

**Mentale Modelle beim Erinnern sprachlich beschriebener
räumlicher Anordnung:
Zur Interaktion von Gedächtnisschemata und Textpräsentation**

Dutke, Stephan

First published in:

Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, Bd. 40, 1993, Heft 1, S. 44-71

Mentale Modelle beim Erinnern sprachlich beschriebener räumlicher Anordnungen: Zur Interaktion von Gedächtnisschemata und Textrepräsentation¹⁾

Stephan Dutke

Institut für Psychologie der Freien Universität Berlin

Es wird die Rolle mentaler Modelle beim Erinnern determinierter und indeterminierter Beschreibungen räumlicher Anordnungen untersucht. Im Mittelpunkt stehen die funktionalen Beziehungen zwischen der Repräsentation der sprachlichen Beschreibung (Textbasis), der Repräsentation der darin beschriebenen räumlichen Anordnungen (mentales Modell) und dem schematischen Wissen des Rezipienten. Es werden drei Experimente mit 18, 16 und 40 Erwachsenen beider Geschlechter berichtet. Die Experimente sind Replikationen und Erweiterungen des Untersuchungsansatzes von Mani und Johnson-Laird (1982), deren Theorie über die Stufenabfolge von Textrepräsentation und mentalem Modell einer kritischen Prüfung unterzogen wird. Die Ergebnisse zeigen, (1) daß schematisches Wissen über eine räumliche Anordnung die Bildung eines mentalen Modells auch dann ermöglicht, wenn die Beschreibung indeterminiert ist, (2) daß die Textrepräsentation entgegen der Theorie von Mani und Johnson-Laird auch nach Bildung eines mentalen Modells nicht sofort verfällt, (3) daß mentale Modelle unterschiedliche Wiedererkennungseleistungen unterstützen und (4) daß mentale Modelle transitorische Konstrukte des Arbeitsgedächtnisses sind, die anforderungsbezogen konstruiert werden.

1) Ich danke Prof. Dr. Wolfgang Schönplug und den Gutachtern der Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie für die kritische und hilfreiche Kommentierung früherer Versionen dieses Manuskripts.

Anna Lüdicke, Stefanie Winkler und Ingrid Zundel gebührt Dank für die sorgfältige Durchführung von Vorversuchen zur Erprobung des Untersuchungsmaterials.

Mentale Modelle beim Verstehen und Erinnern von Texten

Die Kognitionspsychologie hat in verschiedenen Zusammenhängen immer wieder theoretische Konstrukte hervorgebracht, mit denen beschrieben werden soll, wie Wissen im menschlichen Gedächtnis repräsentiert wird. Obwohl der Begriff „mental model“ bereits einmal in den fünfziger Jahren auftauchte (McKellar, 1957), wird er erst seit knapp zehn Jahren häufiger benutzt. Neben einigen anwendungsorientierten Disziplinen, wie beispielsweise der Medienpsychologie (Seel, 1986) oder der Software-Ergonomie (Ackermann & Tauber, 1990), haben mentale Modelle vor allem in der Forschung zum Verstehen und Erinnern von Sätzen und Texten eine zentrale Position eingenommen.

Als einer der Hauptvertreter Mentaler-Modell-Theorien nimmt Johnson-Laird (1983), in Übereinstimmung mit vielen anderen Theorien zum Textverstehen (vgl. Perrig, 1988) an, daß nach einer Verarbeitung der Oberflächenmerkmale eines Textes dessen Bedeutung repräsentiert wird. Die Bedeutung wird — so die weitere Annahme — in einem abstrakten, modalitätsunspezifischen Code gespeichert, der häufig durch Propositionen modelliert wird (z. B. Kintsch, 1974). Johnson-Laird (1983) postuliert jedoch eine über diese Textrepräsentation hinausgehende Abbildung, nämlich das mentale Modell der im Text beschriebenen Sachverhalte. Dieses repräsentiert nicht den sprachlichen Input (Garnham, 1987; Johnson-Laird, Herrmann & Chaffin, 1984), sondern seine Referenten, also die Dinge, Zustände, Vorgänge oder Personen, auf die sich die sprachliche Äußerung bezieht: „Mental models represent what the text is about. Not the text itself“ (Glenberg, Meyer & Lindem, 1987, S. 70). Deshalb sprechen van Dijk und Kintsch (1983) in Abgrenzung zur Textrepräsentation (ihrer sogenannten „Textbasis“) nicht von einem „mentalen Modell“, sondern von einem „Situationsmodell“ (vgl. Perrig & Kintsch, 1985).

Das Verhältnis zwischen der im Text beschriebenen Situation und ihrer Abbildung im mentalen Modell bezeichnet Johnson-Laird (1983) als „analog“ (vgl. Schnotz, 1988):

Unlike a propositional representation, a mental model does not have an arbitrarily chosen syntactic structure, but one that plays a direct representational role since it is analogous to the structure of the corresponding state of affairs in the world (Johnson-Laird, 1983, S. 156).

Mentale Modelle implizieren somit Vorstellungen in Anlehnung an unterschiedliche Sinnesmodalitäten. Obwohl es sich hierbei häufig um visuelle Vorstellungen handelt, können mentale Modelle auch Vorstellungen anderer Sinnesmodalitäten hervorbringen (Steiner, 1988). Auch wenn mentale Modelle visuelle Vorstellungen enthalten, sind sie dennoch nicht identisch

mit ihnen (vgl. Marks, 1990): Vorstellungsbilder seien Sichtweisen auf ein mentales Modell (Johnson-Laird, 1983) und bildeten nur einen spezifischen, zeitlich definierten Zustand des Modells ab. Der Prozeß des Verstehens eines Textes spiegele sich in einem permanenten „updating“ dieses Zustands (Glenberg & Langston, 1992, S. 131). Die Möglichkeit, Zustandsveränderungen in der Vorstellung zu durchlaufen und zu simulieren, wird als eines der zentralen Merkmale mentaler Modelle erachtet (Johnson-Laird, 1983; Weidenmann, 1988; Marks, 1990; Seel, 1986). Stevens und Collins (1980) sowie De Kleer und Brown (1983) sprechen deshalb vom „Laufenlassen eines mentalen Modells“ (jedoch Rips, 1986). In dieser Hinsicht haben mentale Modelle große Ähnlichkeit mit der „Simulationsheuristik“ bei Kahneman und Tversky (1982).

