissensnutzung, der Entwicklung und Überprüfung von Hypothesen haben sie auch

aufgezeigt, inwieweit persönliche Wertvorstellungen eine Rolle bei der kognitiven Verarbeitung spielen können und wie Individuen in krisenähnlichen Situationen reagieren. Von der Problemstruktur her sind die untersuchten Probleme in der Tat in dem Sinne dynamisch, daß die Versuchspersonen lernen müssen, wie sich Bedingungen im Laufe der Zeit verändern und wie ihre eigenen Handlungen solche Bedingungen beeinflussen können. Die Probleme sind allerdings relativ gut strukturiert, da das „Vorgegebene“, die Ziele und Barrieren als klar definiert anzusehen sind. Die Komplexität liegt demnach in der Menge der Information, die die Individuen zu verarbeiten haben, und darin, daß die Parameter sich im Laufe der Zeit verändern.

Politikwissenschaft: Forschungen im Bereich der internationalen Beziehungen wurden von Voss und seinen Kollegen (*Voss, Greene, Post & Penner, 1983; Voss, Tyler & Yengo, 1983; Voss & Post, 1988*) durchgeführt. Experten, Novizen sowie Individuen mit unterschiedlicher Expertise wurden mit einem oder mehreren Problemen konfrontiert; zugleich wurden Protokolle zum „Lauten Denken“ erhoben. Bei einem Problem ging es zum Beispiel um die sowjetische Landwirtschaft. Auf einen Punkt gebracht, war die Fragestellung in etwa so formuliert: „Wenn Sie der verantwortliche Leiter des sowjetischen Landwirtschaftsministeriums wären, wie würden Sie den Ernteertrag steigern?“

Unter anderem ließen sich folgende Schlußfolgerungen aus der Analyse der Protokolle ziehen: (1) Wie durch andere Untersuchungen schon bestätigt (*Larkin, McDermott, Simon & Simon, 1980*), verwendeten Experten beträchtliche Zeit und Anstrengung darauf, eine Problemrepräsentation zu entwickeln. Dieser Prozeß beinhaltete die Beschreibung und Analyse der bisherigen Entwicklung des Problems (auch die Beschreibung und Erklärung bisher erfolgloser Lösungsbemühungen), das Aufzählen einiger Barrieren des Problems, die Benutzung weicher Methoden wie Umdefinition oder Zerlegung des Problems, um es in ein leichter zu handhabendes Problem umzuwandeln, und schließlich die Entwicklung einer möglichen Lösung mit nachfolgender Erklärung, warum diese Lösung nicht greifen könnte. Die Repräsentationsphase beinhaltete somit die Benutzung weicher Methoden, um das Problem leichter bearbeiten zu können und um Informationen vom Gedächtnis zu erhalten. Das übergeordnete Ziel der Repräsentationsphase war die Isolierung der zentralen Verursachungsgründe des Problems, obwohl niemand dieses Ziel artikulierte.

(2) In der Lösungsphase versuchten die Experten typischerweise, eine abstrakte Lösung zu finden, die die konkreteren Probleme umfassen würde. Zum Beispiel bestand eine Lösung zum Problem der sowjetischen Landwirtschaft darin, für größere Kapitalinvestitionen zu sorgen, denn das, so die Experten, würde die Entwicklung einer Infrastruktur nach sich ziehen; hierzu gehört es, eine Kunststoffindustrie sowie das Transportwesen auszubauen; Lagerungsmöglichkeiten zu schaffen, Ersatzteile für Traktoren zur Verfügung zu stellen und weitere

Bedürfnisse zu erfüllen. Von großer Wichtigkeit war auch das Ergebnis, daß die Experten in der Lösungsphase ihre jeweilige Lösung rechtfertigten durch (a) Aufzeigen, wie die Lösung zum Erfolg führen würde, und (b) In-Betracht-Ziehen möglicher Gegenkritik zur Lösung und gleichzeitigem Aufzeigen, wie dieser Kritik entgegengetreten werden könnte.

(3) Novizen haben die Repräsentations- und Lösungsphasen nicht klar voneinander getrennt, sondern stattdessen verschiedene Möglichkeiten aufgezählt, wie zum Beispiel „Fruchtwechsel“, die bei der Lösung des Problems helfen könnten. Diese Punkte waren für die Experten im allgemeinen Unterprobleme auf einer niedrigeren Stufe, die bei einer abstrakteren Lösung automatisch mitbehandelt würden.

(4) Die Protokolle von Chemikern, graduierten Studenten und Politikwissenschaftlern, die ihre Expertise nicht auf dem Gebiet der Sowjetunion hatten, zeigten auf, daß diejenigen, die ein den Sowjetexperten vergleichbares akademisches Niveau hatten (Doktorgrad, wenngleich in einem anderen Bereich, wie z.B. Chemie), wie Novizen abschnitten. Dieses Ergebnis wurde einem Mangel an Wissen oder fehlender Vertrautheit mit politikwissenschaftlichen Problemlösungsmethoden zugeschrieben. Dabei zeigten die graduierten Studenten und die nicht auf die Sowjetunion spezialisierten Politikexperten ein den Sowjetexperten sehr ähnliches Problemlöseverhalten, das aufgrund einer offensichtlich unzureichenden Datenbasis allerdings weniger ausgebaut war.

(5) In bezug auf *Simons* (1973) Behauptung, daß schlecht strukturierte Probleme zu gut strukturierten Problemen reduziert würden, unterstützen die Befunde von *Voss et al.* diese Sichtweise. Zur gleichen Zeit aber verweisen sie auf die Tatsache, daß bei einer Anzahl von Fällen schlecht strukturierte Probleme in hohem Maße ausführliche Umformulierungen benötigen, um gut strukturierte Probleme zu werden. Zum Beispiel könnte für die Durchsetzung einer außenpolitischen Entscheidung des Präsidenten im Falle Nicaraguas ein schrittweises Vorgehen nötig sein. Wenn diese Entscheidung nun immer besser strukturiert wird, könnten bürokratische Maßnahmen die Durchführung ändern und/oder verzögern (*Halperin*, 1979).

In einer Ausweitung ihrer früheren Arbeiten untersuchten *Voss, Wolfe, Lawrence und Engle* (in Druck) Problemlösen in vier politischen Kontexten. Zwei davon beinhalteten die Sammlung von Protokollen: In einem Fall ging es um Lösungen des Problems der deutschen Wiedervereinigung, erarbeitet von Experten und Novizen, im anderen ging es um die Bedrohung durch einen Nuklearkrieg aus der Sicht der Australier und der Amerikaner. Die beiden anderen Situationen wurden durch Berichte von Kommissionen bestimmt, die vom amerikanischen Präsidenten eingesetzt worden waren und sich mit Problemen des Koreakrieges bzw. mit der Raketenkrise auf Kuba zu beschäftigen hatten. Berichte über die Vorgehensweisen dieser Komitees wurden analysiert und publiziert (z.B. *Allison*, 1971; *Snyder & Paige*, 1958).

