



Probleme komplexer Problemlöseforschung

Zusammenfassung

Der Beitrag¹ befaßt sich aus kognitionspsychologischer Sicht mit Ergebnissen und Problemen auf dem Gebiet des komplexen Problemlösens. Zunächst wird eine Begriffsbestimmung vorgenommen, bei der wesentliche Eigenschaften eines komplexen Problems angeführt werden. Neben den situativen Anforderungen wird auf die zu ihrer Bewältigung notwendigen Kompetenzen auf seiten des handelnden Akteurs hingewiesen. Daran schließt sich eine kurze Übersicht über einige zentrale Arbeiten an, die das Forschungsgebiet wesentlich bestimmt haben.

In einem weiteren Abschnitt werden Probleme aufgezeigt: Neben dem Problem der Theoriebildung wird auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die Anforderungscharakteristika komplexer Problemstellungen zu benennen. Außerdem kommen das Meßproblem und die damit verbundenen Fragen nach Reliabilität und Validität der diagnostischen Kennwerte zur Sprache.

Ein abschließender Teil versucht, Lösungsvorschläge zu den aufgeführten Problemen zu unterbreiten. Neben einer Rückbesinnung auf traditionelle Theorien der Lern- und Gedächtnispsychologie werden die systematische Konstruktion von Szenarien, die experimentelle Bedingungsvariation sowie die Bemühungen um Replikation zentraler Befunde vorgeschlagen.

Einleitung

»Komplexes Problemlösen« ist die Bezeichnung eines relativ jungen psychologischen Forschungsgebiets, das sich mit der Beschreibung und Erklärung von Phänomenen befaßt, wie sie beim Umgang von Individuen mit komplizierten Systemen auftreten. Typischerweise handelt es sich bei den komplizierten Systemen um computersimulierte Szenarien, in die der Akteur zielgerichtet handelnd eingreifen soll. Das Adjektiv »komplex« charakterisiert somit eine wesentliche Eigenart des verwendeten Stimulusmaterials: Es besteht aus mehreren Variablen (zwischen zwei und mehreren tausend), zwischen denen ein- beziehungsweise wechselseitige Verbindungen existieren. Von »Problemlösen« wird deshalb gesprochen, weil die Überführung des Ausgangszustands in einen (unter Umständen selbständig zu präzisierenden) Zielzustand

nicht auf Antrieb gelingt, sondern das Überwinden von »Barrieren« zwischen Ist- und Sollwerten erfordert.

Charakteristische Merkmale, denen sich ein Akteur in einer derartigen Situation ausgesetzt sieht, lassen sich nach Dörner, Kreuzig, Reither & Stäudel (1983) in folgenden fünf Punkten zusammenfassen:

- (1) Die *Komplexität der Situation*. Diese bezieht sich primär auf die Menge der zu verarbeitenden Informationen, die die zur Verfügung stehende Kapazität bei weitem überschreitet und damit optimale Problemlösung verhindert. Dadurch entsteht zugleich die Notwendigkeit zu starker Informationsreduzierung.
- (2) Die *Intransparenz der Situation*. Hierunter ist zu verstehen, daß nicht alle Informationen, die der Akteur für seine Entscheidungen benötigt, direkt zugänglich sind. Dadurch entsteht die Notwendigkeit zu aktiver Informationsbeschaffung.
- (3) Die *Abhängigkeiten zwischen den beteiligten Variablen*. Es ist nicht nur die bloße Menge an Information zu bewältigen, sondern darüber hinaus zu beachten, in welchen (wechselseitigen) Abhängigkeiten die verschiedenen Wirkvariablen zueinander stehen. Dies bringt die Notwendigkeit von Informationsstrukturierung (im Sinne der Erstellung von Abhängigkeitsstrukturen) mit sich.
- (4) Die *Eigendynamik der Situation*. Dieser situative Aspekt bezieht sich auf die Tatsache, daß nur begrenzt Zeit zum Nachdenken zur Verfügung steht, da sich ansonsten die Situation auch ohne Zutun des Akteurs ändert. Der bestehende Zeitdruck macht eine oberflächliche Informationsverarbeitung und rasche Entscheidungen notwendig.
- (5) Die *Polytelie* (»Vielzieligkeit«) der *Entscheidungssituation*. Hierunter fällt der Tatbestand, daß in komplexen Situationen meistens nicht nur ein Ziel, sondern mehrere, unter Umständen sogar sich widersprechende Ziele verfolgt werden müssen. Dies erzeugt die Notwendigkeit einer mehrdimensionalen Informationsbewertung und des Aufbaus einer differenzierten Zielstruktur mit Regeln zur Konfliktresolution.

