

Anweisung zum Handeln:

Bilder oder Wörter? *

M. Wintermantel, H. Laux & U. Fehr

Bericht Nr. 2

März 1989

Arbeiten aus dem Sonderforschungsbereich 245
"Sprechen und Sprachverstehen im sozialen Kontext"
Heidelberg/Mannheim

Kontaktadresse: Psychologisches Institut der Universität
Heidelberg, Hauptstr. 47-51, 6900 Heidelberg

* Diese Arbeit entstammt dem durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Projekt "Instruktionen und interaktives Problemlösen".

Zusammenfassung:

Wort- und Bild-Instruktionen sind externe Darstellungen von Handlungswissen. Sie setzen beim Instruierten spezielle kognitive Prozesse in Gang, die schließlich auch die Handlungsausführung steuern. Es ist zu fragen, ob Bilder und Wörter gleich gut geeignet sind Handlungswissen darzustellen. Ist ein Bild tatsächlich mehr wert als 1000 Wörter? In der beschriebenen Untersuchung wurden Wort- und Bild-Instruktionen zum Bau eines Objekts aus Fischertechnik-Teilen hinsichtlich der Handlungshierarchie-Ebene parallelisiert und sollten von den Probanden in eine Handlung umgesetzt werden.

Insgesamt gesehen wurden Bild-Instruktionen schneller verarbeitet als Wort-Instruktionen; bei der Handlungsausführung traten jedoch mehr Fehler auf. Dies galt jedoch nicht für alle Handlungsschritte gleichermaßen. Es zeigten sich Unterschiede zwischen Handlungsschritten, bei denen innerhalb der Instruktionssequenz die Position des aufzubauenden Objekts verändert worden war (1), solchen, die mehrere Handlungsmöglichkeiten aufwiesen (2) und neutralen (hinsichtlich der Position des Bau-Objekts unveränderten und wenige Handlungsmöglichkeiten enthaltenden) Handlungsschritten (3).

Abstract:

Word and picture instructions are external representations of knowledge about actions. They initiate special cognitive processes which then determine the performance of the action. The question is, if words and pictures are equally adequate as representations of knowledge about actions or if there are any differences between them (with respect to that issue). Is it really true that a picture is worth more than 1,000 words? In the following study word and picture instructions referring to the construction of an object consisting of elements of the Fischer Technik System were matched regarding the hierarchical level, and subjects had to build the object acting upon these instructions.

Altogether the picture instructions were processed faster than the word instructions but showed more mistakes with respect to the performance. This wasn't true in every case. Differences appeared between action steps, in which the position of the object that had to be built was changed within the sequence of instruction (1), action steps that enabled more than one action alternative (2) and neutral (3) action steps (neutral with respect to the position of the object within the sequence of instruction and to the possible alternatives of action).

0. Inhaltsübersicht

	Seite
1. Theoretische Vorüberlegungen	4
2. Fragestellung	10
3. Voruntersuchung: Vergleich von bildlichen und sprachlichen Darstellungen der Informationen einer Bauanleitung	13
3.1. Methodik	13
3.2. Durchführung und Auswertung	15
3.3. Ergebnisse und Schlußfolgerungen	15
4. Positionsänderung des Bau-Objekts und Komplexität der Handlung beim Vergleich von Bild- und Wort-Instruktionen	18
4.1. Vorüberlegungen	18
4.2. Operationalisierung	19
4.3. Hypothesen	20
4.4. Durchführung	21
4.5. Ergebnisse	22
5. Interpretation	28
6. Diskussion	32
7. Literatur	35
Anhang: Instruktionstexte und Versuchsleiterinstruktion	37
Verzeichnis der Arbeiten aus dem SFB 245	44

1. Theoretische Vorüberlegungen

Der Erfolg einer Anweisung zum Handeln setzt voraus, daß der Instruierte ein hinreichendes Wissen über die auszuführende Handlung erwirbt. Dieses Wissen schließt Kenntnisse über den Sachverhalt ein, an dem die Handlung ansetzt, sowie über die einzelnen Handlungsschritte und deren richtige Abfolge während der Ausführung. Die Vermittlung derartigen Wissens erfolgt in erster Linie im Medium der Sprache, und, wenn möglich, durch Zeigen am realen Sachverhalt.

In der sprachlichen Instruktion zu einer konkreten Handlung wirkt die zusätzliche Anschauung am handlungsrelevanten Gegenstand/Sachverhalt in hohem Maß erleichternd und unterstützend; daß dies so ist, scheint kaum begründungsbedürftig, weil vielfach im Alltag erfahrbar. Z.B. wird niemand bezweifeln, daß es leichter ist, einen Reifen zu wechseln, wenn man diese Handlung im Zuge der sprachlichen Anweisung nebenbei auch noch beobachten kann als wenn man ausschließlich eine verbale Beschreibung erhält.

In Gebrauchsanweisungen, Lehrtexten und anderem Lehr- und Lernmaterial wird die Funktion der konkreten Anschauung durch bildliche Darstellungen zu ersetzen versucht. Die didaktische Bedeutung derartiger Visualisierungen nicht nur für die Handlungsanweisung, sondern darüber hinaus auch für die Vermittlung mathematischer, naturwissenschaftlicher und technischer Kenntnisse wird seit jeher hoch eingeschätzt (siehe zusammenfassend Michael, 1983). Allerdings ist nicht geklärt, was genau die Lernerleichterungsfunktion bildlicher Darstellungen ausmacht und wie sie auf dem Hintergrund kognitionspsychologischer Befunde begründet und erklärt werden kann. Was "tun" Bilder anders als Wörter? Oder anders: Welche Informationsverarbeitungsprozesse auf seiten des Rezipienten setzen Bilder im Unterschied zu Wörtern in Gang? Damit verknüpft ist auch die Frage nach dem Stellenwert graphischer Darstellungen und den dafür typischen Abstraktionen für das Verstehen des dargestellten Handlungs-Sachverhalts-Zusammenhangs.

Bildliche Darstellungen von Handlungen sind auf der Dimension der Konkretheit variierbar: ihre Variabilität reicht vom "Vor-

machen" am konkret in der Instruktionssituation zwar nicht präsentieren, aber realitätsnah abgebildeten Sachverhalt bis zur Erklärung des Handlungsablaufs anhand einer Graphik wie etwa eines Flußdiagramms. Der Grad der Konkretheit in der bildlichen Darstellung ist als eine Einflußgröße für das Verstehen des dargestellten Sachverhalts zu sehen (Levin, 1982).

Ganz allgemein gilt im Alltag nicht nur die Auffassung, daß Bilder neben der sprachlichen Darstellung von Vorteil für das Verstehen sind, sondern daß Sachverhalte überhaupt besser verstanden werden, wenn sie bildlich dargestellt sind; der Aphorismus "Ein Bild sagt mehr als tausend Worte" ist hierfür ein Indiz.

Eine gewisse funktionale Überlegenheit von Bildern gegenüber sprachlichen Darstellungen wird teilweise dadurch begründet, daß Bilder enger an die visuelle Wahrnehmung gebunden sind, daß sie also, anders als die Sprache, "Sichtbares" unmittelbarer mitteilen können (vgl. Weidenmann, 1988, S.70). Sichtbares läßt sich in der Sprache dagegen in der Regel in mehreren Varianten beschreiben, die zwar gleichermaßen korrekt sein können, jedoch unterschiedliche Schwerpunktsetzungen nahelegen. Nun haben auch Bilder Perspektiven, auch sie zeigen niemals das Ganze, sondern nur spezielle Aspekte des realen Sachverhalts. Kommt es allerdings auf spezielle Merkmale an, wie etwa auf die räumliche Anordnung von Objekten, so ist dies im Bild wesentlich realitätsnäher und damit besser darstellbar als in einer sprachlichen Äußerung (Salomon, 1981). Dem könnte man entgegenhalten, daß Sprache immerhin anschauliche Vorstellungen hervorrufen kann, etwa durch die Bezugnahme auf konkrete Objekte/Sachverhalte, von denen der Sprecher weiß, daß sie dem Rezipienten wohlbekannt sind. Doch derartige Bezugnahmen sind in der Regel wenig kontrollierbar, da sich der Rezipient wiederum unterschiedliche Aspekte des genannten Gegenstands/Sachverhalts veranschaulichen kann. Wenn es also um die Darstellung spezieller Merkmale eines Gegenstandsbereichs geht, wie v.a. um räumliche Relationen zwischen Objekten, dann ist das Bild dem Wort funktional überlegen.

Wie sieht es nun bei abstrakten Darstellungen aus, bei denen die räumliche Anordnung der Symbole nicht realitätsnah, sondern aus der Logik der Darstellung abgeleitet ist?

Eine naheliegende Begründung für die bessere Verstehbarkeit abstrakter graphischer Darstellungen scheint zu sein, daß bei der Vorgabe einer schon auf die essentiellen Merkmale konzentrierten Informationsmenge der zum Verstehen erforderliche kognitive Aufwand geringer sein könnte als bei einer Folge sprachlicher Äußerungen (Lindsay, 1988). Doch hinreichend ist diese Erklärung nicht, denn auch und gerade in der Sprache stehen eine Reihe von Formulierungsmöglichkeiten zur Verfügung, mit denen der Sprecher einzelne Merkmale des Referenzbereichs hervorheben und andere in den Hintergrund treten lassen kann (Sidner, 1983). Wie variabel die sprachlichen Formen in Abhängigkeit von der kommunikativen Aufgabe etwa bei Objektbeschreibungen gehandhabt werden, das zeigen Kohlmann, Speck, Scharnhorst & v. Stutterheim (i.Dr.).

Es kann also nicht allein eine Frage der Anzahl und Auswahl der Merkmale eines Referenzbereichs sein, was den Unterschied in der Verarbeitung bildlich bzw. sprachlich dargestellter Informationen ausmacht.

In den einschlägigen Arbeiten mündet die Frage nach den verschiedenen Enkodierungs- und Reproduktionsprozessen bei bildlicher vs. sprachlicher Information gewöhnlich in die teilweise kontrovers geführte Diskussion über die Art der mentalen Repräsentation bildlicher, sprachlicher und sonstiger Informationen. Der Unterschied zwischen den Behaltensleistungen von Bildern und Wörtern wurde von der dual-code Theorie (Paivio, 1971) als Hinweis auf zwei getrennte kognitive Verarbeitungssysteme gesehen, von denen das eine (das imaginale) durch Bilder und das andere (verbale) durch Sprache aktiviert wird. Diese Auffassung mußte relativiert werden, weil sich zeigte, daß nicht die Art der Stimuli (Wörter oder Bilder) alleine die Behaltensleistung determiniert, sondern daß es in diesem Vergleich eine Reihe moderierender Faktoren gibt. Die Diskussion hat sich dann auf die Frage nach der Unterscheidung von einheitlich propositionalen und analogen mentalen Repräsentationen verlagert. Dabei glaubten manche Autoren, daß alle mentalen Repräsentationen

propositional-abstrakt seien (z.B. Pylyshyn, 1973), andere haben anhand einer Reihe von Phänomenen bei der Bildverarbeitung und -speicherung (Wippich, 1984), in semantischen Entscheidungsaufgaben (Snodgrass, 1984) und bei speziellen Integrationsphänomenen (Wippich, 1987) gezeigt, daß es neben propositionalen auch analoge Repräsentationen geben muß. Auch in kognitionspsychologischen Theorien mit breitem Anwendungsbereich, wie z.B. im ACT-Modell (Anderson, 1983) oder auch in dem Modell der Sprachverarbeitung von Herrmann (1985) werden multiple Codierungen angenommen.