Bezüglich des Aufbaus mentaler Modelle wird die Theorie Johnson-Lairds (1983) bzw. von Mani und Johnson-Laird (1982) als zentral erachtet. In Anlehnung an den Levels-of-Processing-Ansatz (Craik & Lockhart, 1972) postulieren sie eine zweistufige Verarbeitung von Sätzen und Texten. Dabei wird eine propositionale Repräsentation des Textes als notwendige Voraussetzung für den Aufbau eines mentalen Modells angenommen. Der Aufbau des mentalen Modells werde durch ein Set von sieben Prozeduren gesteuert, die das Modell schrittweise um den Inhalt neuer Propositionen erweitern, modifizieren oder ganz verwerfen. Gelingt es, auf dieser Grundlage ein mentales Modell zu konstruieren, werde die propositionale Repräsentation vergessen. Der Input könne in diesem Falle nur auf der Grundlage des mentalen Modells rekonstruiert werden. So werde das mentale Modell zu einer Einheit der langzeitlichen Wissensspeicherung. Wird dagegen kein mentales Modell gebildet, kann der Input nur auf der Grundlage der propositionalen Textrepräsentation erinnert werden.

Eine empirische Bewertung erfährt dieser Ansatz in den Experimenten von Mani und Johnson-Laird (1982). Die Autoren untersuchten, wie verbale Beschreibungen räumlicher Konfigurationen kognitiv repräsentiert werden. Diese Beschreibungen waren determiniert oder indeterminiert formuliert. Determinierte lassen eine und nur eine räumliche Anordnung von Objekten zu:

Der Apfel liegt links von der Birne.
Die Banane liegt rechts von der Birne.
Die Ananas liegt vor dem Apfel.
Die Trauben liegen vor der Birne.

Der Theorie entsprechend, werde eine solche determinierte Beschreibung zunächst propositional repräsentiert. Anschließend werde die propositionale Repräsentation in ein mentales Modell transformiert. Dieses impliziere die Verfügbarkeit einer integrierten, visuellen Vorstellung der Früchte in der

beschriebenen Konfiguration. Es bilde also die Referenten der sprachlichen Beschreibung und deren räumliche Relationen ab. Die propositionale Repräsentation ver falle nach dem Aufbau des mentalen Modells. Wegen des Verlusts der Textrepräsentation könne der Rezipient nachträglich (bei einem Wiedererkennenstest) nicht mehr zwischen der tatsächlich gelesenen Beschreibung und einer nicht dargebotenen, aber kompatiblen unterscheiden. Dafür erlaube das mentale Modell die Unterscheidung zwischen sachlich zutreffenden und unzutreffenden Beschreibungen, jedoch unabhängig davon, ob sie vorher dargeboten wurden oder nicht.

Für indeterminierte räumliche Beschreibungen gelte dies nicht. Die Beschreibung in Abbildung 1 ist in dem Sinne indeterminiert, als sie zwei verschiedene Anordnungen der Objekte zuläßt. Sie unterscheidet sich von der determinierten Version nur durch ein Wort im zweiten Satz.

Der Apfel liegt links von der Birne.

Die Banane liegt rechts von dem Apfel.

Die Ananas liegt vor dem Apfel.

Die Trauben liegen vor der Birne.



Abbildung 1

Zwei räumliche Anordnungen von Gegenständen, die beide mit einer indeterminierten Beschreibung kompatibel sind.

Während eine indeterminierte sprachliche Aussage ohne erhöhten Aufwand propositional kodiert werden könne, sei die Konstruktion eines mentalen Modells jedoch erschwert, weil zwei unterschiedliche Anordnungen möglich sind und eine Entscheidung zwischen beiden Versionen getroffen werden müsse (vgl. Pylyshyn, 1973). Aufgrund dieser Erschwerung werde nach Johnson-Laird kein mentales Modell konstruiert, sondern die Verarbeitung des Inputs bleibe bei der propositionalen Repräsentation stehen. Diese erlaube eine gute nachträgliche Unterscheidung zwischen dargebotenen und nicht dargebotenen Beschreibungen. Das Fehlen des mentalen Modells führe dagegen zur Verwechslung sachlich zutreffender und unzutreffender Beschreibungen.

Die „Determiniertheit der Beschreibung“ bezieht sich in diesem Paradigma also allein auf die räumlichen Relationen der Objekte. Nur in diesem

Sinne ist eine Beschreibung als „determiniert“ zu betrachten. Bezöge man weitere Merkmalsdimensionen mit ein (z. B. das Aussehen der Objekte), wären natürlich auch bei „determinierten“ Beschreibungen mehrere Modelle möglich.

Nach der Präsentation aller Beschreibungen wurden die Probanden von Mani und Johnson-Laird (1982) mit einem unerwarteten Wiedererkennens-test konfrontiert, in dem jeweils die dargebotene Beschreibung, eine nicht dargebotene, aber kompatible Wiedererkennensalternative und zwei falsche gezeigt wurden. Gefordert war eine Ähnlichkeitsrangfolge der vier Alternativen im Vergleich mit der ursprünglich dargebotenen Beschreibung.

Mani und Johnson-Laird (1982) berichten bestätigende Befunde für beide Annahmen: Determinierte Beschreibungen wurden besser wiedererkannt als indetermierte. Bei determinierten Beschreibungen rangierte nicht nur die tatsächlich dargebotene, sondern auch die nicht dargebotene, kompatible Wiedererkennensalternative vor den falschen. Das schlechtere Wiedererkennen der indetermierten Beschreibungen wird deshalb auf das Fehlen des mentalen Modells zurückgeführt. Bei indetermierten Beschreibungen wurde jedoch im Gegensatz zu determinierten die tatsächlich dargebotene Beschreibung der kompatiblen Wiedererkennensalternative vorgezogen. Die wörtlichen Details der indetermierten Beschreibungen wurden also besser behalten als die der determinierten. Dies wird auf das Fehlen der propositionalen Textrepräsentation bei determinierten Beschreibungen zurückgeführt.