Dörner (1986, S. 297) faßt die Anforderungen aus komplexen dynamischen Problemsituationen zusammen unter den Gesichtspunkten (1) der »Informationsgewinnung und -integration«, (2) der »Zielausarbeitung und -balancierung«, (3) der Maßnahmenplanung und Entscheidung sowie (4) des »Selbstmanagements«. Diese Typologie hebt im Unterschied zu der vorher dargestellten und stärker auf die situativen Merkmale abgestellten Klassifikation nun deutlich auf die Verarbeitungsmechanismen des Akteurs ab. Dies führt auch zum nächsten Aspekt, der sich mit Konsequenzen dieser Anforderungen beschäftigt.

Den situativen Anforderungen müssen auf seiten des Akteurs entsprechende *Kompetenzen* gegenübergestellt werden. Hier sind in erster Linie die Konzepte der »epistemischen Kompetenz« (als der Menge und Qualität verfügbaren Wissens über den fraglichen Realitätsausschnitt) und der »heuristischen Kompetenz« (als der Menge und Qualität bereichsspezifischer und bereichsübergreifender Lösungsverfahren) genannt worden (vgl. die Konzepte der epistemischen und heuristischen

Gedächtnisstrukturen bei Dörner, 1976; zum Kompetenz-Konzept der Bamberger Arbeitsgruppe: Stäudel, 1987). Dörner (1986, S. 293 f.) subsumiert diese Kompetenzen unter das Konzept der »operativen Intelligenz«, worunter beispielhaft »Umsicht«, »Steuerungsfähigkeit der kognitiven Operationen« oder auch »Verfügbarkeit über Heuristiken« zu verstehen sind. Darauf ist an dieser Stelle jedoch nicht näher einzugehen.

Der vorliegende Beitrag befaßt sich zunächst in aller Kürze mit einigen zentralen Arbeiten auf diesem Gebiet, um einen Einblick in die Materie zu geben (vgl. auch Funke, 1986), geht dann auf einige Probleme dieser Art von Forschung ein und versucht abschließend, Lösungsvorschläge hierfür zu unterbreiten.

Kurzer Überblick über einige zentrale Arbeiten

Der Beginn der deutschsprachigen Forschungen, die unter dem Titel »Komplexes Problemlösen« rubriziert werden², läßt sich auf den Beginn der siebziger Jahre datieren. Die Bezeichnung »Komplexes Problemlösen« taucht erstmalig in einem Kongreßbericht 1975 auf (Dörner, Drewes, & Reither, 1975).

Die ersten Arbeiten zu diesem Themengebiet kann man als »zentral« bezeichnen, da in ihnen der programmatische Charakter des Vorgehens besonders deutlich formuliert wurde. In »LOHHAUSEN« etwa, dem bekannt gewordenen »Bürgermeisterspiel«, wird die »zeitgenössische Denkpsychologie« dahingehend kritisiert, vor allem Problemsituationen mit wohldefiniertem Ausgangs- und Zielzustand und einer (vor-)gegebenen Menge an Operatoren zu untersuchen, nicht aber den viel wichtigeren »Umgang mit Unbestimmtheit« (vgl. Dörner et al., 1983, S. 100f.). Dies soll genau das Bürgermeisterszenario schaffen, bei dem maximal viel Unbestimmtheit herrscht; es bleibt sogar offen, was genau das Ziel ist, mit dem ein Proband an die Simulation herantreten soll.