Es spricht vieles dafür, gerade im Bereich von Handlungsabläufen, die an konkreten Materialien und Sachverhalten ansetzen, mentale Repräsentationen anzunehmen, die propositionale und analoge Anteile enthalten. Daß einfache Handlungen darüberhinaus auch als motorische Programme repräsentiert sind, die wiederum über sprachliche Einheiten zugänglich sind, dafür sprechen die von Engelkamp & Zimmer (1983) vorgelegten Befunde zum Behalten einfacher Handlungsphrasen. Die Bedeutung verbalbegrifflicher Einheiten konstituiert sich danach zum Teil auch aus sensorisch-motorischen Wissens-elementen (Engelkamp, 1986). Als ein spezieller Typ "gemischter" Repräsentationen gelten die mentalen Modelle (Johnson-Laird, 1983). Diese sind visuell und sprachlich vermittelte, ganzheitliche Repräsentationen von Realitätsbereichen. Sie weisen strukturelle und prozessuale Merkmale auf. Mentale Modelle sind bisher v.a. für einfache physikalische Sachverhalte wie etwa die Bewegung von Körpern im Raum oder den elektrischen Strom angenommen und rekonstruiert worden (Gentner & Gentner, 1983; McCloskey, 1983; Kieras, 1983; William, Hollan & Stevens, 1983). Mentale Modelle haben die Eigenschaft, unvollständig und nur teilweise überprüft zu sein. Ihre wesentliche Funktion wird darin gesehen, daß sie einen Ausschnitt der Realität in seiner Komplexität so reduzieren und durch einige wenige Merkmale und Relationen so abbilden, daß z.B. Schlußfolgerungen in einfacher Weise möglich sind.

Unsere Annahme geht dahin, daß durch die Anweisung, eine Handlung auszuführen, die an einem mehr oder wenig komplexen Sachverhalt ansetzt, ein minimales mentales Modell dieses Sachver-

halts beim Instruierten erzeugt wird (Wintermantel, 1988). Dieses Modell ist in der einfachsten Ausprägung durch eine einzige "wenn-dann"-Beziehung gekennzeichnet (z.B. "wenn der Knopf gedrückt wird, dann geht ein Licht an"). Die einzelnen Teilhandlungen und die durch sie bedingten Zustandsänderungen sowie die begrifflichen Relationen zwischen ihnen müssen somit Teile des Wissens des Instruierten werden. Das mentale Modell des Handlungs-Sachverhalts-Zusammenhangs kann auf der Grundlage einer sprachlichen wie auch einer bildlichen Darstellung aufgebaut werden. Für das Verstehen der Instruktion und die Ausführung der Handlung kommt es immer darauf an, daß das Modell in dieser Hinsicht funktional ist.

Ein derartiges Modell aufgebaut zu haben ist das Ergebnis der effizienten Instruktion, das in erster Linie von der Angemessenheit der spezifischen Darstellung in der Instruktion bestimmt ist; angemessen bezieht sich dabei auf die Verständlichkeit und die Umsetzbarkeit in praktisches Handeln.

Im Hinblick auf die instruktionsspezifische Darstellung des Sachverhalts und der Handlung, die daran ansetzt, lassen sich Bild und Sprache global als zwei Medien unterscheiden. Für unsere Analyse wird der Unterschied zwischen diesen beiden Medien primär unter dem Gesichtspunkt der Angemessenheit der Darstellung von Zustandsänderungen und den einzelnen Handlungsschritten relevant, durch die diese herbeigeführt werden.

Diese Analyse betrifft somit nicht in erster Linie die Unterscheidbarkeit interner Repräsentationen. Stattdessen geht es hier um Unterschiede zwischen zwei Formen der externen Repräsentation; wir wollen wissen, ob Bilder und sprachliche Äußerungen gleich gut geeignet sind, das für die Ausführung einer konkreten Handlung notwendige Wissen darzustellen und zu vermitteln, unter welchen Bedingungen Bilder in Handlungsanweisungen mehr nützen als Wörter und in welcher Hinsicht sie mehr nützen. Diesen Vergleich anstellen zu können, setzt voraus, daß ein Rahmen gefunden wird, innerhalb dessen die Informationen, die einmal im Bild, einmal in Wörtern präsentiert werden, äquivalent sind. Einen solchen Rahmen bieten unsere bisherigen Analysen von Instruktionen, speziell das Gerüst der hierarchischen Handlungsorganisation.

Entsprechend legen wir der empirischen Analyse das Gerüst der hierarchischen Organisation von Handlungswissen als mentales Relat der sprachlichen Instruktion zugrunde (Wintermantel, Siegerstetter, Laux & Dennig, 1986; Wintermantel & Laux, 1989) und beziehen auch die bildlichen Darstellungen auf dieses Gerüst.

2. Fragestellung

Das Wissen über eine konkrete Handlung und den Sachverhalt, an dem diese Handlung ansetzt, läßt sich als ein hierarchisch geordnetes System von Wissenspunkten rekonstruieren, die miteinander in einem speziellen Zusammenhang stehen: jeder Wissenspunkt enthält mindestens eine einfache Proposition, die aus einem Sachverhaltskonzept als Argument und einem Tunskonzept als Prädikat besteht. Jede durch einen Wissenspunkt dargestellte Aktion bildet eine Bedingung für das Zustandekommen des Handlungsziels. Jede Aktion (Handlungsschritt) steht neben anderen Teilaktionen in einer Um-Zu-Relation zu dem jeweils hierarchiehöheren (Teil-) Handlungsziel. Ein derartiges Gerüst von Wissenspunkten, so nehmen wir an, ist als ein mentales Modell der Gesamthandlung beim Experten repräsentiert. In der Instruktion muß der Experte dieses Wissen für den Novizen so darstellen, daß dieser ein vergleichbares (propositionales) Wissens- (oder Planungs-)gerüst aufbauen kann, welches wiederum i.S. eines mentalen Modells interpretiert werden kann. Der Umfang und die Differenziertheit dieses Handlungswissens sind das Ergebnis der Rezeption, seine Adäquanz zeigt sich in der Ausführung der Handlung.

Mit Hilfe von Experten ist es möglich, für jede konkrete Handlung ein hierarchisch organisiertes Wissensgerüst zu erstellen, das als Hintergrund der empirischen Analyse sprachlicher Instruktionen geeignet ist (Wintermantel, Dennig & Siegerstetter, 1986): jede Äußerungseinheit läßt sich in einem derartigen Schema lokalisieren und kann entsprechend mit einem Index für die jeweilige Hierarchie-Ebene versehen werden. Welche Ebene an welcher Stelle in der Instruktion vom Experten angesteuert wird, hängt im wesentlichen davon ab, welches handlungsbezogene Vorwissen beim Novizen angenommen wird: scheint der Novize schon einiges über die Handlung und/oder den Sachverhalt zu wissen, dann bleibt der Experte auf höheren Hierarchie-Ebenen, zeigt er sich verständnislos, dann bewegt sich der Experte in der Hierarchie nach unten, verändert also den Auflösungsgrad seiner Ausführungen (Wintermantel & Siegerstetter, 1988). Für die Rekonstruktion der sprachlichen Realisierung von Handlungswissen in der Instruktion sowie für Aspekte des dialo-

gischen Ablaufs in der Instruktionssituation hat sich das hierarchische Gerüst des Handlungswissens als geeignet erwiesen. Es bildet daher auch den Rahmen der Untersuchung möglicher Unterschiede zwischen bildlicher und sprachlicher externer Darstellung von Handlungswissen. Hiermit läßt sich sicherstellen, daß die beiden Darstellungsarten im Rahmen der Handlungshierarchie genau analog formuliert werden: sie müssen sich beide auf ein und dieselbe Ebene der Hierarchie der Handlung beziehen. Damit wird eine aus unserer Sicht zentrale methodische Voraussetzung für den Vergleich der beiden Darstellungsformen geschaffen, nämlich daß sie annähernd informationsäquivalent sind. Informationsäquivalent sind zwei externe Darstellungen dann, wenn die in der einen Darstellung enthaltene Information als ganzes auch aus der anderen Darstellung erschlossen werden kann und umgekehrt. Jede Information könnte also auf der Grundlage jeder der beiden Darstellungen konstruiert werden (vgl. Larkin & Simon, 1987). Ganz sicher sind Bilder und Wörter jedoch nicht äquivalent im Hinblick auf die kognitiven Prozesse, die das Verstehen und Umsetzen der in ihnen dargestellten Informationen steuern.

Die erste Frage unserer Untersuchung ist also, ob bei gleicher Hierarchieebene der Informationen in der Instruktion eine der beiden Darstellungsarten der jeweils anderen überlegen ist. Die auszuführende Handlung ist dabei der Aufbau eines Spielobjekts, der sich aus einer Reihe einzelner Handlungsschritte zusammensetzt.

Der äußere Unterschied zwischen bildlicher und sprachlicher Darstellung läßt sich unter den Randbedingungen unserer Untersuchung wie folgt beschreiben: Die einzelnen Bilder stellen genau diejenigen Objekt-Zustände dar, die vor und nach der Ausführung jedes einzelnen Handlungsschritts bestehen müssen. Was genau in der Ausführung zu tun ist, das muß somit aus dem Vergleich jeweils zweier (vorher/nachher) Bilder geschlossen werden. Die einzelnen Sätze in der sprachlichen Darstellung sind hingegen unmittelbar handlungsbezogen, d.h. es sind direkte Aufforderungen zum Handeln von der Form "Tue x auf Y !" Entsprechend referieren sie, anders als die Bilder, unmittelbar auf die durchzuführenden Zustandsänderungen. Dies ist in dieser einfachen Form überhaupt nur im Medium der Sprache möglich,

einfachen Form überhaupt nur im Medium der Sprache möglich, weil die Sprache über Verben verfügt, während in der bildlichen Darstellung die durch das Verb bezeichneten Handlungen erst erschlossen werden müssen (dies gilt selbstverständlich nur für stehende, nicht aber für bewegte Bilder).

