

## Komplexes Problemlösen: Beiträge zu seiner Erfassung sowie zur Frage der Bereichs- und Erfahrungsabhängigkeit

Joachim Funke und Walter Hussy

Universität Trier

In einer experimentellen Studie werden zwei Faktoren auf ihre Wirkung hinsichtlich der Lösungsgüte beim Bearbeiten einer komplexen Problemstellung untersucht: die Vorerfahrung des Problemlösers sowie der als Rahmen der Problemstellung dienende Realitätsbereich. Die Hypothesen lauten: weder bereichsspezifische noch erfahrungsbedingte Effekte treten auf, wenn man die in verschiedene Kontexte (hier: Mondlandung versus Kochen) eingebetteten Probleme nur streng genug parallelisiert. Statt dessen wird eine Interaktion beider Faktoren erwartet: nur die Vorerfahrung im angesprochenen Kontext sollte zu besserer Problembewältigung führen. Die nach zwei verschiedenen Aspekten der Lösungsgüte vorgenommene Auswertung bestätigt die Erwartungen nur teilweise: zwar bleiben die Effektstärken beider Haupteffekte minimal, jedoch zeigt sich keine Interaktion. Dieses Ergebnis wird unter Hinweis auf die Schwere des Problems sowie unzureichende Teststärken zurückgeführt.

### 1 Problemeinordnung und Übersicht

Schon seit längerer Zeit konzentriert sich das Interesse der denkpsychologischen Grundlagenforschung auf das Gebiet komplexen menschlichen Problemlösens. Der theoretische Hintergrund ist dabei in der Regel der informationsverarbeitungstheoretische Ansatz. Stellvertretend für eine Vielzahl weiterer Autoren seien hier nur Newell & Simon (1972) aus dem angloamerikanischen und Dörner (1979<sup>2</sup>) aus dem deutschsprachigen Bereich genannt. Ähnlich wie in anderen psychologischen Disziplinen hat sich dieser Ansatz als äußerst fruchtbar erwiesen. Er bildet auch die Grundlage der vorliegenden Arbeit, mit einer spezifischen Elaboration gemäß des SPIV-Modells (Hussy 1979, 1983: Struktur- und Prozeßmodell komplexer menschlicher Informationsverarbeitung).

In dieser allgemeinen, breiten Strömung sind vier Dimensionen zur Einordnung der interessierenden Fragestellung dominierend: a) die Frage nach der Definition und Relevanz komplexer Problemlöseprozesse, b) die Frage nach der Möglichkeit der Erfassung dieser Vorgänge, c) die Frage nach der Spezifität oder Generalität dieser Prozesse für den jeweiligen inhaltlichen Geltungsbereich und d) die Bedeutung des Erfahrungshintergrundes des Problemlösers. In den folgenden Kapiteln wird auf diese Dimensionen detailliert eingegangen. Dieses gilt sowohl für existierende Theorien und empirische Befunde als auch für die spezifischen Anliegen der vorliegenden Studie.

## 2 Elaboration der Fragestellung

Die generelle Aufarbeitung einiger wesentlicher vorliegender theoretischer Ansätze und empirischer Befunde dieser Dimensionen erfolgt in diesem Abschnitt.

### 2.1 Zur Frage der Erfassung komplexer Problemlöseprozesse

Die Kritik an gängigen Labormethoden zur Erfassung von Problemlöseprozessen bezieht sich in jüngster Zeit vor allem darauf, daß ihre Validität in bezug auf alltägliches Problemlösen zumindest fraglich erscheint. Die Annäherung an die Alltagssituation wird allgemein gesprochen durch die erhöhte Problemschwierigkeit, spezifisch ausgedrückt durch den gewählten Realitätsbereich, den hohen Grad der Komplexität der Variablenvernetzung und ihrer Intransparenz zu erreichen versucht (vgl. Dörner 1979<sup>2</sup>, Putz-Osterloh & Lüer 1981, Gediga, Schöttke & Tücke 1982). Die unübersehbare Kritik an diesem Ansatz bezieht sich schwerpunktmäßig auf die mangelnde Objektivität der Quantifizierung der Informationsverarbeitungsqualität und der daraus folgenden mangelnden Validität. Er steht in dieser Hinsicht in deutlichem Gegensatz zu anderen Ansätzen der Analyse von Problemlöseprozessen, die den angesprochenen hohen Grad der Problemschwierigkeit nicht erreichen, die sich darüber hinaus durch eine bewußt gewählte Bereichsneutralität auszeichnen, die andererseits jedoch einen hohen Grad an objektiver Operationalisierung der Informationsverarbeitungsqualität ermöglichen (vgl. Funke & Hussy 1979, 1980; Hussy, Funke, Kindermann & Frensch 1980; Hussy 1982).

Funke (1981) beschäftigte sich intensiv mit diesem Problem und schlägt ein Problemlöseparadigma — das sogenannte Mondlandeproblem — vor, das hinsichtlich der Problemschwierigkeit eine Mittelstellung der genannten

Ansätze einnimmt, hinsichtlich der Operationalisierung der Informationsverarbeitungsqualität jedoch die völlige Objektivität ermöglicht. Aus diesem Grund soll dieses Paradigma in der vorliegenden Untersuchung verwendet werden. Die wesentlichsten Einzelheiten werden in Punkt 3.1.1 knapp mitgeteilt.

### 2.2 Bereichs- und Erfahrungsabhängigkeit komplexer Problemlöseprozesse

Ein spezifischeres Problem als die allgemeine Frage nach der Erfassung komplexer Problemlöseprozesse stellt die Bereichsspezifität dar, aus der Literatur auch bekannt unter den Begriffen „encoding effects“ (Simon 1970), „semantischer Kontext“ (Jülich & Krause 1976), „availability heuristic“ (Tversky & Kahneman 1973), „Generalität kognitiver Strukturiertheit“ (Seiler 1973) usw.

Damit sind auch schon die beiden Hauptinformationsquellen zur anstehenden Frage angedeutet: die epistemische Struktur (Dörner 1979<sup>2</sup>) als Träger des Faktenwissens, die eine bereichsspezifische Organisation aufweist (vgl. Dörner 1974), und die heuristische Struktur (Dörner 1979<sup>2</sup>) als Träger des Operationswissens, mit Hilfe dessen beim Problemlösen der Anfangs- in den Endzustand — unter Überwindung dazwischenliegender Barrieren — überführt werden soll und das in Abhängigkeit vom jeweiligen Realitätsbereich unterschiedlich flexibel und effizient eingesetzt werden kann.