Auch eine andere bekannte Arbeit ist hier zu nennen: Schon 1981 publizierte Putz-Osterloh (vgl. auch Putz-Osterloh & Lüer, 1981) eine Arbeit mit dem Simulationssystem »TAILORSHOP«, in der ein Versagen des besten aller psychologischen Meßinstrumente konstatiert wurde: das des klassischen Intelligenztests. Die Stoßrichtung der Kritik ging hier auf die Validität von Intelligenztests: In Frage gestellt wurde deren Prädiktionswert für Bereiche, die intelligentes Handeln erfordern, wie zum Beispiel der Umgang mit dem Wirtschaftsspiel.

Ganz allgemein kann man jedoch festhalten, daß die Resultate der prominenten Studien nicht nur die Verwendbarkeit eines der am besten untersuchten Meßinstrumente psychologischer Diagnostik - eben des Intelligenztests - in Zweifel zogen, sondern vor allem dadurch auffielen, daß sie das katastrophale Scheitern menschlicher Bemühungen in komplexen Szenarien dokumentierten und Gründe dafür aufzu-

führen versuchten. Diese Feststellungen fielen zeitlich eng zusammen mit Krisen überregionalen Ausmaßes, in denen die begrenzten Einflußmöglichkeiten von Menschen offenbar wurden. Nicht zuletzt aus diesem Grund konnte die Beschäftigung mit diesem Forschungsthema soviel Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Eine auch für interessierte Laien geschriebene und spannend zu lesende Darstellung gibt Dörner (1989).

Von dem Elan, der von den frühen zentralen Arbeiten ausging, ließen sich viele Forscher anstecken. Die damals ausgebrochene »Epidemie« ist noch nicht abgeklungen, wie ein Blick auf die Vielzahl vorliegender Szenarien verdeutlicht. Die Tabelle enthält eine aktualisierte Fassung einer Übersicht über verwendete Simulationssysteme, wie sie von Funke (1985) erstmals erstellt wurde.

Ohne im Detail auf einzelne Systeme näher eingehen zu wollen (vgl. hierzu Funke, 1985, S. 115 f.), ist zu der Tabelle anzumerken, daß die Zahl der Szenarien ständig wächst. Daß dieser Zustand nicht wünschenswert ist, macht ein Blick auf die im nächsten Abschnitt dargestellten Probleme dieser Vorgehensweise deutlich.

Probleme

In einer früheren Arbeit (Funke, 1984) habe ich bereits einige Probleme der Forschung zum komplexen Problemlösen angesprochen, die auch von anderen Kollegen ähnlich gesehen wurden (zum Beispiel Eyferth, Schömann & Widwoski, 1986). Seinerzeit wurde im einzelnen behauptet: (1) eine Theoriearmut damaliger Forschung, (2) der geringe Einbezug von Erträgen einschlägiger psychologischer Teilfächer, (3) eine mangelnde fächerübergreifende Kooperation, (4) das noch unvollständige Ausschöpfen des systemtheoretischen Ansatzes, (5) das Fehlen einer Taxonomie für komplexe Problemstellungen, (6) die ungenügende Berücksichtigung des Meßfehlers bei Maßen der Problemlösefähigkeit, (7) eine Tendenz zur bevorzugten Berichterstattung »signifikanter« Befunde sowie (8) ein suboptimales versuchsplanerisches und auswertungstechnisches Vorgehen. Von diesen acht Problemen möchte ich mich hier auf drei beschränken und sie im Lichte neuerer Entwicklungen betrachten.