Räumliches Wissen und die Persistenz mentaler Modelle

Der Untersuchungsansatz von Mani und Johnson-Laird (1982) ist hervorragend geeignet, ihre Theorie des Übergangs von der Textrepräsentation zum mentalen Modell zu veranschaulichen. Dabei wird jedoch die Rolle des Vorwissens vernachlässigt. Es scheint die implizite Annahme zu bestehen, die Bildung des mentalen Modells beruhe ausschließlich auf dem Textinput. Dagegen argumentieren z. B. Marks (1990) und Holyoak (1984), daß nicht nur aktuelle Aufgabenanforderungen den Aufbau eines mentalen Modells steuern, sondern auch Gedächtnisschemata als Einheiten des langfristigen Gedächtnisbesitzes. Nach van Dijk und Kintsch (1983) nimmt die Abbildung der Situation im mentalen Modell in stärkerem Maße bereits gespeichertes Wissen in Anspruch als die Abbildung des Textes selbst. Glenberg, Meyer und Lindem (1987) weisen darauf hin, daß die mentale Modellbildung ein höheres Maß an konstruktiven (Bransford, Barclay & Franks, 1972) oder elaborativen Prozessen (Anderson, 1983) erfordere. Es wird somit angenommen, der Aufbau eines mentalen Modells einer räumlichen Anord-

nung resultiere aus einer Interaktion von Textinput und schematischem, räumlichen Wissen. Hieraus wird die Hypothese abgeleitet, daß schematisches Wissen um so stärker in Anspruch genommen werde, je mehrdeutiger der Textinput ist. Im Untersuchungsparadigma von Mani und Johnson-Laird bedeutet dies: Die Konstruktion eines mentalen Modells sollte auf der Grundlage einer determinierten Beschreibung weniger Vorwissen erfordern als auf der Grundlage einer indeterminierten Beschreibung. Daß dies von Mani und Johnson-Laird (1982) nicht untersucht wurde, ist um so erstaunlicher, als ihre Items sich stark in ihrer Schematizität unterscheiden: Während das eingangs beschriebene „Apfel-und-Birnen-Beispiel“ völlig beliebige Anordnungen erlaubte, waren andere weit schematischer, so z. B. die Anordnung von Teller, Besteck und Glas. Die Anordnung dieser Gegenstände ist in unserer Kultur nicht beliebig. Die Versuchspersonen verfügten über ein Gedächtnisschema, das eine prototypische Anordnung nahelegt. Das Material war also recht heterogen bezüglich des Maßes, in dem schematisches Wissen die Rekonstruktion unterstützen konnte.

Dieser Einwand gegen die Untersuchung von Mani und Johnson-Laird (1982) erfährt weitere Unterstützung durch Brewer (1987), der eine explizite Unterscheidung zwischen mentalen Modellen und Gedächtnisschemata trifft: Brewer bezeichnet Gedächtnisschemata als Strukturen der langzeitlichen Wissensspeicherung, die in der Regel trägen Akkomodationsprozessen unterlägen. Mentale Modelle dagegen seien Wissensstrukturen, die zum Zeitpunkt des Inputs, unter Zuhilfenahme generischen Wissens, aktuell konstruiert werden (Brewer, 1987, S. 189). Dies widerspricht der Auffassung von Mani und Johnson-Laird (1982), daß mentale Modelle nach dem Verfall der Textrepräsentation für das längerfristige Behalten der beschriebenen Anordnungen sorgten. Im Sinne Brewers argumentieren auch Glenberg und Langston (1992): Mentale Modelle seien Konstruktionen des Arbeitsgedächtnisses, die sich je nach Aufgabenstellung und Fortgang des Verstehensprozesses verändern. Nach Weidenmann (1988) sind mentale Modelle transitorische Produkte der Vorstellung, die nur indirekten Einfluß auf die langzeitliche Speicherung haben. So könnten beispielsweise Aufgabenwiederholungen zur Konstruktion ähnlicher Modelle führen und langfristig eine Akkomodation bereits bestehender Gedächtnisschemata bewirken. Die Modelle selbst sind jedoch eher flüchtig als permanent. Aus der Annahme der geringeren Persistenz mentaler Modelle wird die zweite Hypothese abgeleitet: Die Konstruktion mentaler Modelle hängt nicht nur von der Einspeicherungssituation ab, sondern auch von der Abruf- oder Wiedererkennungssituation. Denn auch diese stellt spezifische kognitive Anforderungen, auf die ein mentales Modell abgestimmt werden muß. In diesem Sinne wird der Aufbau eines mentalen Modells als eine (Simulations-)Heuristik (Kahneman & Tversky, 1982) verstanden, die der möglichst effizienten Bewäl-

tigung der Abruf- bzw. Wiedererkennensaufgabe dient. Schemata als Einheiten langzeitlicher Wissensspeicherung hingegen bilden zusammen mit der Textrepräsentation die Bausteine (Rumelhart, 1980), aus denen mentale Modelle als flexible Situationsrepräsentationen konstruiert werden. Mentale Modelle sollten unterschiedliche Leistungen unterstützen, je nach dem, wie stark sie von bereits gespeichertem, schematischem Wissen oder von der aktuellen Textbasis geprägt sind.

Experiment 1: Interaktion von Textinput und Vorwissen

In diesem Experiment soll zum einen versucht werden, die Befunde von Mani und Johnson-Laird (1982) über die unterschiedliche Repräsentation determinierter und indeterminierter Beschreibungen zu replizieren. Zum anderen soll jedoch das Ursprungsexperiment um den fehlenden Aspekt der Interaktion zwischen Determiniertheit der räumlichen Beschreibung und Vorwissen über die beschriebenen Anordnungen ergänzt werden. Es wird vorhergesagt, daß die Ergebnisse von Mani und Johnson-Laird nur bei nicht-schematischen Anordnungen repliziert werden können. Bei schematischer Anordnung — so die Hypothese — kann aufgrund des Vorwissens ein mentales Modell auch dann aufgebaut werden, wenn die Beschreibung indeterminiert ist. Es gibt zwei Möglichkeiten, wie schematisches Wissen die Indeterminiertheit der Beschreibung ausgleichen kann: (1) Die verbundene Darbietung von Objektbegriffen kann ein Gedächtnisschema, sofern verfügbar, aktivieren, ohne daß vorher die Indeterminiertheit der Beschreibung bemerkt wurde. Auf der Grundlage dieses Gedächtnisschemas wird dann ein mentales Modell konstruiert, das eine sehr wahrscheinliche, schemakongruente Anordnung repräsentiert. (2) Möglicherweise wird die Indeterminiertheit jedoch auch tatsächlich bemerkt und schemakongruent interpretiert. Auch dann könnte ein — bezüglich der räumlichen Relationen — eindeutiges, mentales Modell konstruiert werden. Hierzu muß eine indeterminierte Beschreibung eine schemakongruente Interpretation zulassen.