Die Befunde legen nahe, daß Individuen nicht automatisch Alternativen zu einer bestehenden Situation schaffen, sondern daß sie das nur dann tun, wenn eine schon vorhandene Repräsentation nicht zu einer akzeptablen Lösung führt. Die Studie zeigt ferner, daß in der Gruppe keine Alternativen auftauchen, wenn die Gruppenmitglieder, wie im Falle des Koreakrieges, offensichtlich über eine einheitliche Problemrepräsentation verfügen. Wenn Individuen jedoch verschiedene unterschiedliche Repräsentationen haben, dann werden auch verschiedene Lösungen vorgeschlagen, wie dies zum Beispiel bei der kubanischen Raketenkrise der Fall war. Es wird dann eine Entscheidung getroffen, die auf einer Bewertung der Ergebnisse der verschiedenen Alternativen im Hinblick auf die eigenen Ziele beruht.

Diese Forschungsergebnisse in der Literatur über internationale Beziehungen zeigen die Wichtigkeit multipler Faktoren bei der Lösung schlecht strukturierter Probleme im Rahmen außenpolitischer Entscheidungen auf. Während Politikwissenschaftler den Ausdruck „Definition der Situation“ benutzen (*Pruitt*, 1965), was ungefähr dem Konzept der Problemrepräsentation entspricht, haben sie die große Anzahl von Zielen angesprochen, die ein Problemlöser bei der Entwicklung einer Repräsentation berücksichtigen muß. Die Wichtigkeit der Stellung einer Person in der Bürokratie wurde untersucht (*Halperin*, 1979) sowie die zahlreichen Ziele, die für Entscheidungsträger, wie zum Beispiel Präsidenten, Bedeutung haben. Während der kubanischen Raketenkrise, zum Beispiel, hat Präsident *Kennedy* sich von inländischen Zielsetzungen leiten lassen, wie die Auswirkungen für die Demokratische Partei, und von seinen eigenen Zielen, wie die Vermeidung einer Anklage wegen Amtsmißbrauchs. Robert *Kennedy* hat sogar Anspielungen auf kulturelle Ziele gemacht, wobei es um die moralische Tradition der Vereinigten Staaten ging (*Allison*, 1971). Bei einem Festvortrag für die International Studies Association hat *Hermann* (1990) schließlich festgestellt, daß das Treffen außenpolitischer Entscheidungen nach der Art von schlecht strukturierten Problemen analysiert werden sollte.

Rechtswissenschaft: Lawrence (1988; in Druck) hat den Problemlöseprozeß bei australischen Magistraten untersucht, die mit Rechtssprechungs- und Verurteilungsbefugnissen ausgestattet sind. Nachdem *Lawrence* Daten von sehr erfahrenen als auch von unerfahrenen Magistraten erhalten hatte, vertrat er den Standpunkt, daß jeder Magistrat einen Bezugsrahmen hätte, der seinen rechtlichen Standpunkt wiedergäbe. *Lawrence* formulierte anschließend ein „Wenn-dann“-Modell des Rechtsprechungsprozesses. Die „Wenn“-Komponente besteht aus dem Bezugsrahmen des Magistrats und aus äußeren Barrieren. Die „Dann“-Komponente besteht darin, daß der Magistrat eine Auswahl aus den verfügbaren Informationen trifft und diese unter Beachtung des Rechts zu Schlußfolgerungen in der Form von Urteilen verdichtet. Bei der Beobachtung von zwei erfahrenen und einem neuen Magistrat bemerkte *Lawrence*, daß die erfahreneren Magistrate die Fälle jeweils individuell

verhandelten, wobei sie besondere Umstände berücksichtigten. Der neue Magistrat hingegen schien vorwiegend damit beschäftigt zu sein, genau die Gerichtsnormen zu beachten. Des weiteren geht aus den Analysen von *Lawrence* klar hervor, daß der Urteilsfindungsprozeß hierbei entscheidend ist, da die Magistrate an diesem Punkt ihre Erfahrung aus früheren Fällen einbringen. Das Verhalten wird damit mehr von der Situation als von Vorschriften bestimmt. Was anscheinend geschieht, ist folgendes: Die Magistrate entwickeln schematische Vorgehensweisen, die sie in die Lage versetzen, zum rechtlichen Kern des Problems vorzudringen. Hierbei benutzen erfahrene Magistrate Schemata, die auf Erfahrungen beruhen, wenig erfahrene Magistrate hingegen Schemata, die auf den von ihnen wahrgenommenen Vorschriften und Regeln des Systems beruhen.

Ein weiterer rechtlicher Kontext, für den Problemlösen untersucht wurde, ist der der Entscheidung von Bewährungshelfern, welche Individuen auf Bewährung entlassen werden sollten (*Carroll, 1978; Carroll & Payne, 1977*). Ähnlich wie bei der Untersuchung von *Lawrence* benutzten Bewährungshelfer Schemata, um ihre Entscheidungen zu treffen. Die Schemata konzentrierten sich auf Kriterien wie die Wahrscheinlichkeit der Resozialisierung oder die soziale Umgebung, in die der Bewährungssuchende entlassen würde.

Medizin und Familienverhalten: Ein weiteres Gebiet, das untersucht wurde, ist die Art und Weise, wie Krankheit wahrgenommen wird und wie Familiensysteme mit Krankheit vor der Diagnose, während der Behandlung und in der Rehabilitierungsphase umgehen (*Leventhal, Leventhal & Nguyen, 1985*). Faktoren wie Verleugnung können eine Rolle bei der Repräsentation der Krankheit durch das Individuum spielen. Die jeweils entstandene Repräsentation kann durch Familienmitglieder verstärkt werden. Bei ihren Versuchen, mit der Krankheit zurechtzukommen, tendieren Individuen dazu, ihre Krankheit aufgrund von vier Parametern abzuschätzen: die Art der Krankheit, Gründe für die Krankheit, Konsequenzen und Dauer der Krankheit. In Anhängigkeit vom Wert, der diesen Parametern beigemessen wird, muß das Individuum eventuell eine neue Repräsentation der Krankheit entwickeln, um Verhaltensweisen für den Umgang mit der Krankheit ausbilden zu können. Wird zum Beispiel eine tödliche Krebsdiagnose gestellt, so bewirkt dies für gewöhnlich eine beachtliche Veränderung der Selbstwahrnehmung und der Ziele der betroffenen Person. Die Bedeutung der Problemdefinition wurde auch bei Behandlungen mit Hilfe von Verhaltensmodifikation und kognitiver Therapie unterstrichen (*D'Zurilla & Goldfried, 1971; Nezu & D'Zurilla, 1981*).

Finanzwesen: *Bowman* und Kollegen (*Bowman, 1984; Bowman, Frishkoff & Frishkoff, 1987*) haben untersucht, auf welche Art Experten und Novizen unter Finanzberatern Entscheidungen treffen. Den Beratern wurden Finanzberichte vorgelegt; gleichzeitig wurden sie gebeten anzugeben, ob sie eine Investition empfahlen. Mit Hilfe der

Methode des „lauten Denkens“ wurden Protokolle angefertigt und anschließend die Protokolldaten kodiert. Die Häufigkeit bestimmter Aussagen innerhalb jeder Kategorie wurde dann bestimmt (*Bouwman et al.*, 1987): Lesen und Überprüfung (42%), logisches Denken (24%), Formulierung von Zielen (10%), Aufrufen von Information aus dem Gedächtnis (4%), Kommentieren (19%) und Interaktion mit dem Versuchsleiter (2%). Außerdem haben die Experten aktiv nach Information und neuen Trends gesucht, Widersprüche beachtet und „ein Gefühl für die Firma entwickelt“. Die gezielte Informationssuche von Experten wurde auch bei Beurteilungsfragen im medizinischen Bereich von *Johnson* (1988) gefunden. Diese Untersuchungen, die denen aus dem juristischen Bereich sehr ähneln, verdeutlichen, auf welche Weise komplexe Probleme mit einer potentiell hohen Informationsfülle zu gut strukturierten Problemen reduziert werden, indem das Individuum eine Anzahl von Heuristiken entwickelt. Ähnlich berichten *Ericsson und Polson* (1988), daß ein Kellner, der sich eine extrem große Anzahl von Bestellungen merken konnte, dieses mit Hilfe von Heuristiken meisterte.