Das Problem der Theorie-Bildung

Nach wie vor steht einer Vielzahl von empirischen Arbeiten ein vergleichsweise schwacher theoretischer Rahmen gegenüber. Die von Dörner (1982) erstmals vorgestellte und seither mehrfach modifizierte »Theorie der Absichtsregulation« stellt den Versuch dar, möglichst viele relevante Einflußgrößen in einem integrativen Ansatz zu vereinen. Damit verbunden bleibt allerdings das Problem der empirischen Verankerung von Konstrukten wie »Absichtsdruck«, »heuristische und epistemische Kompetenz«. Dies zeigt sich auch an den Stellen, wo die Formalisierung von Annahmen über menschliche Kognitionsvorgänge am weitesten fortgeschritten ist: der Simulation von Verhalten auf einem Rechner. Die hier wiederum exemplarisch herausgegriffene Arbeit von Reichert und Dörner (1988) beschreibt ein »Simulationssystem zweiter Stufe« - eine Simulation des Eingriffsverhaltens -, das die Steuerung eines »Simulationssystems erster Stufe« - hier des Systems KÜHLHAUS - übernehmen kann und dabei, je nach Parametrisierung, unterschiedliches Verhalten generiert, das hinsichtlich mehrerer Kriterien (Sollwertabweichungen, Eingriffshäufigkeiten) dem Verhalten menschlicher Probanden ähnelt. Das Theorie-Problem ist damit jedoch keineswegs gelöst. Vielmehr tauchen zahllose neue Probleme auf, etwa die Frage nach der angemessenen Prüfung des Modells, nach der empirischen Verankerung der Konstrukte usw. Im übrigen ist die »Theorie« - wenn man denn ein Computerprogramm überhaupt mit diesem Etikett versehen darf - nur auf die konkrete Versuchssituation der KÜHLHAUS-Steuerung bezogen, besitzt also keine große Reichweite. Auch der empirische Gehalt dieses Modells ist nicht klar.

TABELLE: Überblick über Simulationssysteme aus dem deutschsprachigen Raum.

Name	Variablenzahl	Literaturangabe ¹
Systeme mit bis zu 10 Variablen		
ALTÖL	8	Fahrenbruck, Funke & Rasche, 1988
GAS-ABSORBER	6	Hübner, 1987
SUMMARIA	8	Gediga, Schöttke & Tücke, 1984
KÜHLHAUS	6	Reichert & Dörner, 1988
MINI-SEE	6	Opwis & Spada, 1985
MONDLANDUNG	3	Thalmaier, 1979
ÖKOSYSTEM	6	Fritz & Funke, 1988
PORAEU	8	Preussler, 1985
SIM002	10	Kluwe & Reimann, 1983
SINUS	6	Funke & Müller, 1988
WELT	4	Eyferth, Hoffmann-Plato, Muchowski, Otremba, Roszbach, Spiess & Widwoski, 1982
Systeme mit bis zu 100 Variablen		
DAGU, DORI	12	Reither, 1981
EPIDEMIE	13	Hesse, Spies & Luer, 1983
MORO	49	Strohschneider, 1986
SIM003	15	Kluwe, Misiak, Ringelband & Heider, 1986
TAILORSHOP	24	Putz-Osterloh & Luer, 1981
TANALAND	54	Dörner & Reither, 1978
TAXI/CASABLANCA	11	Roth, 1987
Systeme mit über 100 Variablen		
ENERGIE	>2000	Vent, 1985
LOHHAUSEN	>2000	Dörner, Kreuzig, Reither & Stäudel, 1983

¹ Für jedes System wurde nur eine Quellenangabe ausgewählt.

Das Theorie-Problem führt zu einer Situation, in der zunächst das Sammeln von Daten opportun erscheint - so kann man jedenfalls das Bemühen einer ganzen Zahl von Forschern auf diesem Gebiet charakterisieren, die eher im Sinne einer »Schrottschuß-Strategie« operieren und möglichst viele Variablen aus möglichst vielen Bereichen erheben. Dem liegt jedoch die meines Erachtens nicht begründete Hoffnung zugrunde, aus den vielen Daten würden sich irgendwann einmal (gesetzmäßige) Zusammenhänge ableiten lassen. Die bisherigen Arbeiten auf diesem Gebiet haben diese Hoffnung nicht bestätigt.