Methode

Material

Es wurde ein Satz von acht räumlichen Beschreibungen nach dem Vorbild von Mani und Johnson-Laird (fünf Gegenstände oder Personen, vier Sätze) konstruiert: Vier Beschreibungen sind determiniert (DET+), vier indeterminiert (DET-). Jeweils zwei Beschreibungen beider Typen stellten schematische Anordnungen dar (SCH+). Als schematisch werden Anord-

nungen bezeichnet, deren Beliebigkeit kulturell eingeschränkt ist und die bei Erwachsenen als bekannt gelten (z. B. die Anordnung von Teller, Gabel, Messer, Löffel und Glas auf einem gedeckten Tisch). Die beiden übrigen Beschreibungen jeder Gruppe bezogen sich auf nicht-schematische (SCH—) Anordnungen (z. B. verschiedene Werkzeuge auf dem Fußboden). Bei indeterminierten Beschreibungen schematischer Anordnungen sind beide möglichen Anordnungen schemakongruent. Die Darbietung und Datenregistrierung erfolgte durch einen PC, gesteuert durch ein Turbo-Pascal-Programm.

Design und Probanden

Das Versuchsmaterial ist in zwei Dimensionen (Determiniertheit und Schematizität) mit je zwei Ausprägungen (determiniert, indeterminiert und schematisch, nicht-schematisch) gegliedert. Da alle 18 Versuchspersonen (zehn weibliche, acht männliche Studenten unterschiedlicher Fachbereiche im Alter von 23 bis 37 Jahren) alle acht Beschreibungen erhielten, liegt ein 2×2 -faktorielles Design innerhalb jeder Person vor.

Versuchsablauf

Alle Versuche wurden als Einzelversuche durchgeführt. Die Versuchspersonen füllten einen Fragebogen zur visuellen Vorstellungsfähigkeit (Spiegelbildaufgaben des WILDE-Intelligenz-Tests nach Jäger & Althoff, 1983) aus. Der übrige Versuchsablauf entsprach dem bei Mani und Johnson-Laird (1982): Alle acht Beschreibungen wurden der Versuchsperson in zufälliger Reihenfolge und ohne Zeitbeschränkung auf einem PC-Bildschirm zu lesen gegeben. Sie wurde angewiesen, sich den Inhalt jeder Beschreibung einzuprägen, um jeweils danach ein Diagramm auf seine Übereinstimmung mit der verbalen Beschreibung beurteilen zu können. Ein Diagramm bestand aus einer zweidimensionalen Anordnung der fünf Substantive aus der sprachlichen Beschreibung, so daß alle Relationen zwischen den Gegenständen (links von, rechts von, hinter, vor) analog abgebildet waren (wie in Abbildung 1). 50% der Diagramme stimmten mit der vorher gelesenen Beschreibung überein, d. h. alle abgebildeten Relationen waren mit der sprachlichen Beschreibung verträglich. Bei den übrigen (nicht übereinstimmenden) Diagrammen war keine der abgebildeten Relationen mit der sprachlichen Beschreibung kompatibel. Übereinstimmende und nicht übereinstimmende Diagramme wurden den acht Beschreibungen zufällig zugeordnet. Nach der Präsentation aller acht Beschreibungen und Diagramme erfolgte eine Pause von ca. fünf Minuten, in der Angaben zur Person erhoben wurden. Danach erhielt die Versuchsperson unerwartet einen Wiedererkennenstest. Ebenso wie im Experiment von Mani und Johnson-Laird wurden für jede ursprüng-

lich dargebotene Beschreibung vier Alternativen simultan, schriftlich und in zufälliger Reihenfolge auf dem Bildschirm gezeigt:

- Die Originalbeschreibung (OB), die identisch mit der ursprünglich präsentierten war,
- eine kompatible Beschreibung (KB), die drei in der Ursprungsbeschreibung genannte und eine nicht genannte, aber zutreffende Relation enthielt.
- Zwei falsche Beschreibungen (F1 und F2), die weder mit der Ursprungsbeschreibung übereinstimmten noch der darin beschriebenen Anordnung entsprachen.

Die Probanden sollten die vier Wiedererkennensalternativen nach ihrer Ähnlichkeit mit der ursprünglich dargebotenen Beschreibung ordnen. Dazu sollten sie für jede Alternative den Rangplatz (1 = am ähnlichsten, 4 = am unähnlichsten) angeben. Damit die vier Wiedererkennensalternativen nicht anhand oberflächlicher Regelmäßigkeiten differenziert werden können, ist ihre äußere Erscheinung der der Ursprungsaussage sehr ähnlich: Sie alle bestehen aus vier Sätzen, von denen jeder eine Relation zwischen zwei Gegenständen spezifiziert. Die kompatible Beschreibung (KB) unterscheidet sich von der Originalbeschreibung (OB) durch zwei Merkmale: Ein Satz enthält eine in der OB nicht genannte, aber erschließbare, kompatible Relation. In einem anderen wird ein Relationsbegriff umgekehrt, ohne daß der Sinn geändert wird (z. B. „Apfel links von der Birne“ statt „Birne rechts vom Apfel“). Eine falsche Wiedererkennensalternative (F1) unterscheidet sich von der OB ebenfalls in zwei Merkmalen: Zwei Relationen sind unverträglich mit der Ursprungsbeschreibung. Die zweite falsche Alternative (F2) entspricht inhaltlich genau F1, jedoch sind alle Relationsbegriffe umgekehrt. Allein anhand der ähnlichen Oberflächenmerkmale sind die zutreffenden Wiedererkennensalternativen (OB und KB) nur schwer von den unzutreffenden (F1 und F2) zu unterscheiden.

Abhängige Variablen

Bevorzugung zutreffender Beschreibungen (BZB): Als ein allgemeines Gütemaß der Wiedererkennung wird die Summe der Rangplatzdifferenzen zwischen jeder zutreffenden Beschreibung und jeder falschen berechnet: $BZB = ((F1 - OB) + (F1 - KB) + (F2 - OB) + (F2 - KB))$. Ein hoher Wert kennzeichnet eine starke Bevorzugung zutreffender Beschreibungen (OB und KB) gegenüber den unzutreffenden F1 und F2.