Wirtschaft: Voss, Blais, Means, Greene und Ahwesh (1986) untersuchten, wie Novizen, also Individuen mit ein oder zwei wirtschaftswissenschaftlichen Kursen, und naive Individuen, also solche, die keine Kurse besucht hatten, Probleme in bezug auf Automobilpreise, Staatsdefizit und Inflation lösen würden. Bei den sogenannten naiven Individuen wurde noch unterschieden, ob sie über eine College-Ausbildung verfügten oder nicht. Die Ergebnisse zeigten, daß die Qualität der Lösung davon abhing, ob die Betroffenen Individuen ein College besucht hatten. Die Belegung von Wirtschaftskursen war hingegen unwichtig. Die Qualität der Leistung wurde durch die Fähigkeit bestimmt, mit dem vorhandenen Wissen die richtigen Schlußfolgerungen zu ziehen. Außerdem tendierten Individuen, die das College nicht besucht hatten, zu einfachen, durch Regeln bestimmten Repräsentationen der Situationen, wohingegen Individuen, die über eine Collegeausbildung verfügten, differenziertere Repräsentationen bildeten, wobei sie ihre Qualifikationen einbrachten und folgerichtiger argumentierten.

Organisationstheorie: Lyles und Mitroff (1980) haben untersucht, wie Probleme in einem Betrieb formuliert werden. Indem sie Daten einer großen Anzahl von Managern in höheren Positionen erhoben, fanden sie heraus, daß 90% der von den Managern definierten Probleme als schlecht strukturiert angesehen wurden. Zwei Drittel der Probleme kamen aus dem Bereich der internen Organisation, des Führungsstils und der Langzeitplanung. Ein Grund für dieses Ergebnis mag darin liegen, daß Manager gut strukturierte Probleme vielleicht nicht als Probleme betrachten. Die Manager berichteten außerdem, daß sie sich über 80 Prozent der Probleme bewußt waren, noch bevor sie irgendwelche Daten zu Gesicht bekamen, die auf das Problem hinwiesen, oder bevor sie von einem Mitarbeiter über das Problem informiert

wurden. Dieses Ergebnis spricht dafür, daß Experten dazu in der Lage sind, Hinweise mit einem geringen Informationsgehalt zur Identifizierung von Problemen zu benutzen.

Analyse von Dialogen: Eine weitere sehr interessante Frage im Zusammenhang mit der Lösung schlecht strukturierter Probleme ist die Analyse von Lösungsprozessen, die im Rahmen einer Problemsituation von mehreren Beteiligten in Form eines Dialogs versucht wird. *Clarke und Carss* (1988) führten eine solche Analyse im Kontext einer Schulklasse durch. *Pontecorvo* (1987) hat in ähnlicher Weise die Wichtigkeit eines Überzeugungsdialogs für den Lernprozeß vertreten. *Hastie, Penrod und Pennington* (1983) haben in ihrer Arbeit über die Entscheidungen von Geschworenen herausgefunden, daß die Jury-Mitglieder eine Art Szenario aus den mit dem Verbrechen in Verbindung stehenden Ereignissen bilden, und daß die Urteile dann von der Rolle des Angeklagten in diesem Szenario abhängen.

Problemformulierung: Eine der Fragestellungen, denen seit neuem vermehrte Aufmerksamkeit zuteil wird, ist das Problemfinden. Darunter versteht man die Art und Weise, wie Individuen ein Problem formulieren und identifizieren, was für sich selbst ebenfalls ein schlecht strukturiertes Problem darstellt. Untersuchungen zu Problemfindungsprozessen in Gruppen wurden von *Moreland und Levine* (in Druck) zusammengefaßt. Wie man den sogenannten Typ-III-Fehler, das Lösen des falschen Problems, vermeidet, wurde von *Volkema* (1986) diskutiert.

Zusätzlich zu den bisher behandelten Forschungsgebieten gibt es zwei weitere, die eng mit dem Lösen schlecht strukturierter Probleme verwandt sind, deren Erforschung aber bisher nicht direkt damit in Verbindung gebracht wurde. Wegen ihrer Relevanz werden diese Gebiete, Treffen von Entscheidungen und Argumentation, hier dennoch behandelt.

Treffen von Entscheidungen: Wie *Voss, Wolfe, Lawrence und Engle* (in Druck) festgestellt haben, stellt die Beziehung zwischen dem Problemlösen und dem Treffen von Entscheidungen ein wichtiges theoretisches Problem dar. Der Hauptberührungspunkt besteht in dem Verhältnis der Problemrepräsentation zu den Alternativen, die gebildet werden, und der Entscheidung, die getroffen wird (*Taylor*, 1974). Das klassische Entscheidungsmodell besagt, daß ein Individuum alle denkbaren Lösungen jeder Entscheidungsalternative durchspielt. Jede Lösung wird dann in bezug auf ihre angenommene Wahrscheinlichkeit und Nützlichkeit bewertet — oder zumindest im Hinblick auf ihre Kosten und ihren Nutzen. Danach wird eine Entscheidung gefällt, die auf irgendeiner Entscheidungsregel beruht, wie zum Beispiel die Alternative zu wählen, die das geringste Verlustrisiko mit sich bringt. Eine Kritik an dem Modell, die besonders im vorliegenden Kontext von Bedeutung ist, ist die, daß es den Ursprung der Alternativen nicht in Betracht zieht.

Um die Wirkung von Faktoren zu untersuchen, die vor dem Fällen der tatsächlichen Entscheidung vorliegen, wurde eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, die Prozeduralisierungstechniken erhoben, wobei das Verhalten vor und während des Entscheidungstreffens sowie die Informationsbeschaffungstechniken mit Hilfe der Methode des lauten Denkens untersucht wurden. Erkenntnisse über Art und Anzahl von Informationen, die ein Individuum sucht, wurden dabei als Daten verwendet.

Payne (1976), der Strategien des Entscheidungsfällens untersucht, gab Versuchspersonen eine Informationstafel, auf der eine Anzahl von Umschlägen angebracht war. Jeder dieser Umschläge hatte eine Aufschrift, wie zum Beispiel „Lärmpegel“. Die Versuchsperson mußte dann entsprechend ihren individuellen Vorlieben ein Appartement wählen. Auf jedes Appartement bezog sich eine Anzahl von Umschlägen. Die Studie beinhaltete die Manipulation von zwei Variablen. Eine der Variablen war die Anzahl der Appartements, 2, 6 oder 12, die andere war die Anzahl der Informationen: 4, 8 oder 12. Das Ausführen der Aufgabe wurde auch hier durch „lautes Denken“ der Versuchsperson begleitet. *Payne* fand heraus, daß die Versuchspersonen bei zwei Appartements direkte Vergleiche anstellten. Sobald mehrere Appartements verglichen wurden, versuchten die Versuchspersonen, die Anzahl der in Betracht gezogenen Appartements zu reduzieren, indem sie sie anhand irgendeines Kriteriums eliminierten. In weiteren Untersuchungen treten *Payne* (1980), *Payne, Braunstein, Carroll* (1978) und *Svenson* (1979) für den Gebrauch solcher Techniken bei der Untersuchung des Verhaltens beim Treffen von Entscheidungen ein, um die Repräsentationsprozesse eines Individuums erfassen zu können.