Das Taxonomie-Problem

Das eben geschilderte Theorie-Problem hängt eng mit einem weiteren Problem zusammen, das hier als Taxonomie-Problem bezeichnet wird. Darunter ist zu verstehen, daß bis jetzt nicht klar ist, welche unterschiedlichen Anforderungen durch Problemstellungen im Sinne komplexer dynamischer Simulationssysteme an den Problemlöser gestellt werden. Ein Taxonomie-Problem besteht insofern, als nicht nur eine Liste derartiger Anforderungen zu erstellen wäre, sondern auch eine entsprechende Ordnung in diese Liste gebracht werden müßte. Im Sinne der klassischen Aufteilung in »task analysis« und »problem space« (vgl. Newell & Simon, 1972) bezieht sich das Taxonomie-Problem auf beide Bereiche, da aus der puren Aufgabenbeschreibung heraus noch nicht abzuleiten ist, wie ein konkretes Individuum die Aufgabe perzipiert und in einen Handlungsplan für sich umsetzt. Einige Kategorien der Aufgabenbeschreibungen, wie sie von Dörner et al. (1983) sowie Dörner (1986) entwickelt und weiter vorne kurz beschrieben wurden, eignen sich möglicherweise als Startpunkt für eine derartige Taxonomie.

Auch mit der Arbeit von Putz-Osterloh (1981) wird eine wichtige Dimension in Abgrenzung zu klassischen Intelligenztest-Items hervorgehoben: nicht nur die Analyse vorgegebener Informationen, sondern das aktive Beschaffen relevanter Informationen zählt hiernach zu einer grundsätzlich neuen Anforderung. Aber - und hieran sieht man die Notwendigkeit, den Problemlöser einzubeziehen - die Beschaffung von Informationen hängt natürlich vom Vorwissen des Problemlösers ab (vgl. Funke, 1988) und ist daher kein von ihm unabhängiges Anforderungskriterium.

In einer eigenen Arbeit (Funke, 1990) habe ich einen taxonomischen Rahmen, bestehend aus Person, Situations- und Aufgabenmerkmalen, entworfen, über dessen Brauchbarkeit noch zu entscheiden ist.

Das Meßproblem (Operationalisierung, Reliabilität, Validität)

Das Meßproblem ist von Anfang an zentral für die Forschung in diesem Bereich gewesen (und bis heute geblieben). Dafür gibt es einen einfachen Grund: bei den meisten bisher verwendeten Szenarien gibt es keine normativ verbindlichen Lösungen, bezüglich derer menschliches Lösungsverhalten bewertbar wäre. Während für den »Turm von Hanoi« oder andere »einfache« Problemstellungen die beste Lösung bekannt und berechenbar ist, gelingt dies für komplexe Szenarien mit nichtlinearen Komponenten bisher kaum. Zugleich bieten sich bei den »einfachen« Problemstellungen auch »einfache« Indikatoren an (zum Beispiel Zugzahl, Lösungszeit etc.), die vergleichsweise direkten Aufschluß über eine Person und ihr Lösungsverhalten geben. Bei den komplexen Problemen wirft die Auswahl »einfacher« Indikatoren (zum Beispiel »Endkapital« im Szenario TAILORSHOP) dagegen Probleme auf, da in diesem Fall nicht mehr klar ist, was an diesem Indikator zu Lasten der Personfähigkeit und was zu Lasten von Systemeigenschaften geht. Die Validität derartiger Indikatoren beruht daher überwiegend auf dem Augenschein (vgl. Jäger, 1986).

Aber auch die Reliabilität derartiger Indikatoren für komplexes Problemlösen ist ungewiß, zumindest dann, wenn hier Beobachterratings oder andere subjektive Bewertungsverfahren herangezogen werden. Bei »objektiven« Indikatoren ist dieses Problem ausgeräumt, allerdings bleibt offen, wie hier die Stabilität der Messungen (z. B. Test-Retest-Reliabilität) nachgewiesen werden kann, wenn man etwa den Standpunkt einnimmt, nach einmaliger Applikation eines Simulationsszenarios sei keine erneute Messung dieser »Eigenschaft« möglich (vgl. Strohschneider, 1986; dagegen: Müller, 1989). Dies würde aber nur bedeuten, daß Übung und Lernen eine massive Rolle bei der Bearbeitung spielen. Vielleicht sollte man sich genau auf deren Erfassung konzentrieren.