Wir beginnen mit der epistemischen Struktur und ordnen dieser Gedächtniskomponente gängige Forschungskonzepte wie „semantisches Gedächtnis“ (vgl. Collins & Quillian 1972) oder „kognitive Struktur“ (vgl. Schroder, Driver & Streufert 1967; Seiler 1973) zu. Gemeinsam ist diesen Ansätzen, daß langfristig gespeicherte Informationen im menschlichen Gedächtnis nicht chaotisch abgelagert sind, sondern Ordnung — sogenannte Strukturen — aufweisen. Die Beziehungen zwischen den Informationen bilden solche Strukturen. Verschiedene Methoden zu ihrer Erfassung (Greif & Seiler 1973) und Maße zur Beschreibung ihrer Qualität (Scott 1962, Hussy 1977) wurden vorgeschlagen. Obwohl die Frage nach der Generalität der Qualität dieser Strukturen, also nach ihrer realitätsbereichsübergreifenden Gültigkeit, anfänglich kontrovers diskutiert wurde (vgl. z.B. Meinhold 1973, Dörner 1974), mehren sich die Hinweise dafür, daß die Art der Vernetzung der Informationen von Realitätsbereich zu Realitätsbereich (z.B. Schule, Familie, Technik, Straßenverkehr) doch stark variiert (vgl. von Eye, von Eye & Hussy 1980, Hussy & Funke 1982). Daß Eigenschaften der epistemischen Struktur (z.B. kognitive Independenz: Hussy 1977) unmittelbar auf den Problemlöseprozeß

Einfluß nehmen, konnte u. a. dadurch gezeigt werden, daß hohe positive Ausprägungsgrade einen engen Zusammenhang mit der Fähigkeit zur Informationsreduktion beim Problemlösen aufweisen (Hussy 1977; Hussy & Scheller 1977). Die Folgerung, daß das Lösen von Problemen, die in ihrem Aufbau identisch sind, jedoch in verschiedene Realitätsbereiche eingebettet sind oder unterschiedliche Kontexte besitzen, aufgrund der variierenden Strukturqualität in diesen Bereichen unterschiedlich gut gelingt, liegt auf der Hand.

Damit kommen wir zur zweiten Datenquelle für den vorliegenden Fragenkomplex, die heuristische Struktur. Schon 1929 beschäftigte sich Wilkins mit Syllogismen und verglich die Bearbeitung identischer Probleme, dargeboten in abstrakter und konkreter Form ( $A > B$ ;  $B > C$ ;  $\rightarrow A > C$  bzw. Hans > Horst; Horst > Herbert;  $\rightarrow$  Hans > Herbert). Er fand, daß bekannte und konkrete Inhalte fördernd wirken.

Im Bereich der Begriffsbildung griffen Brunner, Goodnow & Austin (1956) die Frage nach der inhaltlichen Anreicherung auf und fanden, daß bei der Darbietung thematisierten Materials (z. B. Personen mit Variationen in Geschlecht, Alter und Pose) die Strategie der sukzessiven Hypothesenprüfung bevorzugt wurde, während bei abstraktem Material (z. B. geometrische Figuren mit Variationen in Form Farbe und Anzahl) die Fokusstrategie überwog. Die von ihnen berichtete Einsparung in der Anzahl benötigter Durchgänge bei der Bearbeitung abstrakten Materials dagegen ist zweifellos einseitig: entsprechen die konstituierenden und zu findenden Begriffsmerkmale den inhaltlich dominanten Hypothesen, so fördert der Inhalt die Begriffsfindung (reduziert die Anzahl benötigter Durchgänge), während im umgekehrten (berichteten) Fall behindernde Bedingungen vorliegen.

In den bisher dargestellten Experimenten wurden abstrakte Probleme weniger in einen bestimmten Realitätsbereich übertragen, sondern eher konkretisiert anhand begrifflichen oder bildhaften Materials. Anders bei Simon (1970), der nicht allein zu einem abstrakten Verteilungsproblem problemstrukturanalogue Versionen aus Wirtschaft und Militär entwickelte, sondern einen zusätzlichen Gesichtspunkt dadurch einbrachte, daß er am Experiment zwei Gruppen von Vpn beteiligte, die hinsichtlich der gewählten Realitätsbereiche unterschiedliche berufliche Vorerfahrung besaßen. Die postulierten Vorteile beziehen sich hier nicht nur auf die Unterschiede in der Bearbeitung abstrakter und konkreter Problemversionen, sondern auch auf die Korrespondenz von Problemkontext und individuellem Erfahrungshintergrund. Diese Interaktion zwischen Bereich und Vorerfahrung blieb allerdings aus. Dagegen zeigten sich die erwarteten Unterschiede zwischen abstrakter und bereichsbezogener Version ebenso wie bei Wilkins bzw. Brunner et al. Die fehlende Wechselwirkung führt Simon u. a.

auf die durch den Bereichsbezug bewirkte, veränderte Problemstruktur zurück.

Dieses kritische Argument gilt unseres Erachtens gerade auch für die interessante Studie von Jülich & Krause (1976), die das bekannte „Kannibalen und Missionare“-Problem ihren Vpn in unterschiedlicher Form präsentierten. Neben der gängigen verbalen Version entwickelten sie zwei mathematische Präsentationsformen, erstens mit Hilfe der Mengentheorie und zweitens in vektoralgebraischer Darstellung. Die von ihnen gefundenen Verarbeitungsvorteile zugunsten der mathematischen, insbesondere der Vektordarstellung, sind alternativ interpretierbar als Folge der unterschiedlichen Explikation der Problemstruktur durch die verschiedenen Instruktionen.

In einer Untersuchung von Walk (1980a, b) zu sequentiellen Vorhersageproblemen wird dieses kritische Argument berücksichtigt: die Übertragung einer abstrakten Version (Symbole) in bereichsbezogene Versionen (Naturbereich, Familienbereich) ist strukturell voll gelungen: die Problemstruktur und -explikation bleiben in allen drei Versionen identisch. Zusätzlich führt Walk einen weiteren essentiell erscheinenden Faktor ein, den der Problemschwierigkeit. Die Resultate überraschen: der erwartete Bereichseffekt bleibt aus. Allerdings zeigt sich eine Interaktion zwischen Realitätsbereich und Problemschwierigkeit in dem Sinn, daß mit zunehmender Problemschwierigkeit der Einfluß des Bereichs abnimmt. Auch hinsichtlich dieser Studie muß ein kritischer Einwand geltend gemacht werden: Walk selbst betont, daß — ähnlich wie bei Brunner et al. (1956) — eine systematische Variation der Anordnungsbedingungen der Bereichsbegriffe hinsichtlich der objektiven Problemstruktur bei der Präsentation des Problems fehlt.