Der Vorteil der bildlichen Darstellung liegt auf der Hand: das Spielobjekt ist in seinem Aufbau in jedem einzelnen Bauabschnitt als ganzes sichtbar, so daß die räumlichen Relationen nicht erst auf der Grundlage des Satzes erschlossen werden müssen, sondern unmittelbar gegeben sind. Der Vorteil der sprachlichen Darstellung ist ebenfalls offensichtlich: Jeder Handlungsschritt als ein Glied in der Sequenz der Gesamtinstruktion wird durch ein spezielles Verb und eine präzise Referenz auf Gegenstände, die in der Situation konkret vorliegen, gekennzeichnet und dadurch klar von vorangehenden und nachfolgenden Handlungsschritten abgehoben.

Die zweite Frage bezieht sich auf das, was mit Hilfe der vorgegebenen Information "getan" werden muß. In den entsprechenden Arbeiten ist auffällig, daß gerade im Hinblick auf die Untersuchung des Unterschieds von bildlicher und sprachlicher Darstellung nur wenig dahingehend differenziert wird, welche Versteheungsmaße verwendet werden. Dies ist für den hier thematisierten Problembereich allerdings unumgänglich. Wir gehen darum der Frage nach, ob sich ein Unterschied zwischen bildlicher und sprachlicher Darstellung der handlungsbezogenen Information bei der Enkodierung der Instruktion und vergleichbar auch bei der Ausführung der instruierten Handlung feststellen läßt oder ob er beide Parameter unterschiedlich betrifft. Auf dem Hintergrund der Annahme, daß die Güte der externen Repräsentation spezifischer Informationen von der Art der Probleme abhängt, die mit ihrer Hilfe gelöst werden sollen (Amarel, 1968), könnte es sein, daß ein möglicher Unterschied zwischen bildlicher und sprachlicher Darstellung sich nicht auf das Enkodieren der Information und die Güte der Ausführung gleichermaßen auswirkt, sondern daß die bildlich dargestellte Information möglicherweise zwar besser verstanden, jedoch nicht leichter in die Tat umgesetzt wird als die sprachlich dargestellte Information.

3. Voruntersuchung: Vergleich von bildlichen und sprachlichen Darstellungen der Informationen einer Bauanleitung

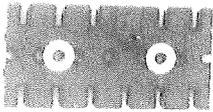
Die Handlung, an der die Wirksamkeit der unterschiedlichen Instruktionen (Bild/Wort) analysiert werden soll, ist der Aufbau eines Fischertechnik-Modells. Die Vorteile dieses Handlungstyps liegen in der einfachen zielorientierten Differenzierbarkeit einzelner Bauphasen und der guten Darstellbarkeit in Wort und Bild. Das Bauen mit Fischertechnik bietet zudem verschiedene Handlungsarten wie "schieben", "stecken", "drehen", "legen".

In der Voruntersuchung wurde zunächst geklärt, ob es Unterschiede bei der Ausführung einer reinen Wort- vs. einer reinen Bildinstruktion gibt. Als Indikator für die Güte der Ausführung wurden die Bauzeit und die Fehlerhäufigkeit herangezogen.

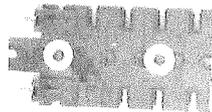
3.1. Methodik

Es wurden eine Wortinstruktion (Gruppe A) und eine Bildinstruktion (Gruppe B) zum Bau eines Fischertechnik-Objektes ("Gabelstapler") erstellt. Die Wort- und die Bildversion enthielten jeweils parallel 19 Handlungsschritte (siehe Abb. 1), die sich wiederum in drei Episoden (I, II, III) unterteilen lassen. Die beiden Instruktionsversionen waren hinsichtlich der Hierarchieebenen-Besetzung parallelisiert. Für die Darstellung wurde eine untere Ebene gewählt, auf der die einfachsten Handlungsschritte in der Form "Tue X (ein Bauteil) auf Y (anderes Bauteil)" platziert sind. Diese Ebene enthält elementare Handlungen wie stecken, legen, schieben, drehen.

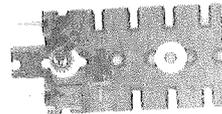
Abb. 1



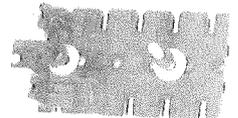
1. Lege die rote Platte mit der Schmalseite nach vorn und dem Winkel auf der linken Seite vor Dich hin.



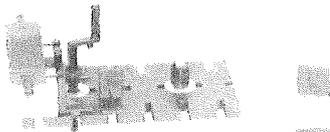
2. Schiebe die grauen Würfel rechts und links in die vorderen (Dir zugewandten) Ecken - und zwar so, daß die roten Winkel von Dir weg zeigen.



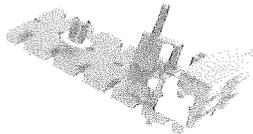
3. Stecke die schwarze Kurbel bis zum Anschlag mit der längeren Seite durch das vordere, weiß umrandete Loch.



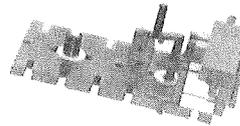
4. Stecke den grauen Stab mit der kürzeren Seite durch das hintere, weiß umrandete Loch.



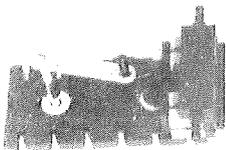
5. Schiebe die rote Achse zu $\frac{3}{4}$ auf die beiden grauen Würfel.



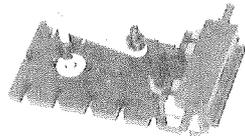
6. Schiebe die beiden roten Klötzchen - mit der breiteren Seite nach oben - vorn auf die beiden grauen Würfel.



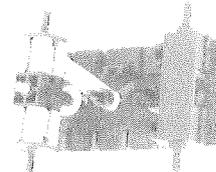
7. Schiebe die rote Schiene durch diese beiden Klötzchen.



8. Stecke die graue, längliche Strebe so auf die schwarze Kurbel, daß das andere Ende rechts des grauen Stabs liegt.



9. Stecke den roten Ring auf die schwarze Kurbel.



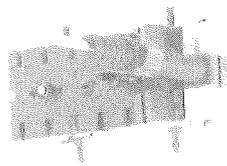
10. Stecke die rot-graue Achse so auf den grauen Stab, daß sich die graue Strebe mit dem roten Zapfen an der Unterseite der Achse verbinden läßt.



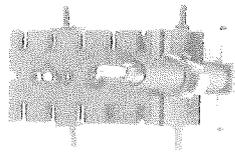
11. Stecke das Zahnrad auf das Ende des grauen Stabs.



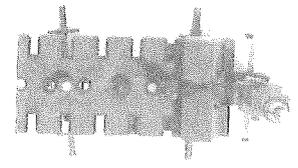
12. Schiebe die drei gleichen Gewindeteile auf die Metallstange.



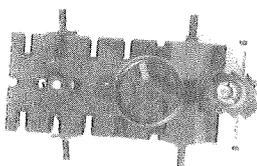
13. Schraube den roten Würfel mit den schwarzen Seitenteilen so auf die Gewindeteile, daß ein roter Nippel nach vorn zeigt.



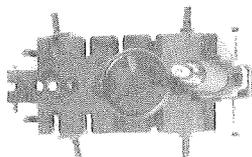
14. Schiebe das letzte Gewindeteil mit dem spitz zulaufenden Ende nach oben auf die Metallstange.



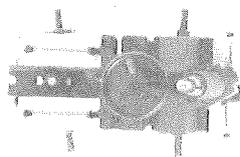
15. Schiebe das "Armaturenbrett" auf die beiden Keile.



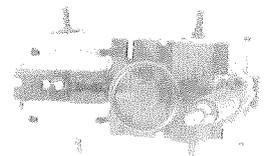
16. Setze das Lenkrad auf das lange Ende der schwarzen Kurbel.



17. Schiebe die grauen Würfel in die hinteren Ecken der roten Platte.



18. Schiebe die grauen Quader so an die grauen Würfel, daß sie zu Dir hinzeigen und auf der Platte aufliegen.



19. Schiebe den grauen Würfel - mit der offenen Seite nach unten - vorn zwischen die grauen Quader, sodaß sich ein "U" ergibt.

3.2. Durchführung und Auswertung

Die Stichprobe umfaßte N=12 StudentINNen, wobei jeweils sechs Personen die Wort- bzw. Bild-Version erhielten. Die Untersuchungssituation sah so aus, daß die Versuchspersonen jeweils einzeln die Instruktion in Form von 19 DIN A 5-Karten vorgelegt bekamen. Auf jeder Karte war ein einzelner Handlungsschritt dargestellt (in der Wort-Version in geschriebener Sprache, in der Bild-Version in Form von Photographien). Die Versuchspersonen mußten die Karten einzeln aufnehmen, lesen/betrachten und dann den entsprechenden Handlungsschritt ausführen. Die Lese- und Bautätigkeit wurde gefilmt, sodaß jeder Handlungsschritt auf dem Videofilm leicht identifizierbar war. Nach jeder Episode wurden die Fehler vom Versuchsleiter korrigiert, um Folgefehler zu vermeiden.

Die Auswertung der Videoaufzeichnungen erfolgte mit Hilfe von Protokollbögen, auf denen die einzelnen Instruktionsabschnitte aufgelistet waren.

Bei der Handlungsausführung aufgetretene Fehler und die Ausführungszeiten für die einzelnen Handlungsschritte wurden notiert. Kriterium für Anfangs- und Endzeitpunkt war dabei das Nehmen und Weglegen der Instruktionskarte.

Die Videodaten wurden von zwei Beurteilern unabhängig voneinander ausgewertet. Abbildung 1 enthält die beiden Instruktionsversionen im Vergleich.

3.3. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, sind bei der Bildversion insgesamt gesehen die Bauzeiten kürzer und die Fehlerzahl geringer als bei der Wort-Version. Es wäre jedoch voreilig, hieraus auf eine Überlegenheit der Bildversion gegenüber der Wortversion zu schließen, denn tatsächlich tritt im Hinblick auf die Variable Bauzeit bei 4 von 19 Handlungsschritten eine genau gegenläufige Tendenz auf, und bei 9 Handlungsschritten ist der Unterschied unerheblich.

Tab. 1: Bauzeiten und Ausführungsfehler bei 2 Instruktionenversionen (Wort/Bild)

Handl.-schritt	Epi-sode	Bauzeit "Wort" (in Sek.)	*	Bauzeit "Bild" (in Sek.)	Fehler (Wort)	Fehler (Bild)
1		29		22	-	1
2	I	82	>	26	4	1
3		40	>	14	5	-
4		31	>	11	-	-
5		93	>	20	6	-
6	II	64		55	5	4
7		50	>	21	2	1
8		78		60	2	2
9		20		27	-	-
10		77	>	50	5	4
11		12	<	34	1	-
12		66	<	111	1	3
13		42		55	-	1
14	III	17	<	47	1	1
15		23	<	90	1	1
16		18		22	-	1
17		33		27	2	-
18		47		39	4	-
19		80		61	6	1

* Diese Spalte gibt an, welche Gruppe bei einem Gruppenunterschied von mindestens 20 Sekunden die längere Bauzeit hat.