Bevorzugung der Originalbeschreibung (BOB): Als ein spezifisches Maß zur Unterscheidung von Textrepräsentation und mentalem Modell wird die Rangplatzdifferenz zwischen OB und KB berechnet: $BOB = KB - OB$. Ein hoher Wert kennzeichnet eine starke Bevorzugung der OB gegenüber der KB.

Operationale Hypothesen

Es wird erwartet, daß bei determinierten Beschreibungen (schematische oder nicht-schematische) ein mentales Modell gebildet werden kann. Da der Textinput eindeutig ist, kommt die mentale Modellbildung ohne Rückgriff auf schematisches Wissen aus. Bei indeterminierten Beschreibungen sollte dagegen ein mentales Modell nur dann gebildet werden, wenn es sich um eine schematische Anordnung handelt. Es wird angenommen, daß die Indeterminiertheit der Beschreibung als ein Merkmal des Textinputs nur dann die Bildung eines mentalen Modells verhindert, wenn kein Gedächtnisschema aktiviert werden kann, das ordnend wirken könnte. Der Übergang zum mentalen Modell sollte also nur bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen scheitern. Deshalb wird hier mit einer geringeren Bevorzugung zutreffender Beschreibungen (BZB) gerechnet. Die Bevorzugung der Originalbeschreibung (BOB) sollte bei diesem Beschreibungstyp jedoch höher als bei allen anderen sein, da hier beim Wiedererkennen nur auf die Textrepräsentation zurückgegriffen werden kann. Da die KB in der Lernphase nicht dargeboten wurde, kann sie auch nicht Bestandteil der Textrepräsentation geworden sein.

H1: Bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen ist die BZB geringer als bei allen anderen drei Gruppen von Beschreibungen. Diese weisen untereinander keine unterschiedliche BZB auf.

H2: Bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen ist die BOB größer als bei allen anderen drei Gruppen von Beschreibungen. Diese weisen untereinander keine unterschiedliche BOB auf.

Ergebnisse

Die Kontrollvariable „visuelle Vorstellungsfähigkeit“ wird in diesem Zusammenhang nicht weiter verfolgt, da sie keine signifikanten Korrelationen mit einer der abhängigen Variablen aufweist.

Bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen werden OB und KB seltener den falschen Alternativen F1 und F2 vorgezogen als bei allen anderen Gruppen von Beschreibungen (Abbildung 2, Experiment 1). H1 wird durch einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen Determiniertheit und Schematizität ($F = 7.52$ ($df = 1,17$) $p < .05$) bestätigt. Gleichzeitig sind die beiden Haupteffekte für den Faktor „Determiniertheit“ ($F = 26.61$ ($df = 1,17$) $p < .001$) und „Schematizität“ ($F = 10.38$ ($df = 1,17$) $p < .001$) signifikant. Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit den Befunden von Mani und Johnson-Laird (1982).

Für H2 finden sich keine bestätigenden Hinweise. Zwar werden die OB gegenüber den KB am stärksten bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen vorgezogen (Abbildung 3, Experiment 1), doch

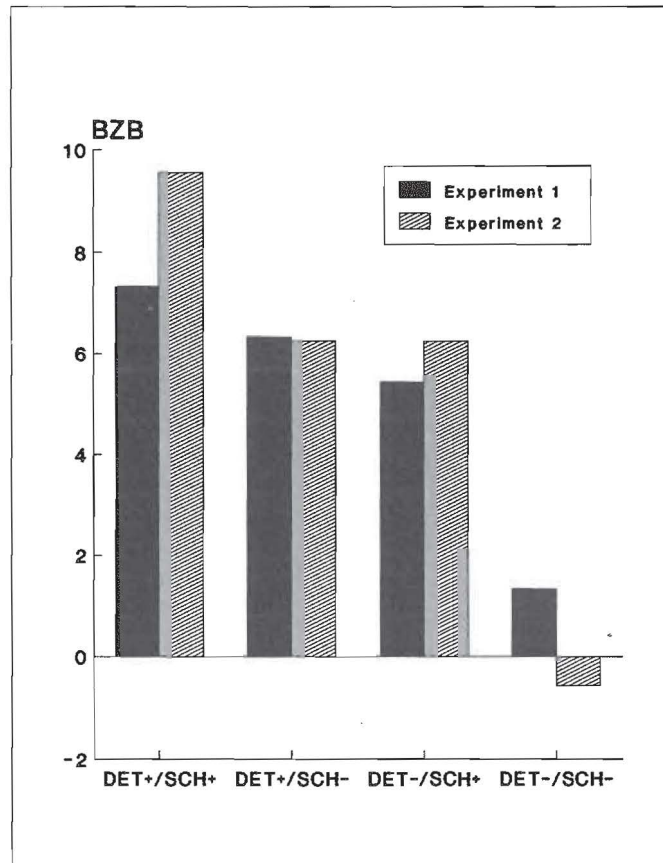


Abbildung 2

Mittlere Bevorzugung zutreffender Beschreibungen (BZB) für alle vier Beschreibungstypen (Experiment 1 und 2).

ist der kritische Interaktionseffekt nicht signifikant. Statt dessen findet sich ein signifikanter Haupteffekt ($F = 11.17$ ($df = 1,17$) $p = .004$) für den Faktor „Determiniertheit“. Auch dieses Ergebnis entspricht den Befunden von Mani und Johnson-Laird (1982).