Eine zweite Frage, die mit dem Verhalten beim Treffen einer Entscheidung in Beziehung steht, ist die, auf welche Art Individuen Alternativen generieren. Die zuvor beschriebene Studie von *Voss, Wolfe, Lawrence und Engle* (in Druck) stützt die Annahme, daß das Ausmaß, in dem Alternativen gebildet werden, von der Anzahl der Repräsentationen abhängt, die innerhalb einer Gruppe bestehen.

Das Generieren von Alternativen wurde auch von *Jungermann, von Ullardt und Hausmann* (1983) untersucht. Unter Verwendung des Modells der sich ausbreitenden Aktivierung wurde die Hypothese aufgestellt, daß die Anzahl der Alternativen zunehmen müßte, wenn die Ziele klarer formuliert würden. Wird jedoch die eigene Position in bezug auf die Ziele herausgestellt, so würde die Anzahl der Alternativen zurückgehen. Beide Voraussagen wurden bestätigt.

In einer Untersuchung über Parkprobleme in einem College und über Probleme bei der Appartementsuche wurden die Versuchspersonen gebeten, alle möglichen Lösungen zu finden und dabei laut zu denken. Die Versuchspersonen fanden relativ wenig Lösungen im Vergleich zu der Anzahl der möglichen. Die Anzahl der Lösungen wurde auch durch besondere Anreize nicht erhöht (*Gettys, Pliske, Manning & Casey*, 1987).

In einer ähnlichen Untersuchung ermittelten *Pitz, Sachs und Heerboth* (1980), daß, wenn jedes Ziel einzeln präsentiert wurde, mehr Alternativen in einer Entscheidungssituation gefunden wurden, als bei einer simultanen Präsentation der Ziele. Vergleichbares fand *Voss* (1989): Wenn Individuen Pro- und Contra-Argumente für vorgegebene Zielsetzungen suchen, schöpfen sie die Zahl der möglichen Argumente bei weitem nicht aus.

Insgesamt liefern die Untersuchungen über die Bildung von Alternativen mindestens vier Beiträge in bezug auf die Lösung schlecht strukturierter Probleme. Erstens stützen die Resultate die Idee, daß die Problemrepräsentation in engem Bezug zu der gefundenen Lösung steht. Wenn zweitens Alternativen gefunden werden sollen, so haben die Ziele einen Einfluß darauf, welche und wieviele Alternativen gefunden werden. Drittens: Wenn Individuen angewiesen und dafür belohnt werden, Alternativen zu finden, generieren sie relativ wenige. Dieses Ergebnis legt die Vermutung nahe, daß eine Repräsentation eine Barriere darstellen kann, selbst wenn diese Repräsentation nicht explizit gemacht wurde. Des weiteren ist es wahrscheinlich, daß Individuen im allgemeinen nur eine Problemrepräsentation generieren und damit die Anzahl der Alternativen, die sie finden könnten, einschränken. Nur in seltenen Fällen generieren Individuen simultan zwei Repräsentationen. Auch scheint es so zu sein, daß die Beibehaltung zweier Repräsentationen am wahrscheinlichsten dann auftritt, wenn diese einander entgegengesetzt sind oder von verschiedenen Standpunkten aus betrachtet werden. Viertens eröffnet die Erforschung des Verhaltens vor einer Entscheidung die Möglichkeit, die Forschung zum Lösen schlecht strukturierter Probleme mit der Entscheidungstheorie zusammenzubringen. Weitere Arbeit ist jedoch erforderlich, insbesondere im Hinblick auf das Zusammenwirken von Repräsentation, Alternativenbildung und dem Treffen von Entscheidungen.

Logisches Denken: Problemlösen und logisches Denken stehen in solch enger Beziehung zueinander, daß eine genaue Unterscheidung wahrscheinlich nicht möglich ist. In der Tat benutzten *Voss, Tyler und Yengo* (1983) *Toulmins* (1958) Argumentationsmodell aus der Rechtsprechung, um das Lösen eines schlecht strukturierten Problems zu analysieren. So konnten *Voss, Greene, Post und Penner* (1983) zeigen, daß am Lösen schlecht strukturierter Probleme eine Problemlösungskontrollstruktur und eine Argumentationsstruktur beteiligt sind. Letztere wird durch die Problemlösungsstruktur gesteuert.

Sowohl das Problemlösen als auch das logische Denken sind zielgerichtete Aktivitäten, wobei Problemlösen im allgemeinen auf das Erreichen einer Lösung hin ausgerichtet ist, während logisches Denken auf das Ziehen richtiger Schlußfolgerungen zielt. Jedoch ist auch beim Problemlösen das Ziehen folgerichtiger Schlüsse Teil des Prozesses. Manchmal ist eine Entscheidung, ob es sich bei einer bestimmten Aufgabe um das Lösen eines Problems oder um logisches Denken

handelt, schwer zu treffen. *Means* (1988) zum Beispiel fragte Kinder verschiedenen Alters und unterschiedlicher Fähigkeitsniveaus: „Was würdest du tun, wenn euer Haus brennte?“ oder „Was würdest du tun, wenn ein Rabauke dich in der Schule schläge?“ Obwohl dies eigentlich Problemfragen sind, analysierte *Means* die Daten im Hinblick auf Regeln des logischen Denkens. Er untersuchte Kinder auf drei verschiedenen Jahrgangsstufen. *Means* fand heraus, daß die Kinder des höchsten Fähigkeitsniveaus besser abschnitten als diejenigen der tieferliegenden Niveaus, während überraschenderweise das Alter sich wenig auswirkte. Gutes Abschneiden war durch eine differenzierte Darstellung des Problems gekennzeichnet, wie zum Beispiel: „Falls es im Papierkorb ausbräche, würde ich es löschen, wenn es aber größer wäre, würde ich die Feuerwehr anrufen“. Der große Effekt der Fähigkeit gekoppelt mit dem minimalen des Alters legen nahe, daß das Lösen schlecht strukturierter Probleme in engem Zusammenhang mit der Intelligenz steht. Dieses Resultat überrascht nicht. Wenn jedoch nach *Means* Fünftkläßler mit guten Fähigkeiten besser abschnitten als Elftkläßler, die durchschnittliche oder geringe Fähigkeiten besitzen, bietet sich die Schlußfolgerung an, daß die Techniken, die beim Lösen schlecht strukturierter Probleme verwendet werden, von Schülern mit größeren Fähigkeiten nicht aufgrund formaler Lehr-Lernprozesse, sondern eher als Nebenprodukt der von ihnen gemachten Erfahrungen erworben werden. In bezug zu diesem Thema steht eine Reihe von Untersuchungen, die in Brasilien zu Straßenlotterien durchgeführt wurden (*Carraher, Carraher & Schliemann*, 1985; *Schliemann & Acioly*, 1989). Es wurde gezeigt, daß Leute ohne Schulbildung komplexe mathematische Berechnungen durchführen konnten, während sie beim Lösen von Problemen, auf die die Lotterieregeln nicht direkt anwendbar waren, schlechter abschnitten als Individuen, die über eine entsprechende Schulbildung verfügten. Diese Ergebnisse stützen daher die Annahme, daß Problemlösetechniken ohne formalen Unterricht erworben werden können.