Lösungsvorschläge

Um nicht nur Defizite konstatieren zu müssen, sondern um auch weiterführende Gedanken einzubringen, sind nachfolgend einige Punkte aufgeführt, von denen man sich eine Verbesserung der Situation erhoffen kann.

(1) Rückbesinnung auf traditionelle Theorien des Lernens, Hypothesentestens und ganz generell des Gedächtnisses. Dieses »konservative« Vorgehen schafft eine stärkere Anbindung an bereits vorliegende und bewährte Konzepte. Exemplarisch für diesen Vorschlag ist die Arbeit von Klahr und Dunbar (1988) zu nennen, in der entdeckendes Lernen in klassischen Termini von Begriffsbildung und Problemlösen beschrieben wird.

(2) Systematisch angelegte Konstruktion von Szenarien, die jeweils spezifische Anforderungen stellen (vgl. auch Hübner, 1989). Exemplarisch hierfür sind Arbeiten der eigenen Arbeitsgruppe zu nennen (Fahnenbruck, Funke & Rasche, 1988; Müller, Funke & Rasche, 1988), in denen ausgehend von einem Standardmodell je nach Fragestellung experimentelle Varianten erzeugt werden, die sich nur in dem fraglichen Merkmal vom Standard unterscheiden. Dieses Vorgehen erlaubt eindeutiger Rückschlüsse auf die Wirkungen der experimentellen Bedingungsvariation, als dies durch Konstruktion jeweils neuer Systeme möglich wäre.

(3) Experimentelle Bedingungsvariation als Ergänzung der »kognitiven Modellierung«. Unbeschadet aller Vorteile, die eine Modellierung von menschlichem Verhalten durch ein Simulationssystem liefert (Präzision, Widerspruchsfreiheit, Geschlossenheit etc.), bleibt das letztendliche Beurteilungskriterium die Konfrontation des Modellverhaltens mit empirischem Verhalten. Um hier entsprechend strenge Prüfungen vornehmen zu können, wird man auf experimentelle Vorgehensweisen zurückgreifen müssen. Die Forschung zum komplexen Problemlösen tut gut daran, nicht nur korrelative Zusammenhänge aufzuweisen (oder als nicht existent zu behaupten), sondern kausale Abhängigkeitsverhältnisse aufzuzeigen, die von den Theorien her begründet werden.

(4) Verstärkte Bemühungen um die Replikation zentraler Befunde. Diese Forderung ist für eine empirisch arbeitende Wissenschaft wie die Psychologie eigentlich eine Selbstverständlichkeit: zu überprüfen, inwiefern einmal gemachte Beobachtungen auch tatsächlich stabile Daten liefern. Dennoch muß diese Forderung hier gestellt werden, da in den Untersuchungen zum komplexen Problemlösen häufig »einmalige« Befunde berichtet werden. Damit würde man der drohenden Inflation mittels Simulationssystemen erzielter »Befunde« möglicherweise begegnen können.

Schlußgedanken

Die kurze Darstellung hat gezeigt: Forschung zum »Komplexen Problemlösen« ist zwar ein erst junger Zweig der denkpsychologischen Forschung, weist aber vergleichsweise hohe Attraktivität auf. Die aktive Auseinandersetzung mit den dabei auftretenden und hier nur angedeuteten Forschungsfragen könnte zu Lösungen führen, die den menschlichen Denkapparat als durchaus leistungsfähig zum Lösen komplexer Probleme ausweisen.

Anmerkungen

¹ Ich danke Dr. Edgar Erdfelder (Bonn) für kritische Anmerkungen zu einer früheren Fassung dieses Manuskripts.