Schließlich demonstrierten jüngst Griggs & Newstead (1982) mit dem THOG-Problem (vgl. Wason & Brooks 1979) die Bedeutung der Explikation der Problemstruktur in beeindruckender Weise. Sie stellten dieses abstrakte hypothetisch-deduktive Problem zur Erschließung eines disjunktiven Konzepts in zwei unterschiedliche inhaltliche Kontexte (Medikamente und Nahrungsmittel). Die zunächst gefundenen Vorteile zugunsten der inhaltsangereicherten Versionen verschwanden allerdings, als die Instruktionen zur abstrakten Version denen der inhaltlichen Versionen angeglichen, also eine analoge Problemstrukturexplikation erreicht wurde.

### 2.3 Spezifikation der Untersuchung

Für die vorliegende Studie ergeben sich aus den voranstehenden Befunden und Erörterungen drei Konsequenzen. 1) Das Mondlandeproblem, das

bezüglich der Komplexität (Transparenz, Vernetztheit usw.) eine mittlere Position einnimmt, dient als Paradigma zur Erfassung komplexen Problemlösens. 2) Mit zwei Versionen dieses Paradigmas, dem Zielannäherungs- und dem Kochproblem wird der Frage nach der Bereichsspezifität komplexen Problemlösens Rechnung getragen. 3) Unterstützt wird dieser Aspekt durch die Berücksichtigung eines unterschiedlichen Erfahrungshintergrundes der am Experiment beteiligten Personen (vgl. Simon 1970). Wir realisieren diesen Faktor dadurch, daß weibliche und männliche Probanden getrennt analysiert werden. Dabei steht nicht die Frage nach Geschlechtsunterschieden per se im Vordergrund. Gängige Informationsverarbeitungsmodelle liefern zu dieser Frage keine plausiblen Unterschiedshypothesen, und die vorliegenden empirischen Befunde sind widersprüchlich (vgl. Maccoby & Jacklin 1974; Fairweather 1976; Voss 1979; Merz 1979). Vielmehr gehen wir davon aus, daß der Elaborationsgrad des Realitätsbereichs „Technik“ bei Männern und „Kochen“ bei Frauen höher ist, also die epistemische Struktur Individuen dieser beiden Gruppen unterschiedlich viel Erfahrung zu den beiden gewählten Problemversionen zur Verfügung stellt.

### 3 Untersuchung

Setzt man die bisherigen Überlegungen um in einen Versuchsplan, so enthält er mit dem Geschlecht und dem Realitätsbereich zwei Faktoren, während das Problemlöseparadigma selbst keiner Variation unterworfen wird (keine Variation der Transparenz-Intransparenz-Dimension; keine Variation der Anzahl determinierender Variablen usw.). Dennoch erhalten wir durch dieses Paradigma einen dritten Faktor. Er ergibt sich daraus, daß die Versuchspersonen das Problem mehrfach bearbeiten (Durchgangsfaktor). Im folgenden werden diese drei Faktoren genauer beschrieben, die Wahl der abhängigen Variablen expliziert, sowie auf die Untersuchungsdurchführung und Versuchspersonenstichprobe eingegangen.

#### 3.1 Untersuchungsplan

Voraussetzung für das Verständnis der hier vorgenommenen Realisierung des Bereichsfaktors ist die Kenntnis des Mondlandeproblems. Umfassende Informationen dazu sind an anderer Stelle zu finden (Funke 1981). Hier soll nur auf die wesentlichsten Merkmale eingegangen werden.

#### 3.1.1 Mondlandeproblem

Die Aufgabe der Vp besteht darin, einen Flugkörper aus einer bestimmten Anfangshöhe und mit einer bestimmten Anfangsgeschwindigkeit auf der Mondoberfläche weich zu landen. Zu diesem Zweck müssen Bremsdüsen mit unterschiedlichem (unbekanntem) Wirkungsgrad betätigt werden. Zwei Nebenbedingungen erschweren dieses Vorhaben: der begrenzte Sauerstoff- und Treibstoffvorrat. Bremsst die Vp zu schwach, dann spart sie zwar Sauerstoff und Treibstoff, verursacht aber eine Bruchlandung, bremsst sie zu stark, so erschöpft sie vorzeitig ihre Vorräte. Es kommt also darauf an, die Bremsmanöver so zu dosieren, daß im Rahmen der gegebenen Bedingungen eine Weichlandung gelingt.

Eine Vielzahl von Varianten dieses Paradigmas ist denkbar. Die hier gewählte Version zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß der Zielpunkt nicht auf die Mondoberfläche, sondern auf 60 Meter über der Mondoberfläche festgelegt wird. Dadurch kommt es nicht zu einem Abbruch des Landungsversuchs durch Bruchlandung, sondern die Vp kann bei Zielüberschreitung gegensteuern. Die Sauerstoffbegrenzung wird dadurch realisiert, daß nur acht Interventionen (Bremsseingriffe) möglich sind. Mit dem achten Eingriff muß die geforderte Höhe und eine Geschwindigkeit von Null Metern pro Zeiteinheit (ZE) erreicht sein. Die Ausgangswerte liegen bei einer Höhe von 100 Metern und einer Fallgeschwindigkeit von 20 Metern pro ZE. Für jeden Eingriff stehen zehn Sekunden Überlegungszeit zur Verfügung. Bei Zeitüberschreitung wird die zuletzt gewählte Bremsstufe eingesetzt. Wir kennzeichnen diese Version des Mondlandeproblems mit dem Namen Zielannäherungsproblem.

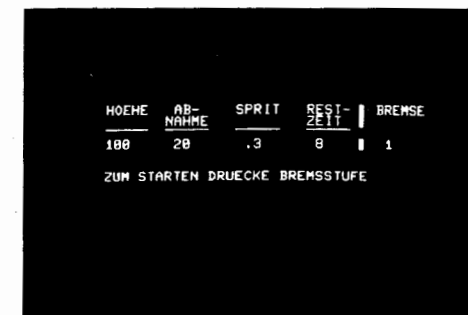


Abb. 1

Die Präsentation des Zielannäherungsproblems auf dem Bildschirm eines Tischcomputers.

Tabelle 1  
Die Effekte der drei Bremsstufen auf Geschwindigkeit und Treibstoffvorrat

Bremsstufe	Geschwindigkeits- reduktion (m/ZE)	Spritreduktion (l)
1	—0.5	0.01
2	1.0	0.04
3	10.0	0.07

Vorgegeben wird das Problem auf dem Bildschirm eines Tischcomputers. Wie aus Abbildung 1 zu entnehmen, enthält dieser alle für die  $V_p$  relevanten Informationen über Höhe, Geschwindigkeit, Treibstoffvorrat und Restzeit (ausgedrückt in der Anzahl verbleibender Interventionen). Die  $V_p$  gibt über die Tastatur des Gerätes die gewählte Bremsstufe (1, 2, 3) ein und erhält sofort die neuen Werte zu den vier relevanten Variablen auf dem Bildschirm präsentiert. In Abbildung 1 ist der Ausgangszustand erfaßt.