Wenn wir nun im Nachhinein beide Versionen nochmals miteinander vergleichen, diesmal mit dem Hauptaugenmerk auf die gegenläufigen Ergebnisse, dann sind zwei Sachverhalte auffällig:

1. Die Bildversion scheint immer dann nicht mehr vorteilhaft zu sein (gemessen an Bauzeit und Fehlerfrequenz), wenn das Bauobjekt auf dem Bild im Vergleich zum vorangegangenen Bild in der Position verändert worden ist.

Als Beispiel hierfür können das 4. und 5. Bild (siehe Abb. 1) gelten: Zwischen den Abschnitten 4. und 5. wurde die Position verändert. Es könnte sein, daß diese Positionsänderung die Verarbeitung erschwert, da ein bereits aufgebautes mentales Modell des Objekts zunächst transformiert bzw. rotiert werden muß, bevor Änderungen vorgenommen werden können.

2. Die Bildversion ist weiterhin nicht vorteilhaft, wenn das Verhältnis der Zahl möglicher Bauvarianten bezogen auf die Zahl der richtigen Bauvarianten hoch ist.

Ein Beispiel hierfür ist das 2. Bild (siehe Abb. 1).

In Fällen dieser Art muß sehr genau analysiert werden, welche Handlung gemeint ist, d.h. die Aufgabe wird komplexer. Ein hochkomplexer Sachverhalt bedarf möglicherweise einer satzartigen Darstellung (vgl. Larkin & Simon, 1987), in der Detailinformationen sequentiell dargeboten und entsprechend verarbeitet werden können. Aufgrund des ganzheitlichen Charakters von Bildern ist entsprechend das Erkennen gegebener Detailinformationen gerade bei komplexen Handlungsschritten (in dieser Untersuchung sind das diejenigen, die mehrere Optionen aufweisen) nicht so gut möglich; hier wäre eine sprachliche Darstellung angemessener. Beide Erklärungen für die Überlegenheit der Sprache beim Verarbeiten spezifischer Darstellungseinheiten sollen in der folgenden Untersuchung überprüft werden.

Die Übereinstimmung der Rater bei der Auswertung der Video-Filme war mit .95 ausreichend hoch.

4. Positionsänderung des Bau-Objekts und Komplexität der Handlung beim Vergleich von Bild- und Wort-Instruktionen

4.1. Vorüberlegungen

Die Ergebnisse der Voruntersuchung machten deutlich, daß die Aussage "Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte" in dieser einfachen Form nicht beibehalten werden kann, da die Verstehensleistungen der Versuchspersonen der Bild-Gruppe - operationalisiert durch Bauzeit und Fehlerzahl - nicht in jedem Fall denen der Wort-Gruppe überlegen waren. Es stellte sich vielmehr heraus, daß über den bloßen Mediaspekt (Wort- vs. Bild-Instruktion) hinaus noch weitere Variablen in die Betrachtung mit aufgenommen werden müssen, da sie als moderierende Größen die Verstehensleistung zu beeinflussen scheinen. Es handelt sich dabei um folgende Variablen:

1. Positionsänderung des Fischertechnik-Objekts in der Bildversion.

2. Verhältnis der Zahl möglicher Bauvarianten bezogen auf die Zahl der richtigen Bauvarianten (Komplexität).

Gemäß den Ergebnissen der Voruntersuchung wäre zu erwarten, daß die Verstehensleistungen bei den Versuchspersonen der Bild-Gruppe durch diese Variablen negativ beeinflußt werden, d.h. sich bei kritischen Handlungsschritten, die gemäß dieser Variablen konstruiert sind, gegenüber Leistungen bei "neutralen" (nicht durch die o.g. Variablen beeinflußten) Handlungsschritten verschlechtern. Art und Ausmaß des Einflusses dieser beiden Größen sollen im Rahmen des folgenden Experimentes näher bestimmt werden.

Neben der Einführung dieser zusätzlichen Variablen ergaben sich noch folgende versuchstechnische Änderungen:

1. Die Handlung wurde verkürzt auf 8 Handlungsschritte, die bezüglich Bauzeit und Fehlerzahl repräsentativ für die Gesamthandlung sind. Am Ende jedes Handlungsschrittes erfolgte eine Fehlerkorrektur durch den Versuchsleiter, um mögliche Folgefehler zu vermeiden; auch unter diesem Gesichtspunkt war eine Kürzung der untersuchten Handlung notwendig.

2. Die schriftliche Instruktion wurde für jeden Handlungsschritt um die Angabe des Anfangs- und Zielzustands erweitert, um eine zusätzliche Parallelisierung zur bildlichen Instruktion zu erzielen (durch die Vorgabe von zwei Bildern je Handlungsschritt sind ebenfalls Anfangs- und Zielzustand realisiert).

3. Anstelle der Video-Aufzeichnung wurde die Handlungsausführung vom Versuchsleiter direkt protokolliert, da durch die Unterbrechung der Handlungsausführung nach jedem einzelnen Handlungsschritt (zum Zwecke der Fehlerkorrektur) genügend Zeit zum Protokollieren der aufgetretenen Fehler blieb. Darüberhinaus kann man davon ausgehen, daß die Versuchsleiter durch die Voruntersuchung hinreichend mit der Handlung und dem Kodiersystem für die Fehler vertraut waren.

4. Lesezeit und Bauzeit wurden separat protokolliert, da sonst nicht mehr zweifelsfrei hätte festgestellt werden können, ob Unterschiede bezüglich der Durchführungszeiten bei den verschiedenen Instruktionsarten lediglich auf unterschiedlich lange Rezeptionszeiten oder aber auf verschieden lange Bauzeiten zurückzuführen waren.

5. Als zusätzliche abhängige Variable wurde das Nachschauen in der Instruktion während des Bauens notiert, da die Vermutung naheliegt, daß bei einem guten Instruktionsverständnis ein Nachsehen weniger oft erforderlich wäre.

4.2. Operationalisierung

Es wurden 8 aufeinanderfolgende Handlungsschritte der Handlung "Gabelstapler bauen" ausgewählt, die sich folgendermaßen charakterisieren lassen:

4 Handlungsschritte sind bezüglich der Variablen "Positionsänderung" und "Komplexität" neutral (3,4,7,8)

2 Handlungsschritte haben eine hohe Komplexität (2,6)

Bei 2 Handlungsschritten findet in der Bildinstruktion eine "Positionsänderung" statt (1,5).

Es wurden 3 Gruppen gebildet:

A. Wort (schriftliche Instruktionvorgabe)

B. Bild (bildliche Instruktion)

C. Wort und Bild (Instruktionen von A. und B. zusammen vorgegeben)

Jeder Versuchsgruppe wurden gemäß dem Zufallsprinzip 20 Versuchspersonen zugeteilt, bei denen es sich um StudentINNen im Alter zwischen 19 und 47 Jahren handelte.

4.3. Hypothesen

1. Wir erwarteten, daß bei "neutralen" Handlungsschritten die Bildinstruktion bzgl. Fehlerzahl, Lesezeit, Bauzeit und Nachschauen bessere Ergebnisse hat (d.h. geringere Fehlerzahlen und kürzere Lese- und Bauzeiten aufweist) als die Wortinstruktion.

2. Bei den kritischen Handlungsschritten (1,2,5,6) sollte die Fehlerrate bei der Bildversion im Vergleich zur Wortinstruktion ansteigen, da bei letzterer Detailinformationen über die Ausführung von Handlungsschritten möglicherweise besser verarbeitet werden als bei der Bildinstruktion.

3. Die Wort+Bild-Gruppe sollte bezüglich Fehlerzahl, Bauzeit und Nachschauen am besten abschneiden, da sie sowohl die Überblicksfunktion der Bildversion als auch die Funktion der Detailinformationen der Wortversion nutzen konnte. Dagegen erwarteten wir, daß die Lesezeit bei dieser Instruktionversion am längsten sein würde, da die Versuchspersonen eine größere Menge an Informationen aufnehmen und verarbeiten mußten als bei den beiden anderen Versionen.

4.4. Durchführung

Die untersuchte Handlung bestand aus acht Handlungsschritten, die jeweils auf einer eigenen Instruktionskarte (mittels eines Textes und/bzw. oder eines Bildes) instruiert wurden.

Die Bauteile wurden nach Ähnlichkeit sortiert vorgegeben. In der Instruktion wurde den Versuchspersonen mitgeteilt, daß sie mit Hilfe einer schriftlichen bzw. bildlichen Anleitung ein Spielobjekt aus Fischertechnik-Systemteilen bauen sollten. Zuvor durften sie sich mit den Teilen vertraut machen; denjenigen Probanden, die mit der Wort- bzw. Wort+Bild-Instruktion arbeiten sollten, wurden die Bezeichnungen der verschiedenen Bauteile vermittelt.

Die Instruktionskarten wurden einzeln in der vorgegebenen Reihenfolge bearbeitet. Bei der Bildinstruktion wurden für jeden Handlungsschritt zwei Bilder (Anfangs- und Zielzustand) vorgegeben. Beim Lesen bzw. Anschauen der Instruktion befanden sich die Bauteile nicht im Blickfeld der Versuchspersonen, um eine strikte Trennung von Lese- und Bauphase zu gewährleisten. Mit dem Umdrehen der Instruktionskarte begann die Bauphase für den jeweiligen Handlungsschritt, die durch die Aussage "Stop" von seiten der Versuchsperson beendet wurde.

Nochmaliges Anschauen der Instruktionskarten während des Bauens war den Versuchspersonen gestattet, wurde jedoch im Protokoll vermerkt.

Während der Bauphase wurden Fehler, die durch die Versuchspersonen selbst korrigiert wurden (k-Fehler), das falsche Montieren von Bauteilen (fm-Fehler), das nochmalige Anschauen der Instruktionskarten (Nachschauen), die Lesezeit für jeden der acht Handlungsschritte, sowie die Bauzeit protokolliert.

Die Effekte bei den Variablen Lesezeit und Bauzeit wurden mittels univariater Varianzanalysen berechnet. Im Anschluß an die Varianzanalysen wurden Scheffé-Tests durchgeführt, um Einzelvergleiche zwischen den Versuchsgruppen anstellen zu können. Die Effekte der Variablen fm-Fehler und k-Fehler wurden mittels Chi-Quadrat bestimmt.