² Diese Bezeichnung ist etwas unglücklich gewählt, da ja nicht unbedingt das Problemlösen komplex ist, sondern komplexe Probleme gelöst werden sollen. Die Bezeichnung »Lösen komplexer Probleme« wäre daher angemessener. Da die kompaktere Sprechweise »komplexes Problemlösen« sich jedoch bereits etabliert hat, soll daran festgehalten werden.

Literatur

- Dörner, D. (1976). Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart: Kohlhammer.
- Dörner, D. (1982). Wie man viele Probleme zugleich löst - oder auch nicht! Sprache & Kognition, 1, 55-66.
- Dörner, D. (1986). Diagnostik der operativen Intelligenz. Diagnostica, 32, 290-308.
- Dörner, D. (1989). Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Hamburg: Rowohlt.
- Dörner, D. & Reither, F. (1978). Über das Problemlösen in sehr komplexen Realitätsbereichen. Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie, 25, 527-551.
- Dörner, D., Drewes, U. & Reither, F. (1975). Über das Problemlösen in sehr komplexen Realitätsbereichen. In W.H. Tack (Hrsg.), Bericht über den 29. Kongreß der DGfPs in Salzburg 1974. Band I (S. 339-340). Göttingen: Hogrefe.
- Dörner, D., Kreuzig, H.W., Reither, F. & Stäudel, T. (Hrsg.) (1983). Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Bern: Huber.
- Eyferth, K., Schömann, M. & Widwoski, D. (1986). Der Umgang von Psychologen mit Komplexität. Sprache & Kognition, 5, 11-26.
- Eyferth, K., Hoffmann-Plato, I., Muchowski, L., Otremba, H., Rossbach, H., Spiess, M. & Widwoski, D. (1982). Studienprojekt Handlungsorganisation. Forschungsbericht Nr. 82-4, korrigierter Nachdruck. Berlin: Institut für Psychologie der TU Berlin.
- Fahnenbruck, G., Funke, J. & Rasche, B. (1988). Vorwissensverträglichkeit, Steuerbarkeit, Steueranforderung und Darbietungsform als Determinanten der Bearbeitung dynamischer Systeme. Berichte aus dem Psychologischen Institut der Universität Bonn, Band 14, Heft 2.
- Fritz, A. & Funke, J. (1988). Komplexes Problemlösen bei Jugendlichen mit Hirnfunktionsstörungen. Zeitschrift für Psychologie, 196, 171-187.
- Funke, J. (1984). Diagnose der westdeutschen Problemlöseforschung in Form einiger Thesen. Mit einigen Anmerkungen von D. Dörner. Sprache & Kognition, 3, 159-172.
- Funke, J. (1985). Problemlösen in komplexen computersimulierten Realitätsbereichen. Sprache & Kognition, 4, 113-129.
- Funke, J. (1986). Komplexes Problemlösen. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Berlin: Springer.