Zusammenfassung: Die in diesem Abschnitt beschriebene Forschung zeigt, daß sowohl methodologische als auch konzeptionelle Beiträge geleistet worden sind. Arbeiten liegen für verschiedene Gebiete vor. Dies ist aufgrund der generellen Eigenschaften schlecht strukturierter Probleme kaum überraschend. Zur Zeit dominiert das Informationsverarbeitungsmodell, das den Schwerpunkt auf die Problemrepräsentation legt. Es fehlt jedoch Wissen darüber, wie Lösungen aufgrund von Repräsentationsformen erzielt werden. Auch fehlen Untersuchungen zur Lösungsgüte.

Bedeutsame Fragestellungen

Bereichsspezifität: Die oben beschriebene Forschung wurde auf vielen Gebieten durchgeführt. Man muß deshalb die Frage stellen, ob schlecht strukturierte Probleme auf allen Gebieten vorkommen, oder ob zum

Beispiel in den Naturwissenschaften und in der Mathematik nur gut strukturierte Probleme vorhanden sind. Die Antwort zu dieser Frage wurde durch die Arbeit von *Tweney* (1985) erbracht. *Tweney* untersuchte die Aufzeichnungen von Michael *Faraday*, insbesondere die über *Faradays* Entdeckung der elektromagnetischen Induktion. *Tweney*s Bericht zeigt eindeutig, daß *Faraday* mit einem schlecht strukturierten Problem befaßt war. *Faraday* entwickelte eine Repräsentation des Problems aufgrund existierender Beweise und formulierte dann eine Lösung — seine Hypothese über die Beschaffenheit elektromagnetischer Induktion. Er führte daraufhin eine Anzahl von Experimenten durch, die seine Hypothese keineswegs immer unterstützten, durch die er sich aber dennoch in seiner Lösung bestätigt sah. Dies führte zu der Schlußfolgerung, daß schlecht strukturierte Probleme in praktisch allen Gebieten, einschließlich der Mathematik, gefunden werden können. Allerdings werden solche Probleme in Gebieten wie der Mathematik, der Chemie oder der Physik hauptsächlich unter den jeweils offenen Forschungsfragen dieser Wissenschaften vorgefunden. In den Sozial- und Humanwissenschaften trifft man jedoch durchwegs auf schlecht strukturierte Probleme. Dies liegt hauptsächlich daran, daß noch keine Mittel entwickelt wurden, die Probleme in gut strukturierte umzuwandeln. So zeigte *Salmon* (in Druck), daß *Aristoteles* durch das Lösen schlecht strukturierter Probleme auf die Regeln des Syllogismus kam.

McClosky (1985) macht eine ähnliche Aussage über den Wissensstand in einem bestimmten Gebiet, indem er auf Sokrates zurückgeht, der gezeigt hat, daß ein Sklave den Satz des *Pythagoras* beweisen kann. Nachdem *Sokrates* dieses demonstriert hat, kommt der Sklave am nächsten Tag zurück und beginnt zusammen mit *Sokrates* eine weitere Beweisführung für einen Satz, der bisher noch nicht bewiesen war. Nach stundenlangem Nachdenken sagt der Sklave zu *Sokrates*: „Warum machen wir nicht einfach das, was wir gestern getan haben?“ In ähnlicher Weise zeigt *Laudan* (1977), indem er die Geschichte von Wissenschaft im Hinblick auf das Problemlösen untersucht, daß ungelöste Probleme oft weiterhin als ungelöst gelten, auch wenn sie gerade gelöst worden sind.

Das Thema der Bereichsspezifität weist einen weiteren Aspekt auf: Kann angenommen werden, daß das Lösen schlecht strukturierter Probleme im Grunde genommen in allen Bereichen gleich vor sich geht, oder gibt es hier Unterschiede? Die Befunde von *Voss, Greene, Post und Penner* (1983) legen die Vermutung nahe, daß die Lösungsprozesse in allen Gebieten ungefähr gleich verlaufen. Die Lösungsmechanismen ähneln einander; die Unterscheidung von Repräsentation und Lösung scheint zum Beispiel auf allen Gebieten angebracht zu sein. Außerdem sollten die Ziele der Repräsentations- und der Lösungsphase in allen Gebieten ähnlich sein, nämlich sowohl das einschließliche Verstehen des Problems, seiner Ursachen und Barrieren als auch das Finden einer gutbegründeten Lösung. Auf der anderen Seite kann die Bedeutung der Wissensbasis einer Person nicht hoch genug eingeschätzt werden. Wie *Voss et al.*

zeigten, kann ein Experte auf einem Gebiet, ein Novize auf einem anderen sein. Eine weitere Ursache, die für Unterschiede zwischen den verschiedenen Bereichen sorgt und über die wenig bekannt ist, ist die Rolle von Konventionen. Bestimmte Disziplinen formulieren ihre Probleme trotz ihrer Ähnlichkeiten zu anderen Gebieten auf eine bestimmte traditionelle Art und Weise. Die Beschreibung der Lösung eines rechtlichen Problems, eines historischen Problems oder die Interpretation eines Gedichtes können aufgrund der Eigenheiten jedes dieser Gebiete verschieden sein.

Prozeßanalyse: Einer der am schwierigsten zu untersuchenden Bereiche beim Lösen schlecht strukturierter Probleme ist der dem Problemlösen zugrundeliegende Prozeß, bei dem es zwischen den Individuen beträchtliche Unterschiede gibt. Bei verschiedenen Gelegenheiten können sie zum Beispiel jedesmal anders an die Lösung desselben Problems herangehen (*Voss, Greene, Post & Penner, 1983*). Es ist auch schwierig festzustellen, warum ein Individuum bei einem Problem eine Analogie zur Lösungsfindung heranzieht, ein anderes Problem dagegen zerlegt. Eine weitere Herausforderung stellt die Frage dar, wie Informationen im Gedächtnis gefunden und abgerufen werden. Über sorgfältige Beschreibungen gilt es, zu Prozeßanalysen vorzudringen.

Affekte und Motivation: Was im Rahmen der Forschung über schlecht strukturierte Problem ebenfalls fehlt, sind Untersuchungen zur Rolle der Affekte und der Motivation. Wenn man annimmt, daß eine Einstellung eine Überzeugung bezüglich eines Objektes, einer Person oder eines Ereignisses darstellt, die positive oder negative Affekte mit sich bringt (*Petty & Cacioppo, 1981*), dann haben *Voss, Greene, Post & Penner (1983)* Beweise dafür erbracht, daß die Einstellung einer Person den Problemlöseprozeß an seinem Beginn beeinflusst, indem sie eine wichtige Rolle bei der Problemrepräsentation spielt. Es sind weitere Beweise (*Dörner, 1980*) dafür vorhanden, daß Affekte Denken und Selbstreflexion einschränken können und zur Bildung von Stereotypen führen (vgl. *Cottam (1977)* zur stereotypen Wahrnehmung in internationalen Beziehungen). Weiterhin ist anzunehmen, daß im Falle der persönlichen Betroffenheit des Individuums in einer Problemsituation Affekte eine Barriere für die Problemrepräsentation bilden können (*Jungerman, von Ullardt & Hausmann, 1983*). Auch würden bei der Suche nach neuen Informationen im Gedächtnis oder in äußeren Quellen Affekte die Suche beeinträchtigen.