4.5. Ergebnisse

Gruppenvergleiche

Tab. 2: Gesamtübersicht über die Ergebnisse des Gruppenvergleichs (Mittelwerte; in Klammern Standardabweichung):

Gruppen aV	Gesamt	Bild	Wort	Wort- bild	F-Werte	Sig.
Lesezeit	134,2 (46,8)	99,75 (42,0)	159,9 (49,1)	143,1 (24,6)	12,08	***
Gesamtbauzeit	173,7 (93,9)	134,5 (82,7)	222,7 (86,3)	164,1 (93,9)		
Bauzeit, neutrale HS	13,8	12,8 (9,2)	17,8 (12,3)	11,0 (5,5)	2,85	* (1)
Bauzeit, kritische HS	29,6 (18,2)	20,8 (12,4)	37,3 (13,4)	30,1 (23,3)	4,98	**
Bauzeit, HS krit. komp.	41,3 (30,5)	22,5 (11,6)	56,9 (23,6)	44,6 (39,5)	8,10	***
Bauzeit, HS krit. Pos.	17,9 (18,7)	19,2 (23,4)	18,9 (13,6)	15,6 (18,4)	0,23	n.s.
Nachschauen, neutr. HS	0,47 (0,9)	0,50 (0,7)	0,60 (1,0)	0,30 (0,9)	Chi- Quadrat	n.s.
Nachschauen, krit. HS	1,33 (1,5)	0,85 (0,9)	1,90 (1,5)	1,25 (1,7)	Chi- Quadrat	**
fm-Fehler, alle HS	1,60 (1,3)	2,80 (1,0)	1,35 (1,1)	0,65 (0,7)	Chi- Quadrat	**
fm-Fehler, neutrale HS	0,22 (0,5)	0,45 (0,8)	0,15 (0,4)	0,05 (0,2)	Chi- Quadrat	*
fm-Fehler, krit. HS	1,38 (1,1)	2,35 (0,8)	1,20 (1,0)	0,60 (0,8)	Chi- Quadrat	***
fm-Fehler, krit. komp. HS	0,83 (0,8)	1,25 (0,6)	0,85 (0,9)	0,40 (0,6)	Chi- Quadrat	**
fm-Fehler, HS krit. Pos.	0,55 (0,6)	1,10 (0,4)	0,35 (0,5)	0,20 (0,4)	Chi- Quadrat	***
k-Fehler, alle HS	0,60 (0,8)	0,35 (0,6)	0,95 (0,9)	0,50 (0,8)	Chi- Quadrat	n.s.
k-Fehler, neutr. HS	0,23 (0,5)	0,20 (0,5)	0,40 (0,5)	0,10 (0,3)	Chi- Quadrat	*
k-Fehler, krit. HS	0,37 (0,6)	0,15 (0,4)	0,55 (0,7)	0,40 (0,6)	Chi- Quadrat	n.s.
k-Fehler, krit. komp. HS	0,33 (0,5)	0,15 (0,4)	0,50 (0,6)	0,35 (0,6)	Chi- Quadrat	n.s.
k-Fehler, HS krit. Pos.	0,03 (0,2)	0,00 (0,0)	0,05 (0,2)	0,05 (0,2)	Chi- Quadrat	n.s.
Gesamtfehler neutr. HS	0,88 (0,8)	1,15 (0,8)	0,75 (0,8)	0,75 (0,9)	Chi- Quadrat	n.s.
Gesamtfehler krit. HS	1,58 (1,2)	2,00 (1,3)	1,45 (0,9)	1,30 (1,2)	Chi- Quadrat	n.s.
Gesamtfehler krit. komp. HS	0,80 (0,8)	1,15 (1,0)	0,80 (0,8)	0,45 (0,5)	Chi- Quadrat	n.s.
Gesamtfehler krit. Pos.	0,78 (0,8)	0,85 (0,8)	0,65 (0,7)	0,85 (0,8)	Chi- Quadrat	n.s.

Abkürzungen: n.s. = nicht signifikant, HS = Handlungsschritt, komp. = komplex, Pos. = Positionsänderung

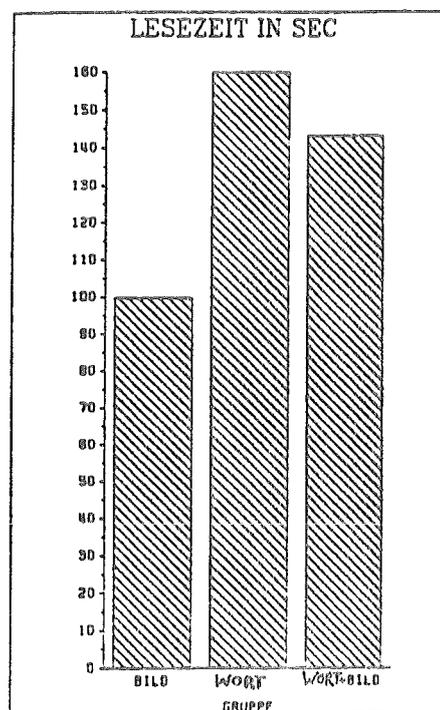
*/**/** = signifik. bei .05/.01/.001 Fehlerwahrscheinlichkeit

1 Bei einseitiger Testung (Signifikanzniveau .06)

Einzelvergleiche bezüglich Lese- und Bauzeiten

Die Gruppen "Wort" und "Bild", sowie die Gruppen "Wort+Bild" und "Bild" unterschieden sich signifikant bzgl. der Lesezeit (einseitiges Signifikanzniveau = .5), wobei die "Bild"-Gruppe gegenüber der "Wort"-Gruppe und gegenüber der "Wort+Bild"-Gruppe die jeweils kürzere Lesezeit benötigte. Der Unterschied zwischen den Gruppen "Wort+Bild" und "Wort" war nicht signifikant.

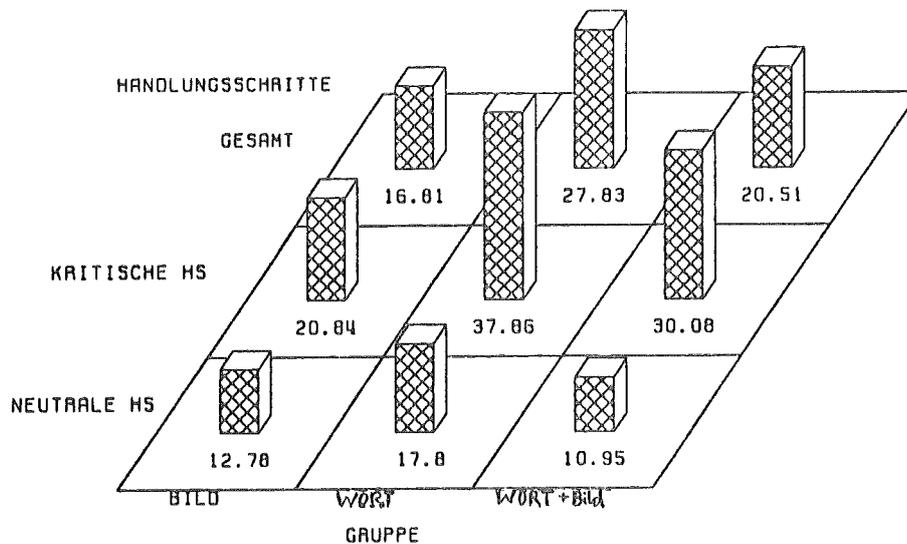
Abb. 2



Hinsichtlich der Bauzeit ergab sich bei den neutralen Handlungsschritten ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen.

Bezüglich der kritischen Handlungsschritte ergab sich lediglich zwischen den Gruppen "Wort" und "Bild" ein signifikanter Unterschied auf dem 5%-Niveau, wobei die "Bild"-Gruppe die kürzere Bauzeit benötigte.

Abb. 3: Bauzeit



Bei einer Untergliederung der kritischen Handlungsschritte in kritisch-komplexe und hinsichtlich einer Positionsänderung kritische Handlungsschritte, ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen "Wort+Bild" und "Bild" sowie zwischen "Wort" und "Bild", wobei die "Bild"-Gruppe wiederum die kürzeste Bauzeit benötigte. Dies gilt jedoch nur für kritisch-komplexe Handlungsschritte; bezüglich der unabhängigen Variable "Positionsänderung" gab es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Bauzeit.

Einzelvergleiche hinsichtlich der Fehlerzahlen

a) Gesamtfehlerzahlen (fm+k-Fehler)

Hinsichtlich der neutralen Handlungsschritte unterschieden sich die Gruppen "Bild" vs. "Wort+Bild" sowie "Wort+Bild" vs. "Wort" signifikant auf dem 1%-Niveau. Dabei traten bei den Gruppen "Bild" bzw. "Wort" jeweils mehr Fehler auf als in der jeweiligen Vergleichsgruppe.

Bild > Wort
Wort > Wort+Bild

Bei den kritischen Handlungsschritten traten bei den Gruppen "Bild" vs. "Wort+Bild" sowie "Wort+Bild" vs. "Wort" signifikante Differenzen hinsichtlich der Gesamtfehlerzahl auf (Signifikanzniveau = .001). Die Gruppen "Bild" bzw. "Wort" wiesen dabei gegenüber ihrer jeweiligen Vergleichsgruppe die höhere Fehlerzahl auf.

Bild > Wort+Bild
Wort > Wort+Bild

Bei der Untergliederung der kritischen Handlungsschritte in kritisch-komplexe und aufgrund einer Positionsänderung kritische Handlungsschritte zeigten sich für erstere die gleichen Ergebnisse wie bei den kritischen Handlungsschritten insgesamt, bei letzteren unterschieden sich die Gruppen "Wort" und "Bild" sowie "Wort+Bild" und "Bild" signifikant voneinander (Signifikanzniveau= .01), wobei die "Bild"-Gruppe jeweils die höheren Fehlerzahlen aufwies.

b) Fehlerzahlen (fm-Fehler)

In einem Vergleich über alle Handlungsschritte hinweg unterschied sich die Gruppe "Bild" sowohl von der Gruppe "Wort+Bild", als auch von der Gruppe "Wort" signifikant (Signifikanzniveau=.01). In beiden Fällen lag die Fehlerzahl bei der "Bild"-Gruppe höher als bei der Vergleichsgruppe.

Bezüglich der neutralen Handlungsschritte war lediglich die Differenz zwischen den Gruppen "Bild" und "Wort+Bild" signifikant (Signifikanzniveau= 0.01). Auch in diesem Fall zeigten sich bei der Bildgruppe die höheren Fehlerzahlen.

Hinsichtlich der kritischen Handlungsschritte erreichten die Unterschiede bei den Gruppen "Bild" vs. "Wort" sowie "Bild" vs. "Wort+Bild" die Signifikanzgrenze (Signifikanzniveau= .01); die "Bild"-Gruppe wies hierbei die höchsten Fehlerzahlen auf. Bei der Unterteilung der kritischen Handlungsschritte ergab sich für beide Untergruppen (kritisch-komplexe und aufgrund einer

Positionsänderung kritische Handlungsschritte) das gleiche Ergebnis wie für die kritischen Handlungsschritte insgesamt.