Der Lernprozeß der  $V_{pn}$  besteht darin, daß im Laufe mehrerer Zielannäherungsversuche die Variablenvernetzung, expliziert in Tabelle 1, herausgefunden werden muß. Besondere Schwierigkeit bereitet dabei Bremsstufe 1, die für eine ausgeschaltete Bremsdüse steht, deren Geschwindigkeitsreduktion jedoch nicht in 0 m/ZE, sondern — als Konsequenz der Mondanziehungskraft — in einer leichten Erhöhung der Fallgeschwindigkeit besteht. Die Vernetzung der Geschwindigkeit mit der Höhe ist durch Beziehung (1) ausgedrückt:

$$\text{Höhe (neu)} = \text{Höhe (alt)} - \text{Geschwindigkeit (neu)}. \quad (1)$$

Beziehungen (2) und (3) regeln Geschwindigkeit und Sprit:

$$\text{Geschwindigkeit (neu)} = \text{Geschwindigkeit (alt)} - \text{Geschwindigkeitsreduktion}, \quad (2)$$

$$\text{Sprit (neu)} = \text{Sprit (alt)} - \text{Spritreduktion}. \quad (3)$$

### 3.1.2 Bereichsfaktor

Das dargestellte Zielannäherungsproblem ist natürlich nicht bereichsunspezifisch; wir ordnen es dem großen Realitätsbereich Technik zu. Deutlich davon unterschieden wählen wir als Parallelfarm den Bereich Kochen. Der entscheidende Punkt in der Realisierung dieses Bereichsfaktors besteht dar-

in, die Problemstruktur voll zu erhalten, d.h. ein analoges Problem in diesem zweiten Realitätsbereich zu konstruieren.

Das von uns so genannte Kochproblem verlangt von der  $V_p$ , daß mit Hilfe von drei Heizstufen (analog zu den drei Bremsstufen) ein Gericht (analog zum Flugkörper) mit der Ausgangstemperatur von 100°C (analog zur Höhe) in acht Schritten (analog zur Zeit) auf 60°C abgekühlt wird, wobei zu Beginn die Speise sich um 20°C pro ZE abkühlt (= Temperaturabnahme: analog zur Fallgeschwindigkeit). Ziel ist es also, nach acht Interventionen eine Temperatur von 60°C und gleichzeitig eine Temperaturabnahme von 0°C pro ZE herzustellen. Es wird unmittelbar einsichtig, daß hier nicht nur eine strukturelle Analogie zwischen den beiden Versionen besteht (Tabelle 1 und die Beziehungen (1), (2) und (3) gelten auch hier), sondern darüber hinaus auch eine zahlenmäßige Identität. Schließlich wird die strenge Parallelisierung auch hinsichtlich der Instruktion und Problempräsentation durchgehalten. Abbildung 2 zeigt im Vergleich mit Abbildung 1 den identischen Bildschirmaufbau. In Abbildung 3 ist zusätzlich die Instruktionsidentität ausschnittsweise verdeutlicht.

Das zentrale Anliegen dieses Faktors, Bereichseffekte beim Problemlösen zu analysieren, ist damit ermöglicht: die Problemcharakteristika (Struktur, Instruktion, Darbietung) sind invariant, die gewählten Realitätsbereiche dagegen denkbar unterschiedlich.

### 3.1.3 Erfahrungsfaktor

Die Frage der „Realisierungsmöglichkeiten“ dieses zweistufigen Faktors machte uns vergleichsweise wenig Kopfzerbrechen (vgl. 2.3).

### 3.1.4 Durchgangsfaktor

Wie bereits angedeutet kommt dieser Faktor dadurch zustande, daß der  $V_p$  das Problem mehrfach, in diesem Fall neunmal, vorgegeben wurde. Die Ergebnisse von je drei aufeinanderfolgenden Durchgängen wurden zusammengefaßt, so daß dieser dreistufige Faktor vergleichende Analysen zum Lernfortschritt am Anfang, in der Mitte und am Ende der Problembearbeitung zuläßt.

## 3.2 Abhängige Variablen

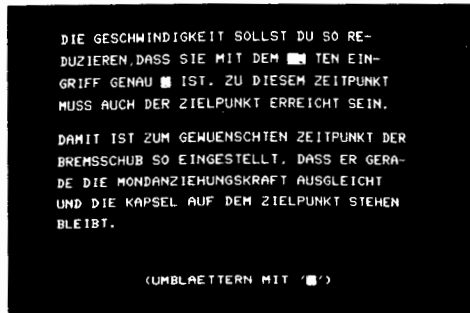
Die eingangs gestellte Frage nach der Operationalisierung der Problemlösequalität muß hier wieder aufgegriffen und kurz diskutiert werden. Eine vollständige und mit Beispielen versehene Erläuterung findet man bei Funke (1981).



Abb. 2

Die Präsentation des Kochproblems auf dem Bildschirm eines Tischcomputers.

a)



b)

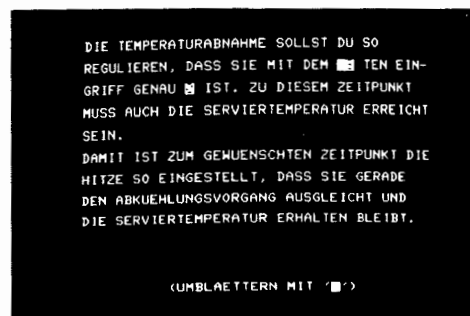


Abb. 3

Vergleich eines Ausschnitts der Instruktion von (a) Zielannäherungs- und (b) Kochproblem.

Er unterscheidet zwischen einer schritt- und zielorientierten Analyse der „Interventionsvektoren“ der Vpn, wobei dieser Interventionsvektor die numerische Darstellung der acht Eingriffe (bremsen, heizen) pro Durchgang beinhaltet (z. B. 1, 3, 2, 3, 1, 1, 2, 2). Der erste Schritt, den beiden Analyseformen noch gemeinsam, ist die Definition eines Abstandsmaßes  $A$  gemäß Beziehung (4)

$$A_t = \sqrt{\Delta G_t^2 \times \Delta H_t^2} \quad (4)$$

Sie bedeutet, daß zu einem gegebenen Zeitpunkt der Zielabstand definiert wird aus dem Produkt von Geschwindigkeits- und Höhendifferenz zum Ziel (vgl. Beziehungen (5) und (6)).

$$\Delta G_t^2 = [\text{Geschwindigkeit (aktuell)} - \text{Geschwindigkeit (ideal)}]^2 \quad (5)$$

$$\Delta H_t^2 = [\text{Höhe (aktuell)} - \text{Höhe (ideal)}]^2 \quad (6)$$

Dieser Abstand kann nach jedem Eingriff der Vp anhand der jeweils resultierenden Zahlen neu bestimmt werden. Er bildet die Grundlage für den im zweiten Schritt zu definierenden Qualitätsindex  $Q$  gemäß Beziehung (7)

$$Q = \frac{A_{\max} - A_{\text{real}}}{A_{\max} - A_{\min}} \times 100, \quad (7)$$

wobei:  $Q$  = Qualitätsindex der zu beurteilenden Interventionssequenz

$A_{\max}$  = maximaler (= schlechtester) Abstand zu Zeitpunkt  $t$

$A_{\min}$  = minimaler (= bester) Abstand zu Zeitpunkt  $t$

$A_{\text{real}}$  = erzielter Abstand im Zeitpunkt  $t$  durch die zu bewertende Interventionssequenz.