Diskussion

Die in H1 postulierte Kompensation von Merkmalen des Textinputs durch bereits gespeichertes, schematisches Wissen konnte nachgewiesen werden: Indeterminierte Beschreibungen wurden nur dann schlechter wiedererkannt, wenn sie nicht-schematische Anordnungen zum Gegenstand hatten. In diesem Falle war der Übergang von der propositionalen Textrepräsentation zum mentalen Modell durch die Eigenschaft des Materials erschwert. Diese Erschwernis konnte im Gegensatz zu den schematischen Anordnungen nicht durch geeignetes Vorwissen kompensiert werden. Der zweite Teil von H1 (keine Unterschiede zwischen solchen Beschreibungs-

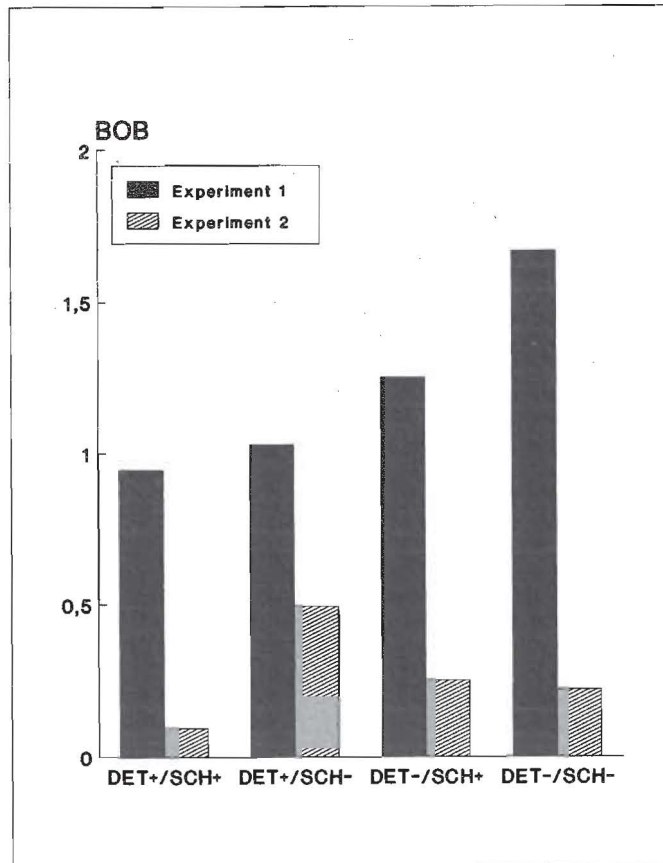


Abbildung 3

Mittlere Bevorzugung der Originalbeschreibung (*BOB*) gegenüber der kompatiblen für alle vier Beschreibungstypen (Experiment 1 und 2).

typen, für die die Bildung eines mentalen Modells angenommen wird) muß hingegen bezweifelt werden: Das gemeinsame Auftreten des Interaktionseffekts und beider Haupteffekte äußert sich in einer unterschiedlichen Bevorzugung zutreffender Wiedererkennensalternativen auch innerhalb der Beschreibungstypen, bei denen ein mentales Modell vorliegen sollte. Während sich die Beiträge der Faktoren „Determiniertheit“ und „Schematizität“ bei indeterminiert/schematischen und determiniert/nicht-schematischen Beschreibungen kompensieren, führen sie bei determiniert/schematischen Beschreibungen zu einer weiteren Steigerung der Wiedererkennensleistung.

Der Leistungseinbruch bei den indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen kann am leichtesten durch das Fehlen des mentalen Modells erklärt werden, denn die propositionale Textrepräsentation unterscheidet sich bei determinierten und indeterminierten Beschreibungen nicht. Die Ergebnisse der Variablen *BOB* unterstützen diese Erklärung jedoch nicht in vollem Umfang: Nach Mani und Johnson-Laird (1982) hätte sich das Fehlen

eines mentalen Modells darin äußern müssen, daß die OB bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen stärker als bei allen anderen Beschreibungstypen bevorzugt werden. Die Mittelwerte des entsprechenden Maßes BOB zeigen zwar in die vorhergesagte Richtung, doch die Unterschiede sind statistisch nicht gesichert.

Unerwartet ist nicht nur das Ausbleiben des postulierten Interaktionseffekts, sondern auch die absoluten Werte der Variablen BOB: Sie liegen auch bei den Beschreibungstypen, bei denen ein mentales Modell vorliegen sollte, um den Wert eins. Nach Mani und Johnson-Laird (1982) sollte bei diesen Beschreibungstypen die propositionale Textrepräsentation bereits verfallen sein. Trotzdem werden auch hier die OB um durchschnittlich einen Rangplatz ähnlicher eingestuft als die KB. Diese klare Differenzierung von OB und KB erfordert jedoch eine Textrepräsentation, denn auf der Grundlage eines mentalen Modells können beide zwar als zutreffend beurteilt werden, die Frage jedoch, ob diese Beschreibung dargeboten wurde oder nicht, kann anhand des mentalen Modells nicht entschieden werden. Es ergeben sich also erhebliche Zweifel an der These von Mani & Johnson-Laird (1982), die Textrepräsentation verfallt nach Bildung eines mentalen Modells.

Experiment 2: Zum Einfluß der Wiedererkennenssituation

Der Interpretation des ersten Experiments zufolge gibt es keinen zwingenden Grund für die Bevorzugung der OB gegenüber der KB. Bei den Beschreibungstypen determiniert/nicht-schematisch, determiniert/schematisch und indeterminiert/schematisch scheint sowohl eine propositionale Textrepräsentation (Zurückweisung von H2) als auch ein mentales Modell (bestätigende Ergebnisse für H1) verfügbar zu sein. Daß auch bei diesen drei Beschreibungstypen eine Bevorzugung der OB zu beobachten ist, kann nicht zwingend auf die Repräsentation zurückgeführt werden, da aufgrund des gleichzeitig existierenden mentalen Modells auch Verwechslungen zwischen OB und KB möglich sein müßten. Wenn das Ergebnis nicht eindeutig auf die Repräsentation zurückgeführt werden kann, kommen Merkmale der Wiedererkennenssituation als Erklärung in Frage: Die Probanden wurden instruiert, die vier Wiedererkennensalternativen nach ihrer Ähnlichkeit mit der Ursprungsbeschreibung zu ordnen. Offenbar wurde einer Aussage, die sachlich richtig und genauso formuliert ist wie die Ursprungsbeschreibung, eine größere Ähnlichkeit zugesprochen als einer Aussage, die zwar die Situation zutreffend beschreibt, aber nicht mit der Ursprungsbeschreibung identisch ist. Trifft diese Interpretation zu, müßte das Verhältnis von OB und KB allein durch eine Veränderung der Wiedererkennensinstruktion manipulierbar sein.