Abb. 4: Fm-Fehler

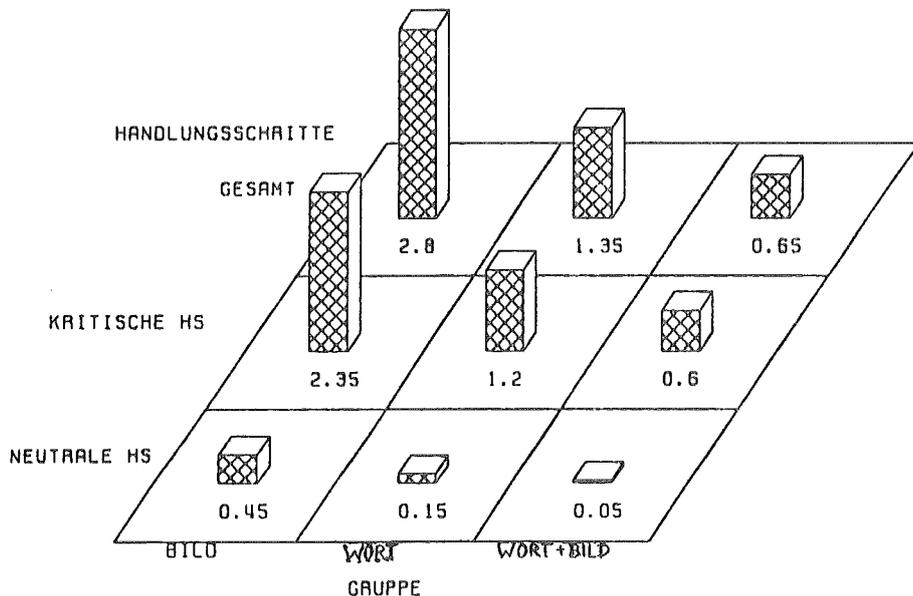
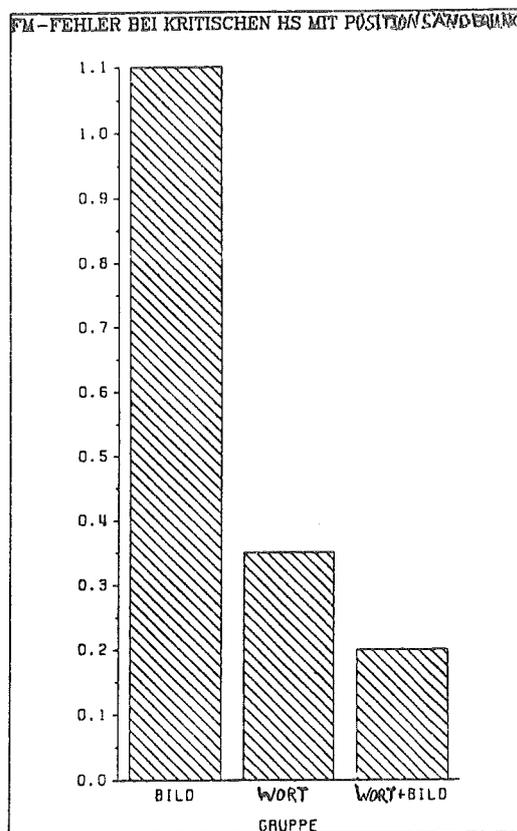
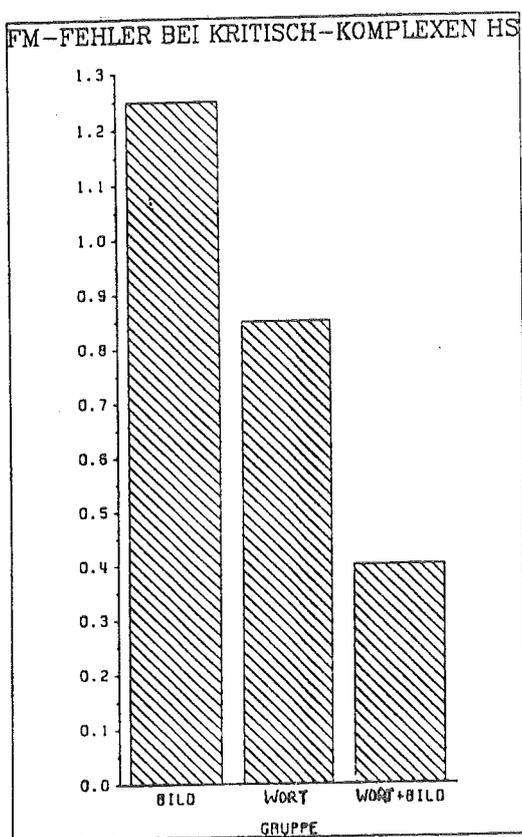


Abb. 5: FM-Fehler bei kritischen Handlungsschritten



c) Fehlerzahlen (k-Fehler)

Über alle Handlungsschritte hinweg zeigten sich lediglich zwischen den Gruppen "Wort" und "Bild" signifikante Unterschiede (Signifikanzniveau = .02); die Fehlerwerte lagen hier bei der "Wort"-Gruppe höher.

Bezüglich der neutralen Handlungsschritte unterschieden sich nur die Gruppen "Wort+Bild" und "Wort" signifikant (Signifikanzniveau = .02). Die "Wort"-Gruppe wies hierbei die höheren Fehlerwerte auf.

Bei den kritischen Handlungsschritten ist die Differenz zwischen der "Wort"- und der "Bild"-Gruppe signifikant (Signifikanzniveau = .03). Wiederum ergaben sich für die "Wort"-Gruppe die höheren Fehlerwerte. Die gleiche Ergebnisstruktur zeigte sich bei den kritisch-komplexen Handlungsschritten. Bei den aufgrund einer Positionsänderung kritischen Handlungsschritten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

d) Nachschauen in der Instruktion

Bei den neutralen Handlungsschritten erreichte keiner der durchgeführten Einzelvergleiche zwischen den Untersuchungsgruppen die Signifikanzgrenze.

Hinsichtlich der kritischen Handlungsschritte unterschieden sich die Gruppen "Wort" vs. "Wort+Bild" sowie "Wort" und "Bild" signifikant voneinander (Signifikanzniveau im ersten Fall = .006, im zweiten Fall = .02). In beiden Fällen waren es die Versuchspersonen der "Wort"-Gruppe, die häufiger während des Bauens in der Instruktion nachschauten.

Wort > Wort+Bild
Wort > Bild

5. Interpretation

Bezüglich der Lesezeit waren die vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht hypothesenkonform, da die "Wort+Bild"-Gruppe nicht wie erwartet die längste Lesezeit benötigte sondern die "Wort"-Gruppe. Dieses Ergebnis läßt sich möglicherweise durch die Tatsache erklären, daß im Textteil der "Wort+Bild"-Instruktion keine konkreten Hinweise auf die Bilder enthalten waren und aus diesem Grund bei den Versuchspersonen kaum Verwendung fanden (und deshalb auch kaum Lesezeit in Anspruch nahmen); eine alternative Erklärung wäre, daß die in der Instruktion verwendeten Bilder das Textverständnis erleichterten (und umgekehrt) und sich die Lesezeit dadurch verkürzte.

Der Unterschied zwischen "Bild"-Gruppe und "Wort"-Gruppe entsprach der Hypothese - die Bildgruppe benötigte die kürzere Lesezeit; mit Hilfe bildlicher Instruktionen lassen sich mentale Repräsentationen von konkreten Handlungen demnach möglicherweise leichter aufbauen als mit Wortinstruktionen.

Bezüglich der Bauzeit bei den neutralen Handlungsschritten entsprachen die Ergebnisse der von uns aufgestellten Hypothese, der gemäß bei der "Wort+Bild"- gegenüber der "Bild"-Gruppe und bei dieser wiederum gegenüber der "Wort"-Gruppe die kürzere Bauzeit zu erwarten war.

Die Ergebnisse bei der Bauzeit für die kritischen Handlungsschritte entsprachen dagegen nicht der von uns aufgestellten Hypothese. Es traten zwar signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen auf, jedoch benötigte die "Bild"-Gruppe gegenüber der "Wort+Bild"- und der "Wort"-Gruppe die kürzere Bauzeit. Lediglich der Unterschied zwischen "Wort"- und "Bild"-Gruppe war signifikant, jedoch entgegen der vorhergesagten Richtung. Auch bei einer Einzelbetrachtung der kritisch-komplexen Handlungsschritte entsprachen die erzielten Ergebnisse nicht den Vorhersagen, da die signifikanten Unterschiede zwischen "Wort+Bild"- und "Bild"-Gruppe sowie zwischen "Wort"- und "Bild"-Gruppe entgegen der prognostizierten Richtung ausfielen, d.h. die "Bild"-Gruppe benötigte die jeweils kürzeste Bauzeit. Möglicherweise ließ die relativ anschauliche und einfache bildliche Darstellung bei den Versuchspersonen den Ein-

druck entstehen, die Instruktion gut verstanden zu haben, worauf sie die entsprechenden Handlungsschritte zügig durchführten, während die Versuchspersonen der "Wort"-Gruppe aufgrund der relativ abstrakten Darstellung der Handlung möglicherweise weniger sicher bezüglich ihres Instruktionsverständnisses waren. Bei diesen Ausführungen handelt es sich jedoch lediglich um Mutmaßungen, die einer eingehenderen Untersuchung in weiteren Experimenten bedürften.

Lediglich bei den durch eine Positionsänderung kritischen Handlungsschritten entsprachen die Ergebnisse der Tendenz nach der vorhergesagten Richtung (d.h. die "Wort+Bild"-Gruppe benötigte gegenüber der "Wort"-Gruppe und diese gegenüber der "Bild"-Gruppe die kürzere Bauzeit), die Unterschiede waren in diesem Fall jedoch nicht signifikant. Dieses Ergebnis ließe sich möglicherweise als ein Hinweis darauf werten, daß eine Positionsänderung im Rahmen einer Bildinstruktion von größerer Relevanz ist als die Komplexität eines Handlungsschrittes, deren Grad im Rahmen der von uns gewählten Handlung ohnehin nur in bescheidenem Rahmen variierbar ist.

Die vorgefundenen Ergebnisse machen deutlich, daß die Lese- und Bauzeit nicht die einzigen Maße für das Verständnis einer Instruktion auf Seiten des Instruierten sein können. Offensichtlich müssen noch andere Messungen eingesetzt werden, um sichere Aussagen über die unterschiedliche Wirkung verschiedener Instruktionstypen machen zu können. Diese Überlegung wird durch die Ergebnisse bei den Fehlerzahlen bestätigt.

Bezüglich der neutralen Handlungsschritte traten nur zwischen der "Wort+Bild"- und der "Wort"- sowie der "Bild"-Gruppe signifikante Unterschiede in der vorhergesagten Richtung auf. Die "Wort"- und die "Bild"-Gruppe unterschieden sich nicht bezüglich der Gesamtfehlerzahlen bei den neutralen Handlungsschritten.