Wir erhalten dadurch einen Qualitätsindex für die getroffene Maßnahme, der zwischen 0 (Minimum) und 100 (Maximum) schwankt. Im ersten Schritt ( $t = 1$ ) sind drei Alternativen zu beurteilen; im zweiten Schritt sind es neun, im dritten bereits 27 usw., bis der Problemraum im letzten Schritt ( $t = 8$ ) auf 6561 ( $= 3^8$ ) Alternativen ansteigt.

In diesem zweiten Schritt unterscheiden sich die schritt- und zielorientierte Analyse formal insofern, als  $A_{\max}$  und  $A_{\min}$  einmal am nächsten Schritt und zum anderen am Ziel orientiert sind. Inhaltlich bedeutet diese unterschiedliche Operationalisierung der Informationsverarbeitungsqualität mit den Worten Funkes: „Bei der *schrittweise orientierten Beurteilung* von Handlungsalternativen wird lediglich beachtet, welche Wahl im nächsten Schritt das beste Ergebnis erzielt, d. h. welche das günstigste Abstandsmaß liefert. Unter dieser „kurzsichtigen“ Perspektive nimmt man den aktuellen Zustand zum Zeitpunkt  $t$  und spielt alle möglichen Maßnahmen für den Zeitpunkt  $t + 1$  durch. Die Ergebnisse dieses Probedhandelns führen zur

Auswahl derjenigen Bremsstärke, die den geringsten Abstand zum Ziel bewirkt. Dies muß längerfristig jedoch nicht der günstigste Weg sein. Deswegen kann die *zielorientierte Perspektive* kontrastierend dargestellt werden als eine Tiefenanalyse des Problemraums, bei der diejenige Handlungsalternative (d.h. die Bremsstärke) den Vorzug erhält, die bei Betrachtung aller möglichen folgenden Kombinationen den besten Endwert erzielt. In diesem Fall kann man in der aktuellen Situation eine Bremsstärke wählen, die bei schrittweiser Orientierung ungünstig abschneiden würde, langfristig gesehen jedoch zum Ziel führt.“ (1981, p. 10).

In Verbindung mit dem Durchgangsfaktor nehmen wir auf der Grundlage dieser Überlegungen zwei Formen der Operationalisierung der Problemlösequalität als abhängige Variable wahr: für die schrittorientierte Analyse summieren wir innerhalb eines Durchgangs alle (acht) Qualitätsindizes, in der zielorientierten Vorgehensweise erfaßt der letzte Wert für den gesamten Interventionsvektor das gesamte Prozeßgeschehen.

Zusammenfassend ist noch einmal der eingangs betonte Aspekt hervorzuheben, daß das Mondlandeparadigma — und damit auch die hier eingesetzten Versionen — eine objektive Beurteilung der Leistung des subjektiven Problemlöseprozesses zuläßt. Gleichzeitig muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß bei einer weiteren Steigerung der Problemkomplexität, z. B. eine Erhöhung von drei auf vier Brems-/Heizstufen, ein zeitlicher Rechenaufwand erreicht wird, der tatsächlich beträchtlich ist (der Problemraum besitzt hier schon  $4^8 = 65536$  Alternativen). Dieses Argument ist jedoch ökonomischer und nicht prinzipieller Natur.

### 3.3 Untersuchungsdurchführung und Versuchspersonenstichprobe

Die Untersuchungen wurden in Einzelexperimenten durchgeführt. Sie dauerten jeweils ca. 30 Minuten. Die Zuteilung der Vpn zu einer der beiden Problemversionen erfolgte durch Zufall. Die Instruktion, Versuchssteuerung und Datenregistrierung übernahm der Tischcomputer.

Insgesamt 48 Personen nahmen an dem Experiment teil, gleichverteilt auf die beiden Geschlechter. Ihr Alter lag zwischen 20 und 25 Jahren. Es handelte sich bei ihnen um Studenten der Anfangssemester, überwiegend aus der Studienrichtung Psychologie.

## 4 Hypothesen

Aufgrund der in Punkt 2 dargestellten Befunde und Überlegungen erwarten wir für die gemäß Punkt 3 experimentiertechnisch realisierte Fragestellung die nachstehend knapp skizzierte Effektkonstellation.

Im Gegensatz zu gewichtiger empirischer Evidenz erwarten wir keinen Bereichseffekt. Eine Einflußgröße des Realitätsbereichs auf den Problemlöseprozeß sehen wir in Umfang und Struktur; vor allem letztere bedingt die Hypothesenbildung. Da aber durch die sorgfältige Parallelisierung der Problemstruktur die objektive Problemstruktur in gleicher Weise vermittelt wird, ist dieser Effekt nicht vorhanden oder nur geringfügig ausgeprägt.

Auch der Erfahrungshintergrund — isoliert betrachtet — wird keinen Effekt mit sich bringen, da er sich in den beiden Problemversionen ausgleicht. Dagegen postulieren wir eine Wechselwirkung zwischen diesen beiden Faktoren. Die hier wirksame Einflußgröße sehen wir in der unterschiedlichen Abrufbarkeit notwendiger Operatoren in Abhängigkeit vom Erfahrungshintergrund.

Schließlich postulieren wir einen erkennbaren Lernfortschritt im Laufe der wiederholten Problembearbeitung. Das bedeutet, daß die Vpn in der Lage sind, bei intensiver, andauernder Beschäftigung mit dem Problem dessen Variablenvernetzung zunehmend zu durchschauen. Die in Punkt 2 beschriebene Operationalisierung der Problemlösequalität ermöglicht die Überprüfung dieser Hypothese.

## 5 Ergebnisse

Für die Überprüfung der vier formulierten Hypothesen wird eine varianzanalytische Auswertung (split-plot 22.3) vorgeschlagen, getrennt für die zwei unterschiedlichen Operationalisierungen der AV Lösungsgüte. Homogenität der Varianzen war in beiden Fällen gegeben.