Daraus ergibt sich folgende Hypothese: Eine Wiedererkennensinstruktion, die stärker auf den Inhalt der Beschreibung, also auf die Anordnung der Gegenstände selbst fokussiert, sollte die Bevorzugung der OB im Vergleich zum ersten Experiment verringern. Dies gilt allerdings nur für die Beschreibungstypen, in denen die Bildung eines mentalen Modells angenommen wurde. Nur hier ist eine schnelle Beurteilung der KB auf ihre Richtigkeit möglich. Bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen sollte diese Manipulation jedoch keinen oder nur einen geringeren Effekt haben: Steht hier doch als einzige Grundlage nur die propositionale Textrepräsentation zur Verfügung, die eine Beurteilung der Richtigkeit der KB nur in einem expliziten Schlußfolgerungsprozeß zuläßt. Dieser kann natürlich zu einem richtigen Ergebnis führen, dürfte aber fehleranfälliger sein als das direkte „Ablesen“ (Schnotz, 1988, S. 312) aus dem mentalen Modell. Denn im mentalen Modell ist die kritische Relation, welche die KB von der OB unterscheidet, direkt repräsentiert. In der propositionalen Textrepräsentation ist diese Relation nicht unmittelbar repräsentiert, weil sie in der Ursprungsbeschreibung nicht genannt war. Die Prüfung, ob die für die KB kritische Relation wahr ist oder nicht, erfordert einen Schlußfolgerungsprozeß, bei dem von der propositionalen Struktur der Ursprungsaussage auf eine nicht genannte aber implizierte Relation geschlossen werden muß. Da dieser die Berücksichtigung von mindestens zwei Prämissen erfordert, ist die KB auf der Grundlage einer propositionalen Repräsentation schwieriger zu beurteilen als auf der Grundlage eines mentalen Modells.

Da die Enkodierungssituation gegenüber dem ersten Experiment unverändert bleiben soll, müssen die dort geprüften Hypothesen H1 und H2 auch für das zweite Experiment gelten: Nach wie vor sollten (1) zutreffende Alternativen (OB und KB) bei indeterminiert/nicht-schematischen am schlechtesten wiedererkannt werden und (2) Originalbeschreibungen bei indeterminiert/nicht-schematischen am deutlichsten bevorzugt werden.

Methode

Untersuchungsmaterial und -design sind identisch mit dem in Experiment 1. Versuchspersonen waren 16 Studenten unterschiedlicher Fachrichtungen (sieben Frauen, neun Männer, im Alter von 21 bis 39 Jahren).

Versuchsablauf

Der Versuchsablauf gleicht dem in Experiment 1. Den einzigen Unterschied stellt die Instruktion im Wiedererkennenstest dar. Die Versuchspersonen wurden gebeten, jede der vier Wiedererkennensalternativen (OB, KB, F1 und F2) unabhängig voneinander auf einer vierstufigen Skala einzuschät-

zen: (1) Die Anordnung ist identisch mit der ursprünglich beschriebenen Anordnung, (2) ist ihr ähnlich, (3) unähnlich oder (4) ist völlig verschieden von ihr. Die Versuchspersonen wurden ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es nicht auf die Formulierung oder den Wortlaut ankäme, sondern allein auf die Übereinstimmung mit der ursprünglich beschriebenen Anordnung der Gegenstände. Die vier Wiedererkennensalternativen wurden wie in Experiment 1 in zufälliger Reihenfolge simultan, schriftlich auf dem Bildschirm dargeboten.

Abhängige Variablen

Die Berechnung der abhängigen Variablen entspricht der in Experiment 1. Zusätzlich wurde die Entscheidungszeit bei jeder Wiedererkennensalternative (OB, KB, F1 und F2) registriert. Die Werte sind um den Positionsbias (auf die jeweils zuerst erscheinende Alternative entfällt eine längere Entscheidungszeit als auf die zuletzt verbleibende) korrigiert.

Operationale Hypothesen

H1 und H2 entsprechen den Hypothesen aus Experiment 1.

H1: Bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen ist die BZB geringer als bei allen anderen drei Gruppen von Beschreibungen.

H2: Bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen ist die BOB größer als bei allen anderen drei Gruppen von Beschreibungen.

Die Fokussierung der Wiedererkennensinstruktion auf die Anordnung der Gegenstände beansprucht eine modellhafte Repräsentation der Situation, die bei allen Beschreibungstypen außer bei den indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen vorliegen sollte. Ist dies der Fall, sollten OB und KB die gleiche Chance haben, als zutreffende Beschreibungen der Ursprungsanordnung eingeschätzt zu werden. Denn tatsächlich sind beide Beschreibungen inhaltlich mit der ursprünglichen kompatibel. Die Bevorzugung der OB sollte somit gegenüber Experiment 1 sinken. Bei den indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen sollte gerade dies jedoch nicht geschehen: Da hier mutmaßlich nur eine propositionale Textrepräsentation vorliegt und die KB niemals dargeboten wurde, kann sie nur aufgrund eines expliziten und fehleranfälligeren Schlußfolgerungsprozesses beurteilt werden. Die OB kann dagegen direkt auf der Grundlage der Textrepräsentation wiedererkannt werden. Sie wird deshalb der KB bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen mit größerer Wahrscheinlichkeit vorgezogen als bei allen anderen Beschreibungstypen.

H3: Bei determiniert/nicht-schematischen, determiniert/schematischen und indeterminiert/schematischen Beschreibungen sollte die BOB geringer als im ersten Experiment sein.

H4: Bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen sollte die BOB nicht geringer als im ersten Experiment sein.

Ergebnisse

Die Kontrollvariable „visuelle Vorstellungsfähigkeit“ weist eine signifikante, negative Korrelation mit der Variablen BOB auf, jedoch nur bei indeterminierten Beschreibungen schematischer Anordnungen. Die Stichproben der Experimente 1 und 2 unterscheiden sich hinsichtlich ihrer visuellen Vorstellungsfähigkeit nicht ($t = .56$ ($df = 32$) $p > .5$).

Die Bestätigung von H1 in Experiment 1 wird repliziert: Die BZB ist bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen am geringsten (Abbildung 2, Experiment 2). Der fragliche Interaktionseffekt ist signifikant ($F = 4.61$ ($df = 1,15$) $p < .05$). Ebenso wie in Experiment 1 sind zusätzlich die Haupteffekte für Determiniertheit ($F = 52.38$ ($df = 1,15$) $p < .001$) und Schematizität ($F = 38.1$ ($df = 1,15$) $p < .001$) signifikant.