In bezug auf die Motivation tendiert das Informationsverarbeitungsmodell dazu, das entsprechende Motivationskonzept über die Ziele zu definieren, wobei die Ziele typischerweise als „vorgegeben“ betrachtet werden. Eine solche Begriffsbildung läßt die Frage offen, wie die Ziele zustande kommen. Auch müßte man wissen, wie aus der Motivation und aus den entsprechenden Zielen heraus eine bestimmte Repräsentation resultiert. Hierfür ist jedoch eine bessere Definition von Repräsentation nötig (siehe nächster Abschnitt). Eine interessante Studie zur Motivation

wurde von *Huber, Pikowsky und Spranz-Fogasy* (1989) durchgeführt. Diese Autoren untersuchten Mütter und Töchter, wobei die Arbeit im Kontext eines motivationalen Modells durchgeführt wurde, das zwischen den Zielen der beiden Gruppen unterschied. Die Daten wurden im Hinblick auf die Argumentationsmuster interpretiert, können jedoch leicht in bezug auf das Lösen von Konflikten interpretiert werden.

Abhängige und unabhängige Variablen: Versuchsleiter werden bei der Untersuchung des Lösens schlecht strukturierter Probleme mit der Frage konfrontiert, wie eigentlich die abhängigen Variablen zu definieren wären. Bei vielen Untersuchungen wurden Protokollanalysen verwendet; auch wenn mit Hilfe dieser Technik ausführliche Informationen gewonnen werden können, wäre die Entwicklung präziserer und weniger arbeitsintensiver Techniken äußerst nützlich. So liefern Aufgaben zur Informationssuche präzise Informationen — allerdings nicht in der Fülle wie Protokolltechniken. Eher traditionelle Maße, wie zum Beispiel Lösungszeit oder Fehlerquote, sind wenig verwendet worden. Was geschehen könnte, ist, daß die Protokollanalyse zunächst dazu benützt wird, konzeptionelle Vorstellungen über den Problemlöseprozeß zu entwickeln und danach Reaktionszeiten und andere präzise Maße dafür zu verwenden, Hypothesen zu testen, die über die Protokolldaten generiert wurden.

Besonders wichtig wäre die Entwicklung einer Metrik, mit deren Hilfe Unterschiede in der Problemrepräsentation beschrieben werden könnten. So ein Maß würde Vergleiche zwischen Personen erlauben; zugleich ließen sich auch Problemrepräsentationen auf die jeweils gefundenen Lösungen beziehen. Man könnte dann die Übereinstimmung zwischen Repräsentation und Lösung untersuchen und auch, inwieweit verschiedene Repräsentationen zur gleichen Lösung führen oder eine gegebene Repräsentation eine Vielzahl von Lösungen ermöglicht. Solche Maße sind dafür entscheidend, Modelle des Problemlösens und der Entscheidungstheorie zu integrieren.

In bezug auf die unabhängigen Variablen ist eine systematische Untersuchung von Faktoren, die die Entwicklung von Repräsentationen beeinflussen, vonnöten. Bis jetzt haben viele Untersuchungen zu diesem Problem das Experten-Novizen-Paradigma verwendet, wobei typische Unterschiede in bezug auf die Problemrepräsentation beobachtet wurden. Jedoch legen sowohl *Reitmans* Beiträge als auch unsere Arbeiten nahe, daß unter den Experten wie auch unter den Novizen beträchtliche Unterschiede bezüglich der Repräsentation bestehen können. Des weiteren spielen in bestimmten Themengebieten die Überzeugungen und Einstellungen einer Person eine entscheidende Rolle beim Entstehen der Repräsentation. Dieses Untersuchungsgebiet erfordert noch beträchtliche Arbeit.

Evaluation der Lösungen: Was ist eine gute Lösung für ein schlecht strukturiertes Problem? Wie sollten die Lösungen beurteilt werden? Dies sind entscheidende Fragen bei der Untersuchung schlecht strukturierter

Probleme. Bei der Untersuchung gut strukturierter Probleme — selbst wenn es sich um sehr komplexe gut strukturierte Probleme handelt, wie sie von *Dörner* (1980) und *Spada et al.* (1987) untersucht wurden — sind doch Kriterien vorhanden, anhand derer die erbrachte Leistung gemessen werden kann. Bei schlecht strukturierten Problemen gibt es jedoch, wie *Reitman* bemerkte, keine allgemeine Akzeptanz; zumeist liegen verschiedene Meinungen darüber vor, welches die richtige Lösung sei, da Individuen meist verschiedene Vorstellungen über eine bestimmte Angelegenheit haben. Allgemein kann man sagen, daß die Person A in einer besseren Position als die Person B ist, falls ich mit Person A übereinstimme.

Ich behaupte, daß sich die Frage der Evaluation von Problemlösungen durchaus beantworten läßt. Wir müssen hierfür aber unsere Idee vom Charakter schlecht strukturierter Probleme revidieren. Insbesondere müssen wir das Lösen schlecht strukturierter Probleme in den Bereich des logischen Denkens hineinnehmen, genauer, in das Gebiet des informellen logischen Denkens.

Psychologische Untersuchungen des logischen Denkens haben bis vor kurzem Aufgaben aus der formalen Logik, wie zum Beispiel den Syllogismus, und die Argumente der propositionalen Logik verwendet. Der Gebrauch solcher Strukturen hatte zwei Seiten. Erstens besteht eine Analyse typischerweise darin, Aussagen auf logische Formeln zu reduzieren, wie zum Beispiel „Alle A sind B“ oder „Falls p, dann q“, was bedeutet, daß die Analyse inhaltsleer war. Zweitens erfolgt die Evaluation solcher Aussagen durch Validitätsurteile. Entweder ist das Argument gültig oder nicht, was von den Regeln der Logik abhängt. Vor nicht allzu langer Zeit wurde jedoch darauf hingewiesen, daß Individuen selten Strukturen der formalen Logik bei ihren Denkvorgängen benutzen, sondern daß logisches Denken eher informeller Natur ist (siehe *Voss, Perkins und Segal* (in Druck) für eine ausführlichere Diskussion dieses Themas).

Welche Implikationen hat diese Betonung informellen logischen Denkens? Eine ist die, daß eine Evaluation den Inhalt berücksichtigen muß. Außerdem werden Argumente bezüglich ihrer Begründetheit bewertet (*Angell*, 1964; *Salmon*, 1984). Ein Argument besteht zumindest aus einer Schlußfolgerung und einer Prämisse (oder einem logischen Grund). Die Fundiertheit eines Argumentes beruht auf drei Kriterien. Erstens muß die Begründung akzeptabel sein, zweitens muß sie die Schlußfolgerung stützen, und drittens müssen Gründe berücksichtigt werden, die der Schlußfolgerung widersprechen — in anderen Worten: Gegenargumente sind zu berücksichtigen.