Die varianzanalytischen Ergebnisse für die zielorientierte Auswertung zeigt Tabelle 2.

Es zeigt sich — prima facie — eine weitgehende Bestätigung unserer Annahmen: weder Erfahrung noch Realitätsbereich wirken isoliert auf die AV ein, außerdem finden wir den prognostizierten Durchgangseffekt (legt man ein Alpha-Risiko von 5% zugrunde). Jedoch bleibt die erwartete Wechselwirkung zwischen Faktor A und B nichtsignifikant. Abbildung 4 veranschaulicht den in dieser Analyse bedeutsamen Haupteffekt C (Durchgang).

Wie man sieht, findet über die drei Versuchsphasen eine Leistungssteigerung statt. Einzelvergleiche nach Duncan (vgl. Winer 1970, p. 85f.) weisen nach, daß die dritte Phase sich von den beiden vorangehenden unterscheidet ( $C_1C_3 : \alpha < .01$ ,  $C_2C_3 : \alpha < .05$ ), während der Fortschritt von der ersten zur zweiten Phase nicht bedeutsam ist. Das nach Bredenkamp (1980, p. 52) korrigierte multiple  $R^2$  als Maß für die mit der vorgestellten Analyse aufgedeckten Varianz beträgt im übrigen 0.155 bei Verwendung aller Prädiktoren.

Tabelle 2  
Ergebnisse der dreifaktoriellen Varianzanalyse Erfahrung  $\times$  Bereich  $\times$  Durchgang für die zielorientierte Auswertung

Variationsquelle	FG	MQS	F	p
<i>Zwischen Vpn</i>				
A (Erfahrung)	1	423.67	2.07	.16
B (Bereich)	1	556.17	2.71	.11
A $\times$ B	1	242.84	1.19	.28
Vpn (innerhalb)	44	204.90		
<i>Innerhalb Vpn</i>				
C (Durchgang)	2	372.21	4.70	.01
C $\times$ A	2	45.13	0.57	.57
C $\times$ B	2	169.09	2.14	.12
C $\times$ A $\times$ B	2	52.09	0.66	.52
C $\times$ Vpn	88	79.18		

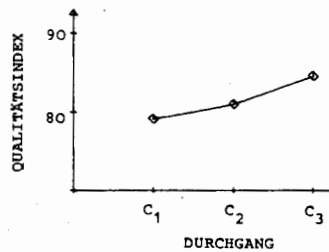


Abb. 4

Veranschaulichung des Haupteffekts C (Durchgang; zielorientiertes Maß).

Die Ergebnisse der Varianzanalyse über die schrittorientierte Auswertung zeigen ein ähnliches Bild (siehe Tabelle 3).

Wiederum bleiben erwartungskonform die Haupteffekte A und B aus, wieder ergibt sich entgegen unserer Prognose keine Interaktion zwischen A und B, und schließlich bleibt diesmal Haupteffekt C aus, der allerdings in Verbindung mit Faktor B zu einer auf dem 5%-Niveau signifikanten Interaktion führt. Abbildung 5 veranschaulicht diese Interaktion.

Tabelle 3  
Ergebnisse der dreifaktoriellen Varianzanalyse Erfahrung  $\times$  Bereich  $\times$  Durchgang für die schrittorientierte Auswertung

Variationsquelle	FG	MQS	F	p
<i>Zwischen Vpn</i>				
A (Erfahrung)	1	614.63	2.59	.11
B (Bereich)	1	368.96	1.56	.22
A $\times$ B	1	0.39	0.00	.97
Vpn (innerhalb)	44	236.99		
<i>Innerhalb Vpn</i>				
C (Durchgang)	2	113.19	1.09	.34
C $\times$ A	2	109.03	1.05	.35
C $\times$ B	2	452.11	4.37	.02
C $\times$ A $\times$ B	2	100.75	0.97	.38
C $\times$ Vpn	88	103.45		

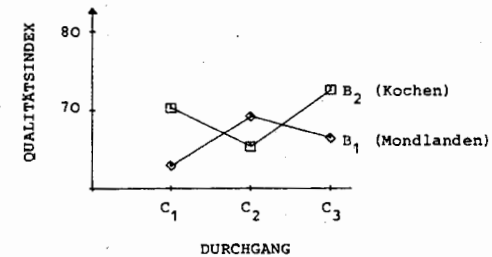


Abb. 5

Veranschaulichung der Interaktion C  $\times$  B (Durchgang  $\times$  Bereich; schrittorientiertes Maß).

A-posteriori-Einzelvergleiche nach Duncan weisen lediglich auf den bedeutsamen Unterschied zwischen  $B_1C_2 - B_2C_3$  ( $\alpha < .05$ ) hin, was besagt, daß die schrittorientierte Lösungsgüte der Mondlande-Gruppe in der ersten Phase schlechter ist als die der Koch-Gruppe in der dritten Phase. Die insgesamt aufgeklärte Varianz, ermittelt durch das korrigierte multiple  $R^2$  zwischen UVn, und AV, beträgt 0.132.



## 6 Diskussion

Zunächst muß auf die Tatsache eingegangen werden, daß die vorliegende Analyse nicht in Widerspruch zu unserem Postulat ausbleibender Erfahrung- und Bereichshaupteffekte steht. Dieses Ergebnis würde bedeuten, daß Vorerfahrung und Realitätsbereichseinbettung eines Problems nur dann zu den in der Literatur berichteten Unterschieden führen dürften, wenn die gegebenen Problemstellungen nicht sorgfältig genug parallelisiert wurden. Daß allerdings bestimmte Vorerfahrungen im Zusammenhang mit einem bestimmten Realitätsbereich nicht zum Tragen kommen (Ausbleiben der Interaktion  $A \times B$ ), überrascht uns sehr und steht im Gegensatz zu unserer Hypothese; möglicherweise war die Rahmengeschichte „Kochen“ durch die Art der Präsentation immer noch zu „technisch“, um hier den vermuteten besseren Erfahrungshintergrund der weiblichen Probanden wirken zu lassen.

Eine andere Erklärung für das Ausbleiben einer Interaktion  $A \times B$  greift ein Argument von Walk (1980b) auf: er fand in seiner Arbeit, in der auch die Problemschwierigkeit experimentell manipuliert wurde, daß mit wachsender Schwierigkeit eine Abnahme des gefundenen Bereichseffekts eintrat (vgl. 2.2). Im vorliegenden Fall kann die Problemstellung von vornherein als so schwer erlebt worden sein, daß auch eine spezifische, im leichteren Fall die Lösung begünstigende Kombination von Vorerfahrung und Bereich keine Wirksamkeit entfaltet.