Bei den kritischen Handlungsschritten insgesamt sowie bei der Untergruppe der kritisch-komplexen Handlungsschritte widersprachen die vorgefundenen Ergebnisse unseren Erwartungen in der Hinsicht, daß die "Bild"-Gruppe geringere Gesamtfehlerzahlen aufwies als die "Wort"-Gruppe. Bei der "Wort+Bild"-Gruppe waren

erwartungsgemäß die wenigsten Fehler zu verzeichnen. Bei den durch eine Positionsänderung kritischen Handlungsschritten entsprachen die vorgefundenen Unterschiede unseren Vorhersagen - die "Wort+Bild"-Gruppe hatte die niedrigsten Gesamtfehlerzahlen zu verzeichnen, gefolgt von der "Wort"- und der "Bild"-Gruppe.

Die Tatsache, daß die vorgefundenen Werte nur teilweise unseren Erwartungen entsprechen, läßt sich dadurch erklären, daß die Ergebnisse bei der Variablen "Gesamtfehlerzahl" möglicherweise durch die Ergebnisse bei der Variablen "k-Fehler" überdeckt wurden, die fast durchweg (bis auf die neutralen Handlungsschritte) insignifikant waren. Daraus kann man schließen, daß Fehler, die von den Versuchspersonen selbst noch während des Bauens verbessert werden, weniger auf mangelndes Instruktionsverständnis sondern eher auf Ungenauigkeit, mangelnde Konzentration, Nachlässigkeit o.ä. zurückzuführen sind und sich aus diesem Grund weniger gut als Ausführungsmaß eignen als beispielsweise "fm-Fehler". Bei diesen fielen fast alle Ergebnisse gemäß unseren Erwartungen aus, lediglich bei den neutralen Handlungsschritten erzielte die "Bild"-Gruppe keine besseren Ergebnisse als die "Wort"-Gruppe. Dieses Ergebnis läßt sich im Zusammenhang mit anderen erzielten Werten so interpretieren, daß Versuchspersonen, die mit Hilfe von Bildern instruiert werden, dazu neigen, oberflächlicher vorzugehen; möglicherweise weil sie sich bezüglich des Instruktionsverständnisses sicherer sind als die mit Hilfe eines Textes Instruierten und deshalb zügiger arbeiten (was in der Gesamtbetrachtung der Bauzeiten deutlich wird), infolgedessen jedoch auch mehr Fehler machen, ein Effekt, der bei den kritischen Handlungsschritten - und hier vor allem bei den durch eine Positionsänderung kritischen Handlungsschritten - noch deutlicher zu Tage tritt als bei den neutralen Handlungsschritten.

Bei den sog. k-Fehlern zeigten sich - wie bereits erwähnt - bis auf eine Ausnahme (hinsichtlich der neutralen Handlungsschritte) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen. Fehler, die von den Versuchspersonen selbst während des Bauens wieder korrigiert werden, scheinen demnach

kein geeignetes Ausführungsmaß zu sein. In Folgeuntersuchungen kann aus diesem Grund auf eine Unterscheidung von fm- und k-Fehlern verzichtet werden.

Bei der Variablen "Nachschauen" unterschieden sich die Untersuchungsgruppen lediglich bei den kritischen Handlungsschritten signifikant, wobei es jeweils die Versuchspersonen der "Wort"-Gruppe waren, die häufiger in der Instruktion nachsehen mußten als die anderen Versuchspersonen. Die "Wort"-Gruppe unterschied sich sowohl hinsichtlich der kritischen Handlungsschritte insgesamt als auch bezüglich der kritisch-komplexen Handlungsschritte signifikant von der "Bild"- und der "Wort+Bild"-Gruppe. Dieses Ergebnis entspricht zwar nicht unserer Erwartung, dergemäß die Versuchspersonen der "Bild"-Gruppe bei den kritischen Handlungsschritten die höheren Werte bezüglich der Variablen "Nachschauen" hätten erzielen sollen, es ist jedoch wahrscheinlich, daß auch hier die Probanden der "Bild"-Gruppe ihrem subjektivem Empfinden nach ein gutes Instruktionsverständnis hatten, während die Versuchspersonen der "Wort"-Gruppe bei den kritischen Handlungsschritten aufgrund der relativ komplexen Beschreibung weniger sicher waren und daher öfter in der Instruktion nachschauten. Betrachtet man jedoch die Unterschiede bezüglich der Fehlerzahlen, dann stellt sich heraus, daß das "objektive Instruktionsverständnis" diesem "subjektiven Empfinden" nicht entspricht.

6. Diskussion der Ergebnisse

Der zentrale Befund der beiden Untersuchungen zum Problembereich möglicher Unterschiede zwischen zwei Arten der externen Darstellung handlungsbezogener Informationen in Instruktionen läßt sich wie folgt zusammenfassen: Eine eindeutige, für die hier als relevant erachteten und eingesetzten Parameter des Verstehens und Ausführens geltende Überlegenheit einer der beiden Darstellungsarten gibt es unter den durch unsere Untersuchungen gesetzten Randbedingungen nicht. Diese Randbedingungen sind allerdings nicht zufällig, sondern aus unseren Annahmen über den Aufbau einer mentalen Repräsentation von Handlungswissen im Zuge der Instruktion abgeleitet. Sie haben aber vermutlich gerade dazu beigetragen, daß die in der Literatur so häufig beschriebene durchgängige Überlegenheit bildlicher Darstellungen in unseren Daten nicht nachweisbar ist.

Die erste, für den hier durchgeführten Vergleich relevante Bedingung ist die Parallelisierung der beiden Instruktionsversionen im Hinblick auf die Hierarchie-Ebene der Handlungsorganisation. Unter diesem Gesichtspunkt besteht eine nahezu vollständige Informations-Äquivalenz (i.S. der o.a. Definition), wie sie in anderen Untersuchungen möglicherweise nicht erreicht werden konnte, die aber gleichwohl ausschlaggebend ist, wenn man tatsächlich den Medien-Effekt isoliert feststellen will. Hier liegt also vermutlich eine Ursache für die im Vergleich zu anderen Untersuchungen weniger ausgeprägten und auch nicht gleichgerichteten Differenzen zwischen Wort und Bild.

Die andere Bedingung unserer Untersuchung betrifft die sequentielle Anordnung der Handlungsschritte. Es ist wohl so, daß die ansonsten konstatierte Bild-Überlegenheit jeweils vorwiegend in der Gegenüberstellung eines einzelnen Bildes auf der einen Seite und einer Sequenz sprachlicher Einheiten auf der anderen gefunden wurde (vgl. Larkin & Simon, 1987). Im Gegensatz dazu haben wir in beiden Versionen eine Sequenz von Darstellungselementen. Offensichtlich vermindert sich bei dieser Anordnung der Vorteil des Bildes, der aus dessen Ganzheitlichkeit resultiert. Denn bei der Verarbeitung einer derartigen Bilder-Sequenz muß analog zu den Prozessen bei der Textverarbeitung (i.S. einer

Bildergeschichte) ein übergreifender Zusammenhang erst konstruiert werden. Eine Reihe von Kohärenzbildungen zwischen dem Inhalt von Einzelbildern, den Inhalten ganzer Episoden und schließlich dem Gesamtinhalt werden erforderlich, ebenso wie Schlußfolgerungen zwischen und innerhalb von Episoden. Insofern hat eine Bildersequenz anders als ein einzelnes Bild etwas "Textartiges", da die semantischen Verbindungen zwischen den einzelnen Bildern - ähnlich wie die Verknüpfungen der einzelnen Äußerungen eines Diskurses - vom Rezipienten konstruiert werden müssen.

Die Bildung eines mentalen Modells des Sachverhalt-Handlungs-Zusammenhangs durch eine Handlungsanweisung kann sowohl aufgrund bildlicher wie sprachlicher Informationen erfolgen; die Merkmale des Sachverhalts allerdings, von denen in der Modellbildung abstrahiert wird, nehmen je nach Medium einen unterschiedlichen Stellenwert ein. In der sprachlichen Darstellung kann man diese Merkmale schlicht weglassen; und dies haben wir in der sprachlichen Instruktionsversion auch getan. Im Bild sind modellrelevante und irrelevante Merkmale nebeneinander dargestellt. In diesem Fall ist eine Entscheidung dahingehend zu treffen, welche Merkmale für die Modellbildung relevant sind und welche nicht. Diese Entscheidung kann sich mehr oder weniger günstig auf die Modellbildung auswirken, wobei "günstig" i.S. der Funktionalität des Modells zu interpretieren ist. Bei komplexen Handlungsschritten ist die Wahrscheinlichkeit größer, daß irrelevante Merkmale in die Modellbildung eingehen als bei einfachen Handlungsschritten, schon allein deshalb, weil mehr irrelevante Merkmale vorhanden sind. Dies bringt eine Veränderung bzw. Korrektur des (schon vorher gebildeten) mentalen Modells mit sich, wie wir sie auch für die Verarbeitung der Darstellung von Zuständen angenommen haben, in denen eine Positionsänderung des Spielobjekts vorgenommen worden war.

Ein zweiter, für unsere Weiterarbeit zentraler Befund betrifft die Unterschiede zwischen den Parametern des Verstehens der Instruktion (Lesezeit) und des Ausführens der Handlung (Bauzeit, Fehlerhäufigkeit). Eine präzise Ausführung, so läßt sich aus unseren Daten schließen, hat nicht unbedingt ein schnelles Verstehen der Instruktion als Voraussetzung. Gerade bei schwie-

rigeren Handlungsschritten ist die Bildinstruktion zwar leichter verständlich, wird aber nicht so gut in die Tat umgesetzt wie die sprachliche Instruktion. Das Verstehen, so ist anzunehmen, schließt bei der Bildbetrachtung nicht unbedingt sämtliche handlungsrelevanten Aspekte des dargestellten Inhalts mit ein. Es ist unter den von uns gesetzten Randbedingungen vermutlich mehr auf das Erkennen der Zustände des Bau-Objekts und weniger auf die durch Handeln zu erreichenden Zustandsänderungen gerichtet. Und dies gilt, obwohl der Zweck der Handlungsanweisung in der Versuchssituation klar war, unabhängig davon, ob Wort- oder Bildversion vorlagen: das Spielobjekt mußte gebaut werden.

Als Folgerung dieser Befunde, die nicht zuletzt für die Praxis des Instruierens interessant sein kann, läßt sich schließen: Keines der beiden Medien ist für die Darstellung von Handlungswissen von vornherein besser als das andere. Es kommt darauf an, den Vorteil des Bildes zu nutzen, wenn es um eine Gesamtvorstellung des Sachverhalts geht, an dem die Handlung ansetzt. Allerdings ist hier darauf zu achten, daß die im Hinblick auf das Ziel der Instruktion relevanten Merkmale hervorgehoben werden.

Der Vorteil der sprachlichen Instruktion dagegen liegt in der Möglichkeit, einfache und schwierige, komplexe Zusammenhänge sequentiell so darzustellen, daß die handlungsrelevanten Merkmale im Vordergrund stehen. Der Aufbau funktionaler mentaler Modelle und die Korrekturen an ihnen wird dadurch möglich. Eine mentale Repräsentation muß im Falle der Handlungsanweisung funktional für die Ausführung der Handlung sein, wie überhaupt die Frage der Qualität der externen Darstellung von Information in Relation zu der geforderten Aufgabe gesehen werden muß.