Unter diesen Kriterien möchte ich vorschlagen, daß ein schlecht strukturiertes Problem als ein informelles Argument mit bedingter Ausprägung betrachtet wird. „Wenn X, dann Y“, wobei „X“ die Problemrepräsentation und „Y“ die Lösung bezeichnet. Des weiteren ist

es wichtig, daß nicht nur „Y“, sondern sowohl „X“ als auch „Y“ zu begründen und zu legitimieren sind. Das Individuum muß die Vergegenwärtigung des Problems rechtfertigen, indem es Beweise dafür erbringt. Experten tun dies typischerweise, indem sie Geschichte und Entstehungsgründe des Problems beschreiben. Beim Vorliegen der Repräsentation rechtfertigt der Problemlöser die Lösung auf dieselbe Art wie Experten, die sagen, warum gerade diese Lösung funktionieren wird und auf welche Art sie eventueller Kritik begegnen oder mögliche Defizite der Lösung beseitigen können. Sie beschäftigen sich, in anderen Worten, mit Gegenargumenten. Für eine solche Beurteilung muß man die drei zuvor genannten Kriterien heranziehen, nämlich die Annehmbarkeit der Gründe (Rechtfertigungen), die Unterstützung, die die Gründe für die Schlußfolgerung liefern (Repräsentation oder Lösung) und das In-Betracht-Ziehen von Gegenargumenten. Ob eine solche Lösung funktioniert, ist eine empirische Frage.

Der oben genannte Vorschlag hat wenigstens zwei Implikationen: eine methodologische und eine konzeptionelle. So können zum einen im Rahmen dieser Evaluationsverfahren neue Forschungsmethoden entwickelt werden, die ihrerseits wiederum die Evaluation erleichtern. Damit verbesserten sich die Perspektiven einer Erforschung schlecht strukturierter Probleme. Konzeptionell könnten zum anderen die Evaluationstechniken helfen, Forschungsergebnisse zum Problemlösen und zum logischen Schließen zu integrieren und damit Problemlösen und Entscheiden in einen Zusammenhang zu bringen.

Zusammenfassung

Der vorliegende Artikel bietet eine Zusammenfassung der Forschung zum Lösen schlecht strukturierter Probleme. Der Beitrag behandelt auch Themen, die sich in einen Bezug zu diesem Forschungsgebiet bringen lassen. Der wahrscheinlich wichtigste Punkt ist die Tatsache, daß allgemein erkannt wird, daß das Lösen schlecht strukturierter Probleme zusammen mit dem Gebiet des informellen logischen Denkens zwei der wichtigsten Gebiete der menschlichen Denkprozesse darstellen. Obwohl diese Gebiete noch längst nicht erschöpfend untersucht worden sind, wurden dennoch bedeutende Fortschritte erzielt. Vielleicht kann dieser Beitrag weitere Forschungen anregen.

Anmerkung

- ¹ Die Arbeit an diesem Artikel wurde durch die Zuwendung von Forschungsmitteln gefördert, die das Learning Research and Development Center der Universität Pittsburgh vom United States Office of Educational Research and Improvement und von der Mellon Foundation erhalten hat. Die in diesem Artikel zum Ausdruck gebrachten Meinungen stimmen nicht notwendigerweise mit denen dieser Organisationen überein.

Literatur

- AGRE, G.P. (1982): The concept of problem. *Educational Studies*, 13, 121-142.
- ALLISON, G.T. (1971): *Essence of Decision: Explaining the Cuban Missile Crisis*. Boston: Little, Brown.
- ANGELL, R.B. (1964): *Reasoning and logic*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- BOUWMAN, M.J. (1984): Expert versus novice decision making in accounting: A summary. *Accounting, Organizations, and Society*, 9, 325-327.
- BOUWMAN, M.J.; FRISHKOFF, P.A. & FRISHKOFF, P. (1987): How do financial analysts make decisions? A process model of the investment screening decision. *Accounting, Organizations, and Society*, 12, 1-29.
- BREHMER, B. & ALLARD, R. (1987): Development of mental models and heuristics for dynamic problems. In: E. deCorte, J.G.L.C. Lodewijkes, R. Parmentier & P. Span (Eds.), *Learning and Instruction* (pp. 275-284). Oxford/Leuven: Pergamon/Leuven University.
- CARRAHER, T.N.; CARRAHER, D.W. & SCHLIEMANN, A.D. (1985): *Mathematics in the streets and in schools*. *British Journal of Development and Psychology*, 3, 21-29.
- CARROLL, J.S. (1978): Causal attributions in expert parole decisions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 1501-1511.
- CARROLL, J.S. & PAYNE, J.W. (1977): Judgments about crime and the criminal: A model and a method for investigating parole decisions. In B.D. Sales (Ed.), *Perspectives in law and psychology: The criminal justice system* (Vol. 1). New York: Plenum.
- CLARKE, J.A. & CARSS, B.W. (1988): A procedure für analyzing classroom dialogue. *International Journal of Educational Research*, 12, 427-442.
- COTTAM, R.W. (1977): *Foreign policy motivation: A general theory and a case study*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh.
- DORNER, D. (1980): On the difficulties people have in dealing with complexity. *Simulation and Games*, 11, 87-106.
- DORNER, D. (1982): Cognitive processes and the organization of action. In W. Hacker, W. Volpert & M. vonCranach (Eds.), *Cognitive and motivational aspects of action* (pp. 25-34). New York: North Holland.
- DORNER, D. (1983): Heuristics and cognition in complex systems. In R. Groner, M. Groner & W.F. Bischof (Eds.), *Methods of heuristics* (pp. 89-107). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- DORNER, C.D.; KREUZIG, G.W.; REITHER, F. & STAUDEL, T. (1983): *Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität*. Bern: Huber.
- DUNCKER, K. (1945): On problem solving. *Psychological Monographs*, 58:5 (Whole No. 270).
- D'ZURILLA, T.J. & GOLDFRIED, M.R. (1971): Problem solving and behavior modification. *Journal of Abnormal Psychology*, 78, 107-126.
- ERICSSON, K.A. & POLSON, P.G. (1988): A cognitive analysis of exceptional memory for restaurant orders. In M.T.H. Chi, R. Glaser & M.J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 23-70). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- GETTYS, C.F.; PLISKE, R.M.; MANNING, C. & CASEY, J.T. (1987): An evaluation of human act generation performance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 39, 23-51.
- HALPERIN, M.H. (1979): *Bureaucratic politics and foreign policy*. Washington: Brookings Institution.
- HASTIE, R.; PENROD, S.D. & PENNINGTON, N. (1983): *Inside the jury*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- HERMANN, C.F. (1990): Changing course: When governments plan to redirect foreign policy. *International Studies Quarterly*, 34, 3-21.