- Funke, J. (1988). Bedingungen und Auswirkungen der Informationssuche und -aufnahme beim Bearbeiten des komplexen Simulationssystems »TAILORSHOP«. Berichte aus dem Psychologischen Institut der Universität Bonn, Band 14, Heft 5.
- Funke, J. (1990). Systemmerkmale als Determinanten des Umgangs mit dynamischen Systemen. *Sprache & Kognition*, 9, 143-153.
- Funke, J. & Müller, H. (1988). Eingreifen und Prognostizieren als Determinanten von Systemidentifikation und Systemsteuerung. *Sprache & Kognition*, 7, 176-186.
- Gediga, G., Schöttke, H. & Tüske, M. (1984). Problemlösen in einer komplexen Situation. *Archiv für Psychologie*, 135, 325-339.
- Hesse, F.W., Spies, K. & Lüer, G. (1983). Einfluß motivationaler Faktoren auf das Problemlöseverhalten im Umgang mit komplexen Problemen. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 30, 400-425.
- Hübner, R. (1987). Eine naheliegende Fehleinschätzung des Zielabstandes bei der zeitoptimalen Regelung dynamischer Systeme. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 34, 38-53.
- Hübner, R. (1989). Methoden zur Analyse und Konstruktion von Aufgaben zur kognitiven Steuerung dynamischer Systeme. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 36, 221-238.
- Jäger, A.O. (1986). Validität von Intelligenztests. *Diagnostica*, 32, 272-289.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Kluwe, R. & Reimann, H. (1983). Problemlösen bei vernetzten, komplexen Problemen: Effekte des Verbalisierens auf die Problemlöseleistung. Hamburg: Bericht aus dem Fachbereich Pädagogik der Hochschule der Bundeswehr.
- Kluwe, R., Misiak, C., Ringelband, O. & Heider, H. (1986). Lernen durch Tun: Eine Methode zur Konstruktion von simulierten Systemen mit spezifischen Eigenschaften und Ergebnisse einer Einzelfallstudie. In M. Amelang (Hrsg.), Bericht über den 35. Kongreß der DGfPs in Heidelberg 1986. Band 1 (S. 208). Göttingen: Hogrefe.
- Müller, H. (1989). Zur Reliabilität verschiedener Indikatoren beim Bearbeiten komplexer dynamischer Systeme. Vortrag gehalten auf der 31. Tagung experimentell arbeitender Psychologen vom 20.-23.3.1989 in Bamberg.
- Müller, H., Funke, J. & Rasche, B. (1988). Wechselseitige Abhängigkeiten: Zum Einfluß von Nebenwirkungen und Eigendynamik auf die Bearbeitung dynamischer Systeme. Berichte aus dem Psychologischen Institut der Universität Bonn, Band 14, Heft 1.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Opwis, K. & Spada, H. (1985). Erwerb und Anwendung von Wissen über ökologische Systeme. In D. Albert (Hrsg.), Bericht über den 34. Kongreß der DGfPs in Wien 1984. Band 1 (S. 258-260). Göttingen: Hogrefe.
- Preussler, W. (1985). Über die Bedingungen der Prognose eines bivariaten ökologischen Systems. Bamberg: Memo Nr. 31 am Lehrstuhl Psychologie II der Universität Bamberg.
- Putz-Osterloh, W. (1981). Über die Beziehung zwischen Testintelligenz und Problemlöseerfolg. *Zeitschrift für Psychologie*, 189, 79-100.
- Putz-Osterloh, W. & Lüer, G. (1981). Über die Vorhersagbarkeit komplexer Problemlöseleistungen durch Ergebnisse in einem Intelligenztest. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 28, 309-334.
- Reichert, U. & Dörner, D. (1988). Heuristiken beim Umgang mit einem »einfachen« dynamischen System. *Sprache & Kognition*, 7, 12-24.
- Reither, F. (1981). Thinking and acting in complex situations. A study of experts' behavior. *Simulation & Games*, 12, 125-140.
- Roth, T. (1987). Erfolg bei der Bearbeitung komplexer Probleme und linguistische Merkmale des Lauten Denkens. *Sprache & Kognition*, 6, 208-220.
- Stäudel, T. (1987). Problemlösen, Emotionen und Kompetenz. Die Überprüfung eines integrativen Konstrukts. Regensburg: Roderer.
- Strohschneider, S. (1986). Zur Stabilität und Validität von Handeln in komplexen Realitätsbereichen. *Sprache & Kognition*, 5, 42-48.
- Thalmaier, A. (1979). Zur kognitiven Bewältigung der optimalen Steuerung eines dynamischen Systems. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 26, 388-421.
- Vent, U. (1985). Der Einfluß einer ganzheitlichen Denkstrategie auf die Lösung von komplexen Problemen. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (=IPN-Arbeitsberichte, Nr. 61).

Sonderdruck aus: KONSTANZER BEITRÄGE
ZUR SOZIALWISSENSCHAFTLICHEN
FORSCHUNG · BAND 5

RUDOLF FISCH · MARGARETE BOOS (HG.)

**Vom Umgang mit Komplexität
in Organisationen**

KONZEPTE - FALLBEISPIELE - STRATEGIEN