Was den erwarteten Lerneffekt betrifft, so ist dieser auch nur im zielorientierten Maß deutlich nachweisbar, bei dem die Ausrichtung auf das Endresultat eine wichtige Rolle spielt und zwischenzeitliche, schlechtere Züge nicht so stark gewichtet werden, sofern dadurch die Zielerreichung nicht gefährdet wird. Daß der Lernfortschritt nicht kontinuierlich von Versuchsphase zu Versuchsphase steigt, machen die genannten Einzelvergleiche (vgl. Abb. 4) deutlich. Insgesamt dürfte die Problemstellung eher als schwer zu bezeichnen sein; die gemachten Erfahrungen werden erst allmählich im Sinne einer verbesserten Lösungsgüte umgesetzt.

Anders beim schrittorientierten Maß: hier existiert kein nachweisbarer Haupteffekt C, sondern lediglich die Interaktion  $C \times B$  (vgl. Abb. 5) gibt einen Hinweis auf phasenabhängige Unterschiede. Am Schluß des Experiments hat die Kochgruppe ( $B_2$ ) gegenüber den anfänglichen Werten der Mondlandegruppe eine deutliche Verbesserung erzielt.

Bevor weitreichendere Überlegungen über die Aussagen der Untersuchung vorgenommen werden, soll fairerweise die Teststärke unserer Analysen genannt sein. Wenn wir davon ausgehen, daß das Ausbleiben der Haupteffekte A und B postuliert wird, impliziert unsere „psychologische“ Hypothese die Gültigkeit der statistischen Nullhypothese. Um diese „test-

bar“ zu machen, formulieren wir nach einem Vorschlag von Cohen (1977, p. 16) unsere Annahme ausbleibender Effekte in Form einer echten Alternativhypothese, bei der eine minimale und vernachlässigbare Effektstärke  $i$  postuliert wird. Können wir mit großer Teststärke, d. h. geringem  $\beta$ -Fehler die Nullhypothese ( $\mu_1 = \mu_2$ ) akzeptieren, ist die Aussage: „In der Population liegt mit Irrtumswahrscheinlichkeit  $\beta$  ein Effekt kleiner als  $i$  vor“ äquivalent mit der Aussage, daß ein derartiger Effekt nicht existiert.

Die posthoc bestimmte Teststärke der F-Tests für die Haupteffekte A und B ist für  $n = 2 \times 12 = 24$ ,  $\alpha = 0.05$  und  $\mu = 1$  in Tabelle 8.3.12 bei Cohen (1977) nachzuschlagen. In der zielorientierten Analyse beträgt die Power für  $f_A$  0.19, für  $f_B$  0.25; in der schrittorientierten Analyse entsprechend 0.23 und 0.15. Der  $\beta$ -Fehler schwankt somit zwischen 0.75 und 0.85; die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen mit größerem N (für einen kleinen Effekt  $f_{\text{small}} = 0.10$  braucht es bei  $\alpha = \beta = 0.05$  schon ein  $n \sim 600$ ) ist also angezeigt, da die fälschliche Annahme von  $H_0$  sehr wahrscheinlich ist.

Zu berücksichtigen gilt es jedoch auch die tatsächlichen Effektgrößen beider Faktoren: sie liegen mit Einzel- $R^2$  im Bereich von 0.01 bis 0.03 in einer Höhe, wie sie von der Hypothese her zu erwarten war.

Die Teststärke des F-Tests für die Interaktion  $A \times B$  liegt für die zielorientierte Auswertung bei 0.13, für die schrittorientierte liegt sie nahe Null; die zugehörigen  $\beta$ -Fehler sind somit zu hoch, um eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit von  $H_1$  in der Population zu machen.

Diese abschließenden Bemerkungen sollen den Wert der Untersuchung keineswegs schmälern: wir sind davon überzeugt, daß manche widersprüchlichen Befunde (z. B. über Bereichs- oder Geschlechtseffekte) bei kritischer Betrachtung nicht nur des  $\alpha$ -, sondern auch des  $\beta$ -Fehlers (bei ausgebliebenen Effekten) zu einer Relativierung der Ergebnisse führen würden, die im Interesse weiterer Forschung liegt.

## Summary

The effects of two factors, viz. the previous experience of the subject who has to solve the problem, and the context in which the problem is given, upon the quality of the solution found in complex problems, were studied experimentally. It was hypothesized that neither experience effects nor context effects occur if the problems presented in different contexts (e. g. moon landing vs. cooking context) are strictly parallel; instead an interaction between these two factors was expected to occur, i. e. only the previous experience in the relevant context was expected to lead to a better tackling of the problem.

The analysis of variance for two different variables of the quality of problem tackling brought out very weak effects of the two main factors, but also no effect due to the interaction between the two factors. The obtained results were considered to occur due to the high difficulty level of the problem, and the unsatisfactory results of the statistical testing.

### Résumé

Les auteurs étudient l'effet de deux facteurs pour la résolution de problèmes complexes: l'expérience préalable du sujet et le contexte thématique du problème à résoudre. Les hypothèses sont les suivantes: isolément, ni l'expérience préalable, ni le contexte n'influencent significativement le comportement des sujets si les problèmes, formulés dans deux contextes différents (à savoir: alunissage et cuisine), ont véritablement été parallélisés. En interaction cependant, ces deux facteurs, donc l'expérience antérieure dans le contexte du problème, devraient faciliter la résolution des problèmes posés. L'analyse des résultats, qui a tenu compte de différents critères de qualité des solutions, ne confirme que partiellement ces hypothèses: quoique l'effet des deux facteurs soit minime, il n'a y pas d'interaction entre eux. Cela s'expliquerait partiellement par la difficulté des problèmes retenus et par la puissance des tests statistiques utilisés.

### Literatur

- Bredenkamp, J.: Theorie und Planung psychologischer Experimente. Darmstadt: Steinkopff, 1980.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J. & Austin, G. A.: A study of thinking. New York: Wiley, 1956.
- Cohen, J.: Statistical power analysis for the behavioral sciences. New York: Academic Press, 1977.
- Collins, A. M. & Quillian, M. R.: How to make a language user. In: Tulving, E. & Donaldson, W. (Ed.): Organization of memory. New York: Academic Press, 1972, p. 309—351.
- Dörner, D.: Abbildung von Realitätsbereichen in kognitiven Strukturen. Referat auf dem IPN-Seminar „Sachstrukturen und naturwissenschaftlicher Unterricht“. Kiel: Institut für Pädagogik für Naturwissenschaften (unveröffentlichtes Manuskript), 1974.
- Dörner, D.: Problemlösen und Informationsverarbeitung. Stuttgart: Kohlhammer, 1979<sup>2</sup>.
- Fairweather, H.: Sex differences in cognition. *Cognition* 4, 1976, 231—280.
- Funke, J.: Mondlandung — ein neuer Aufgabentyp zur Erforschung komplexen Problemlösens. *Trierer Psychologische Berichte* 8, 1981, Heft 9.
- Funke, J. & Hussy, W.: Informationsverarbeitende Strukturen und Prozesse: Analyse möglicher Neben durch Problemlöseparadigmen. *Trierer Psychologische Berichte* 6, 1979, Heft 8.