- HUBER, M.; PIKOWSKY, B. & SPRANZ-FOGASY, T. (1989, September): *Argumentation in family dialogues*. Paper presented at the third European Association for Research in Learning and Instruction (EARLI) Conference, Madrid, Spain.
- JOHNSON, E.J. (1988): Expertise and decision under uncertainty: Performance and process. In M.T.H. Chi, R. Glaser & M.J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 209-228).
- JUNGERMANN, H.; vonULARDT, I. & HAUSMANN, L. (1983): The role of the goal for generating actions. In P. Humphreys, O. Svenson & A. Vbari (Eds.), *Analysing and aiding decision processes* (pp. 223-236). New York: North Holland.
- LARKIN, J.; McDERMOTT, J.; SIMON, D.P. & SIMON, H. (1980): Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- LAUDAN, L. (1977): *Progress and its problems: Towards a theory of scientific growth*. Berkeley: University of California Press.
- LAWRENCE, J.A. (1988): Expertise on the bench: Modeling magistrates' judicial decision making. In M.T.H. Chi, R. Glaser & M.J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 229-260). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- LAWRENCE, J.A. (in press): Informal reasoning in the judicial system. In J.F. Voss, D.N. Perkins & J. Segal (Eds.), *Informal reasoning and education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- LEVENTHAL, H.; LEVENTHAL, E.A. & NGUYEN, T.V. (1985): In D.C. Turk and R.D. Karns (Eds.), *Health, illness and families* (pp. 108-145). New York: Wiley.
- LUCHINS, A.S. (1942): Mechanization in problem solving: The effect of Einstellung. *Psychological Monographs*, 54, 6, (Whole No. 248).
- LYLES, M.A. & MITROFF, I.I. (1980): Organizational problem formulation: An empirical study. *Administrative Science Quarterly*, 25, 102-119.
- MAYER, R.E. (1983): *Thinking, problem solving, cognition*. New York: Freeman.
- MEANS, M.L. (1988): *Who reasons well? A study of informal reasoning among children of different grade and ability levels*. Unpublished doctoral dissertation, University of Pittsburgh.
- McCLOSKEY, D.N. (1985): *The rhetoric of economics*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- MORELAND, R.L. & LEVINE, J.M. (in press): Problem identification by groups. To appear in S. Worchel, W. Wood & J. Simpson (Eds.), *Group process and productivity*. Chicago: Nelson-Hall.
- NEWELL, A. (1969): Heuristic programming: Ill-structured problems. In J. Aronofsky (ED.), *Progress in operations research* (Vol. 3, pp. 360-414). New York: Wiley.
- NEWELL, A. (1980): One final word. In D.T. Tuma & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research* (pp. 175-189). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- NEWELL, A.; SHAW, J.C. & SIMON, H.A. (1958): Elements of a theory of human problem solving. *Psychological Review*, 65, 151-166.
- NEWELL, A. & SIMON, H.A. (1972): *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- NEZU, A. & D'ZURILLA, T.J. (1981): Effects of problem definition and formulation on the generation of alternatives in the social problem-solving process. *Cognitive therapy and research*, 5, 265-271.
- PAYNE, J.W. (1976): Task complexity and contingent processing in decision making: An information search and protocol analyses. *Organizational Behavior and Human Performance*, 16, 366-387.
- PAYNE, J.W. (1980): Information processing theory: Some concepts and methods applied to decision research. In T.S. Wallsten (Ed.), *Cognitive Processes in Choice and Decision Behavior* (pp. 95-115). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- PAYNE, J.W.; BRAUNSTEIN, M.L. & CARROLL, J.S. (1978): Exploring predecisional behavior: An alternative approach to decision research. *Organizational Behavior and Human Performance*, 22, 17-44.
- PETTY, R.E. & CACIOPPO, J.T. (1981): *Attitudes and persuasion: Classic and contemporary approaches*. Dubuque, IA: W.C. Brown Co.
- PITZ, G.F., SACHS, N.J. & HEERBOTH, J. (1980): *Procedures for eliciting choices in the analysis of individual decision*. *Organizational Behavior and Human Performance*, 26, 396-408.
- PONTECORVO, C. (1987): Discussing for reasoning: The role of argument in knowledge construction. In E. deCorte, J.G.L.C. Lodewijks, R. Parmentier & P. Span (Eds.), *Learning and instruction* (pp. 239-250). Oxford/Leuven: Pergamon/Leuven University.
- PRUITT, D.G. (1965): Definition of the situation as a determinant of interactional action. In H.C. Kelman (Ed.), *International behavior: A social-psychological analysis* (pp. 393-432). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- REITHER, F. (1981): Thinking and acting in complex situations. *Simulation and games*, 12, 125-140.
- REITMAN, W. (1965): *Cognition and thought*. New York: Wiley.
- SALMON, M.H. (1984): *Logic and critical thinking*. Orlando, FL: Harcourt Brace Jovanovich Pub.
- SALMON, M.H. (in press): Informal reasoning and informal logic. In J.F. Voss, D.N. Perkins & J. Segal (Eds.), *Informal reasoning and education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- SCHLIEMANN, A.D. & ACIOLY, N.M. (1989): Mathematical knowledge developed at work: The contribution of practice versus the contribution of schooling. *Cognition and Instruction*, 6, 185-221.
- SELZ, O. (1922): *Zur psychologie des produktiven denkens*. Bonn: Cohen.
- SIMON, H.A. (1960): *The new science of management decision*. New York: New York University.
- SIMON, H.A. (1973): The structure of ill-structured problems. *Artificial Intelligence*, 4, 181-201.
- SNYDER, R.C. & PAIGE, G.D. (1985): The United States decision to resist aggression in Korea: The application of an analytic scheme. *Administrative Science Quarterly*, 3, 341-378.
- SPADA, H.; OPWIS, K.; DONNEN, J.; ERNST, A. & SCHWIERSCH, M. (1978): Ecological knowledge: acquisition and use in problem solving and in decision making. *International Journal of Educational Research*, 11, 665-685.
- SVENSON, O. (1979): Process descriptions of decision making. *Organizational Behavior and Human Performance*, 23, 86-112.
- TAYLOR, R.N. (1974): Nature of problem ill-structuredness: Implications for problem formulation and solution. *Decision Sciences*, 5, 632-643.
- TOULMIN, S. (1958): *The uses of argument*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- TWENEY, R.D. (1985): Faraday's discovery of induction: A cognitive approach. In D. Gooding & F.A.J.L. James (Eds.), *Faraday Rediscovered: Essays on the life and work of Michael Faraday, 1791-1867*. London: Macmillan.
- TWENEY, R.D. (in press): Informal reasoning in science. In J. F. Voss, D.N. Perkins & J. Segal (Eds.), *Informal reasoning and education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- VOLKEMA, R.J. (1986): Problem formulation as a purposive activity. *Strategic Management Journal*, 7, 267-270.
- VOSS, J.F. (1989): *On the evaluation of arguments*. Paper presented at meeting at Psychonomics Society, Atlanta, GA.

- VOSS, J.F.; BLAIS, J.; MEANS, M.L.; GREENE, T.R. & AHWESH, E. (1986): Informal reasoning and subject matter knowledge in the solving of economics problems by naive and novice individuals. *Cognition and Instruction*, 3, 269-302.
- VOSS, J.F.; GREENE, T.R.; POST, T.A. & PENNER, B.C. (1983): Problem solving skill in the social sciences. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research theory* (Vol. 17, pp. 165-213). New York: Academic Press.
- VOSS, J.F.; PERKINS, D.N. & SEGAL, J. (in press): *Informal reasoning and education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- VOSS, J.F. & POST, T.A. (1988): On the solving of ill-structured problems. In M.T.H. Chi, R. Glaser, & M. Farr (Eds.), *The nature of expertise* pp. 261-285. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- VOSS, J.F.; TYLER, S.W. & YENGO, L.A. (1983): Individual differences in the solving of social science problems. In R. F. Dillon & R.R. Schmeck (Eds.), *Individuals differences in cognition* (pp. 205-232). New York: Academic Press.
- VOSS, J.F.; WOLFE, C.R.; LAWRENCE, J.A. & ENGLE, R.A. (in press): From representation to decision: An analysis of problem solving in international relations. In R. Sternberg & P. Frensch (eds.), *Complex problem solving: Principle and mechanisms*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- WERTHEIMER, M. (1959): *Productive thinking*. New York: Harper & Row.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. James F. Voss, Learning Research and Development Center,
University of Pittsburgh, 115 Glen David Drive, Pittsburgh, PA 5238, USA.