7. Literatur

- Amarel, S. (1968). On the representation of problems of reasoning about actions. In D. Michie (Ed.), *Machine intelligence* 3 (pp. 131-171). New York: American Elsevier.
- Anderson, J.R. (1983). *The Architecture of cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard UP.
- Engelkamp, J. 1986. Motor programs as part of the meaning of verbal items. In I. Kurcz, G.W. Shugar & J.H. Danks (Eds.), *Knowledge and language*. Amsterdam: North-Holland.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H.D. (1983). Zum Einfluß von Wahrnehmen und Tun auf das Behalten von Verb-Objekt-Phrasen. *Sprache & Kognition*, 2, 117-127.
- Gentner, D. & Gentner (1983). Flowing waters or teeming crowds: mental models of electricity. In D. Gentner & A.L. Stevens, *Mental models* (pp. 99-129). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Gentner, D. & Stevenson, A. (Eds.). (1983). *Mental models*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Herrmann, Th. (1985). *Allgemeine Sprachpsychologie*. München: Urban & Schwarzenberg.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models. Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: University Press.
- Kieras, D.E. (1983). A simulation model for the comprehension of technical prose. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol.17). New York: Academic Press.
- Kohlmann, U., Speck, A., Scharnhorst, U. & v. Stutterheim, C. (i. Dr.). Erscheint in "Deutsche Sprache".
- Levin, J.R. (1982). Pictures as prose-learning devices. In A. Flammer & W. Kintsch (Eds.), *Discourse processing* (pp. 412-444). Amsterdam.
- Lindsay, R.K. (1988). Images and inference. *Cognition*, 29, 229-250.
- Larkin, J.H. & Simon, H.A. (1987). Why a diagramm is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11(1), 65-100.
- Michael, B. 1983. Darbieten und Veranschaulichen. Möglichkeiten und Grenzen von Darbietung und Anschauung im Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In D. Gentner & A.L. Stevens, *Mental models* (pp. 299-324). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

- Paivio, A. (1971). Imagery and verbal processes. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Pylyshyn, Z. W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: a critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1-24.
- Salomon, G. (1981). *Communication and Education: Social and psychological interactions*. Beverly Hills: Sage.
- Sidner, C. (1983). Focusing and discourse. *Discourse Processes*, 6, 107-130.
- Snodgrass, J.G. (1984). Concepts and their surface representation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 3-22.
- Weidenmann, B. (1988). *Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern*. Bern: Huber.
- Williams, M.D., Hollan, J.D. & Stevens, A.L. (1983). Human reasoning about a simple physical system. In D. Gentner & A.L. Stevens, *Mental models* (pp. 131-153). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Wintermantel, M., Dennig, K. & Siegerstetter, J. (1986). Sprachliches Instruieren als Problemlösen. In M. Amelang (Hrsg.), *Bericht über den 35. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Heidelberg 1986* (S. 371). Göttingen: Hogrefe.
- Wintermantel, M. (1988). *Darstellung technischer Abläufe in dialogischen Instruktionen*. Forschungsantrag bei der DFG. Heidelberg: Psychologisches Institut der Universität.
- Wintermantel, M. & Siegerstetter, J. (1988). Hearer questioning and instruction. *Journal of Language and Social Psychology*, 7, 213-227.
- Wintermantel, M. & Laux, H. (1989). *Gewichtung von Teilhandlungen in Instruktionen* (Arbeiten der Forschergruppe "Sprechen und Sprachverstehen im sozialen Kontext" Heidelberg/Mannheim, Bericht Nr. 21). Heidelberg: Psychologisches Institut der Univ.
- Wippich, W. (1984). *Lehrbuch der angewandten Gedächtnispsychologie* (Band 1). Stuttgart: Kohlhammer.
- Wippich, W. (1987). Untersuchungen zur Integration bildlicher und sprachlicher Information. *Sprache & Kognition*, 6, 23-35.

Anhang:

- Instruktionstext (Voruntersuchung): 19 Handlungsschritte
- Instruktionstext (Hauptuntersuchung): 8 Handlungsschritte
- Versuchsleiter-Instruktion (Hauptuntersuchung)

Instruktionstext (Voruntersuchung): 19 Handlungsschritte

Episode 1

Lege die rote Platte mit der Schmalseite nach vorn und dem Winkel auf der linken Seite vor dich hin.

Schiebe die grauen Würfel rechts und links in die vorderen (dir zugewandten) Ecken, und zwar so, daß die roten Winkel von dir weg zeigen.

Stecke die schwarze Kurbel bis zum Anschlag mit der längeren Seite durch das vordere, weiß umrandete Loch.

Stecke den grauen Stab mit der kürzeren Seite durch das hintere, weiß umrandete Loch.

Episode 2

Schiebe die rote Achse zu $3/4$ auf die beiden grauen Würfel.

Schiebe die beiden roten Klötzchen - mit der breiteren Seite nach oben - vorn auf die beiden grauen Würfel.

Schiebe die rote Schiene durch diese roten Klötzchen.

Stecke die graue, längliche Strebe so auf die schwarze Kurbel, daß das andere Ende rechts des grauen Stabs liegt.

Stecke den roten Ring auf die schwarze Kurbel.

Stecke die rot-graue Achse so auf den grauen Stab, daß sich die graue Strebe mit dem roten Zapfen an der Unterseite der Achse verbinden läßt.

Stecke das Zahnrad auf das Ende des grauen Stabs.

Episode 3

Schiebe die drei gleichen Gewindeteile auf die Metallstange.

Schraube den roten Würfel mit den schwarzen Seitenteilen so auf die Gewindeteile, daß ein roter Nippel nach vorn zeigt.

Schiebe das letzte Gewindeteil mit dem spitz zulaufenden Ende nach oben auf die Metallstange.

Schiebe das "Armaturenbrett" auf die beiden Keile.

Setze das Lenkrad auf das lange Ende der schwarzen Kurbel.

Schiebe die grauen Würfel in die hinteren Ecken der roten Platte.

Schiebe die grauen Quader so an die grauen Würfel, daß sie zu dir hinzeigen und auf der roten Platte aufliegen.

Schiebe den schwarzen Würfel - mit der offenen Seite nach unten - vorn zwischen die grauen Quader, sodaß sich ein "U" ergibt.

Instruktionstext (Hauptuntersuchung): 8 Handlungsschritte

Nimm die Grundplatte und die flache Achse.

Schiebe die flache Achse oben auf die beiden grauen Würfel.

Die flache Achse soll noch zu ca. einem Drittel überstehen.

Nimm die beiden roten Winkel.

Schiebe die beiden roten Winkel mit der breiteren Seite nach oben auf die beiden grauen Würfel.

Die roten Winkel sollen mit dem überstehenden Teil der flachen Achse abschließen.

Nimm die rote Schiene.

Schiebe die rote Schiene durch die beiden roten Winkel.

Die rote Schiene soll auf keiner Seite überstehen.

Nimm die graue Strebe.

Stecke die graue Strebe von oben auf die schwarze Kurbel.

Das Ende der grauen Strebe soll neben dem grauen Stab liegen.

Nimm die rote Klemme.

Stecke die rote Klemme auf die schwarze Kurbel.

Die rote Klemme soll fest auf der grauen Strebe sitzen.

Nimm die rot-graue Achse.

Stecke die rot-graue Achse mit dem runden Zapfen nach unten auf den grauen Stab und verbinde dabei diesen Zapfen mit der grauen Strebe.

Die rot-graue Achse soll - über die graue Strebe - mit der schwarzen Kurbel beweglich verbunden sein.

Nimm das Zahnrad.

Stecke das Zahnrad von oben auf das Ende des grauen Stabs.

Das Zahnrad soll fest auf der rot-grauen Achse sitzen.

Nimm den rot-grauen Quader.

Schiebe den rot-grauen Quader auf die rote Schiene.

Der Quader soll auf keiner Seite überstehen.

Versuchsleiter-Instruktion (Hauptuntersuchung)

Darbietung der Teile: Nach gleichen oder ähnlichen Teilen sortiert.

Einführende Worte: "Bei dem nun folgenden Experiment geht es um das Verstehen einer Instruktion zum Bau eines Objekts aus Fischertechnik-Teilen.

Du erhältst die notwendigen Bauteile und eine schriftliche/bildliche Instruktion und sollst mit ihrer Hilfe ein bestimmtes Objekt bauen."

Vertrautmachen mit Teilen: "Zunächst darfst du dich mit den Teilen vertraut machen". Probeweise etwas zusammenstecken lassen.

Bei Text-Vorgabe (Wort/Wort+Bild): Benennung der Teile.

Grundplatte, flache Achse, roter Winkel (breite und schmale Seite zeigen), rote Schiene, graue Strebe, schwarze Kurbel, grauer Stab, rote Klemme, rot-graue Achse (runden Zapfen zeigen), Zahnrad, rot-grauer Quader.

Zum Vorgehen:

"Du sollst die Instruktions-Karten zügig und in der vorgegebenen Reihenfolge abarbeiten. Wende Dich beim Lesen von den Bauteilen ab, schaue Dir jeweils die Instruktionskarte genau an und drehe sie dann um. Zur Not kannst Du später auch nochmal nachschauen. Wenn Du mit dem Bauen fertig bist, sage 'stop'."

Protokollierung:

1. Lesezeit: Zeit vom Nehmen der Instruktionskarte bis zum Weglegen wird notiert.
2. Zeit: Für jeden Handlungsschritt wird die Zeit gestoppt vom Baubeginn bis die Vp 'stop' sagt.
3. Nachschauen: Falls die Instruktion während des Bauens nochmal angeschaut wird, wird das (evtl. mit Sekundenangabe) protokolliert. Die Zeit läuft dabei weiter.
4. Fehler: Es werden zwei Fehlerarten protokolliert. Pro Handlungsschritt ist nur eine der beiden Fehlerarten möglich.
 - a) ein Bauteil wird falsch montiert (fm)
 - b) ein Bauteil wird falsch montiert und korrigiert (k).

Interventionen: Wird ein Bauteil falsch montiert, muß dies nach Beendigung des Handlungsschritts (Nehmen der nächsten Karte) vom Versuchsleiter korrigiert werden, um Folgefehler zu vermeiden.

V e r z e i c h n i s

der Arbeiten aus dem Sonderforschungsbereich 245

"Sprechen und Sprachverstehen im sozialen Kontext"

Heidelberg/Mannheim

- Nr. 1 Schwarz, S., Wagner, F. & Kruse, L.: Soziale Repräsentation und Sprache: Gruppenspezifische Wissensbestände und ihre Wirkung bei der sprachlichen Konstruktion und Rekonstruktion geschlechtstypischer Episoden. Februar 1989.
- Nr. 2 Wintermantel, M., Laux, H. & Fehr, U.: Anweisung zum Handeln: Bilder oder Wörter. März 1989.