- Funke, J. & Hussy, W.: Informationsverarbeitende Strukturen und Prozesse: Entwicklung modellbezogener Meßinstrumente zur Erfassung von Aspekten der Informationsverarbeitung bei Kindern. *Trierer Psychologische Berichte* 7, 1980, Heft 2.
- Gediga, G., Schöttke, H. & Tücke, M.: Problemlösen in einer komplexen Situation. Ein experimenteller Beitrag im Umgang mit einem schwer durchschaubaren Problem. *Psychologische Forschungsberichte aus dem Fachbereich 8 der Universität Osnabrück*, Heft 27, 1982.
- Greif, S. & Seiler, T. B.: Testinstrumente zur Erfassung der kognitiven Strukturiertheit. In: Seiler, T. B. (Ed.): *Kognitive Strukturiertheit*. Stuttgart: Kohlhammer, 1973, p. 70—83.
- Griggs, R. A. & Newstead, S. E.: The role of problem structure in a deductive reasoning task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 8, 1982, 297—307.
- Hussy, W.: Ein Beitrag zur Operationalisierung und Quantifizierung kognitiver Komplexität. *Archiv für Psychologie* 129, 1977, 288—301.
- Hussy, W.: Informationsverarbeitende Strukturen und Prozesse: Versuch einer allgemeinen und entwicklungspsychologischen Modellbildung. *Trierer Psychologische Berichte* 6, 1979, Heft 6.
- Hussy, W.: Transinformativ-Komponenten-Analyse: zur Formalisierung von Informationsverarbeitungsqualität bei sequentiellen Vorhersageproblemen. *Archiv für Psychologie* 134, 1982, 137—159.
- Hussy, W.: Komplexe menschliche Informationsverarbeitung: das SPIV-Modell. *Sprache & Kognition* 2, 1983, 47—62.
- Hussy, W., Funke, J., Kindermann, T. & Frensch, P.: Informationsverarbeitende Strukturen und Prozesse: Versuche der Operationalisierung und Quantifizierung von Informationsverarbeitungsqualität. *Trierer Psychologische Berichte* 8, 1981, Heft 6.
- Hussy, W. & Funke, J.: Informationsverarbeitende Strukturen und Prozesse: Ergebnisüberblick zu einer Querschnittsanalyse an acht- bis sechzigjährigen Personen. *Trierer Psychologische Berichte* 9, 1982, Heft 10.
- Hussy, W. & Scheller, R.: Der Prädiktionwert kognitiver Variablen für den Informationsverarbeitungsprozeß. *Archiv für Psychologie* 129, 1977, 226—241.
- Jülich, B. & Krause, W.: Semantischer Kontext und Problemlöseprozesse. In: Klix, F. (Ed.): *Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1976, p. 274—301.
- Maccoby, E. E. & Jacklin, C. N.: *The psychology of sex differences*. Stanford/Calif.: Stanford University Press, 1974.
- Meinhold, M.: Probleme der Bereichsspezifität der kognitiven Strukturiertheit. In: Seiler, T. B. (Ed.): *Kognitive Strukturiertheit*. Stuttgart: Kohlhammer, 1973, p. 84—94.
- Merz, F.: Geschlechtsunterschiede und ihre Entwicklung. *Ergebnisse und Theorien der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe, 1979.
- Newell, A. & Simon, H. A.: *Human problem solving*. Englewood Cliffs/N. J.: Prentice Hall, 1972.
- Putz-Osterloh, W. & Lüer, G.: Über die Vorhersagbarkeit komplexer Problemlöseleistungen durch Ergebnisse in einem Intelligenztest. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie* 28, 1981, 309—334.
- Schroder, H. M., Driver, M. J. & Streufert, S.: *Human information processing*. New York: Wiley, 1967.
- Scott, W. A.: Cognitive complexity and cognitive flexibility. *Sociometry* 25, 1962, 405—414.
- Seiler, T. B.: Die Theorie der kognitiven Strukturiertheit von Harvey, Schroder und Mitarbeitern. Präsentation und Diskussion. In: Seiler, T. B. (Ed.): *Kognitive Strukturiertheit*. Stuttgart: Kohlhammer, 1973, p. 27—62.

- Simon, R. J.: Encoding effects on complex problem solving. *Journal of Experimental Psychology* 83, 1970, 227—231.
- Tversky, A. & Kahnemann, D.: Availability: a heuristic in judging frequency and probability. *Cognitive Psychology* 5, 1973, 207—232.
- Von Eye, D., Von Eye, A. & Hussy, W.: Zur Bedeutung der kognitiven Komplexität für die Einschätzung von semantischen Eigenschaften von Substantiven. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie* 27, 1980, 534—552.
- Voss, H.-G.: Geschlechtsunterschiede in kognitiven Fähigkeiten und Prozessen. In: Keller, H. (Ed.): *Geschlechtsunterschiede: Psychologische und physiologische Grundlagen der Geschlechtsdifferenzierung*. Weinheim: Beltz, 1979, p. 175—210.
- Walk, M.: Bereichsspezifität und Informationsverarbeitung. In: Hussy, W.: *Informationsverarbeitende Strukturen und Prozesse: erste empirische Befunde*. *Trierer Psychologische Berichte* 7, 1980a, Heft 5, p. 36—49.
- Walk, M.: Zur Frage der Bereichsspezifität komplexer menschlicher Informationsverarbeitung. Eine empirische Untersuchung an 12-, 15- und 20jährigen Versuchspersonen. *Trier: Fachbereich I — Psychologie — der Universität Trier (Diplomarbeit, Schreibmaschinkopie)*, 1980b.
- Wason, P. C. & Brooks, P. G.: THOG: The anatomy of a problem. *Psychological Research* 41, 1979, 79—90.
- Wilkins, M. C.: The effect of changed material on ability to do formal reasoning. *Archives of Psychology* 102, 1929.
- Winer, B. J.: *Statistical principles in experimental design*. London: McGraw-Hill, 1970.

Anschrift der Verfasser: Dipl.-Psych. Joachim Funke, Prof. Dr. Walter Hussy, Fachbereich I — Psychologie, Universität Trier, Schneidershof, D-5500 Trier.