Ebenso wie in Experiment 1 kann H2 nicht bestätigt werden: Es gibt keinen Hinweis darauf, daß die BOB bei den indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen größer als bei den übrigen Beschreibungstypen ist (Abbildung 3, Experiment 2). Es ergibt sich auch kein anderer varianzanalytischer Effekt. Für H3 hingegen gibt es bestätigende Ergebnisse: Die BOB ist wie vorhergesagt bei folgenden Beschreibungstypen geringer als in Experiment 1: determiniert/schematisch ($F = 16.98$ ($df = 1,32$) $p < .001$), determiniert/nicht-schematisch ($F = 5.3$ ($df = 1,32$) $p < .05$) und indeterminiert/schematisch ($F = 25.51$ ($df = 1,32$) $p < .0001$). Dagegen muß H4 zurückgewiesen werden, da die BOB auch bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen geringer ist als in Experiment 1 ($F = 24.72$ ($df = 1,32$) $p < .0001$).

Diskussion

Für die Beurteilung der Reliabilität der Ergebnisse ist zunächst positiv zu vermerken, daß die Hauptbefunde des ersten Experiments (bestätigende Ergebnisse für H1 und fehlende Bestätigung für H2) repliziert werden konnten. Der zentrale Unterschied zwischen beiden Experimenten wirkte sich dagegen überzeugend aus: Die Instruktion im ersten Experiment verlangte eine Präferenzreihe der Wiedererkennensalternativen nach der Ähnlichkeit mit der Ursprungsbeschreibung. Diese Instruktion führte zu einer generellen Bevorzugung der OB gegenüber den KB auch in den Fällen, in denen nach Mani und Johnson-Laird (1982) die propositionale Textrepräsentation

bereits verfallen sein sollte. Dies könnte zu der Schlußfolgerung führen, daß gar kein mentales Modell entwickelt wurde und der Verarbeitungsprozeß bei der Textrepräsentation stehengeblieben ist. Dem widerspricht jedoch der Befund, daß indeterminierte Beschreibungen beim Wiedererkennen generell (Variable BZB) benachteiligt sind, es sei denn, sie beziehen sich auf schematische Anordnungen (H1). Dieser Befund war allein auf der Grundlage einer propositionalen Textrepräsentation nicht zu erklären. Deshalb war davon auszugehen, daß bei determiniert/schematischen, determiniert/nicht-schematischen und indeterminiert/schematischen Beschreibungen zusätzlich ein mentales Modell gebildet wurde bzw. in der Wiedererkennenssituation gebildet werden konnte. Die Ergebnisse des zweiten Experiments bestätigen dies: Unter der Instruktion, die Wiedererkennensalternativen nicht auf ihre Ähnlichkeit mit der Ursprungsbeschreibung, sondern mit der Ursprungsanordnung zu beurteilen, sinkt die Präferenz für die OB beträchtlich: Die KB werden in erhöhtem Maß als zutreffend erkannt. Da gleichzeitig die generell erhöhte Schwierigkeit der indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen (H1) erhalten bleibt, kann dies als eine Bestätigung dafür gewertet werden, daß für die determiniert/schematischen, determiniert/nicht-schematischen und indeterminiert/schematischen Beschreibungstypen sowohl eine propositionale Textrepräsentation als auch ein mentales Modell verfügbar war. Da die Lernphase in beiden Experimenten gleich war, bestimmte offenbar lediglich die Wiedererkennensinstruktion die verschiedenen Ergebnismuster.

Nicht unmittelbar zu bestätigen war jedoch die Hypothese, daß bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen kein mentales Modell gebildet wird: Während im ersten Experiment die BOB bei diesen Beschreibungen hypothesenkonform höher als bei allen anderen war, sank dieser Wert entgegen H4 unter der neuen Instruktion im zweiten Experiment. Wird bei diesen Beschreibungen wirklich kein mentales Modell gebildet, sollte die Beurteilung der Richtigkeit kompatibler Beschreibungen (KB) größere Schwierigkeiten verursachen als die der OB, die in der Textrepräsentation ohnehin abgebildet ist. Dies hätte zur Bevorzugung der OB führen müssen, auch bei der inhaltsfokussierenden Instruktion des zweiten Experiments. Dies war nicht der Fall. Hilfsweise könnte jedoch auch angenommen werden, daß sich die genannte Schwierigkeit nicht in einer Bevorzugung der OB auswirkt, sondern in gesteigerten Entscheidungszeiten als Ausdruck eines Schlußfolgerungsprozesses, in dem die KB als zutreffend erkannt wird, obwohl sie nicht direkt repräsentiert ist. Tatsächlich zeigt eine Post-hoc-Analyse der Entscheidungszeiten beim Wiedererkennungstest (nur für die KB) einen Haupteffekt für den Faktor „Schematizität“ ($F = 9.65$ ($df = 1,12$) $p < .01$): Bei schematischen Anordnungen sind die Entscheidungszeiten kürzer als bei nicht-schematischen. Dies steht im Einklang mit

der zweiten grundlegenden Annahme dieser Arbeit, daß mentale Modelle in der Abruf-(Wiedererkennenssituation) anforderungsspezifisch (re-)konstruiert werden. Die Konstruktion benötigt weniger Zeit und führt zu besseren Leistungen, wenn ein anwendbares Gedächtnisschema vorliegt. Liegt keines vor, sind die Entscheidungszeiten erhöht. War in diesem Falle die zugrundeliegende Beschreibung determiniert, kann das in der Lernphase aufgebaute mentale Modell rekonstruiert werden. Dies erfordert zwar auch mehr Zeit, führt jedoch zu einer Gesamtleistung, die vergleichbar mit der bei schematischen Anordnungen ist: Zutreffende und unzutreffende Wiedererkennensalternativen können ebenso diskriminiert werden wie bei schematischen Anordnungen (vgl. Abbildung 2) und bei einer entsprechenden Instruktion werden auch KB als zutreffend erkannt (vgl. Abbildung 3). Ist eine nicht-schematische Anordnung jedoch indeterminiert beschrieben worden, kann auch kein mentales Modell aus der Lernphase mehr rekonstruiert werden: Originalbeschreibungen können zwar auf der Grundlage der noch bestehenden Textrepräsentation wiedererkannt werden, zur Beurteilung der KB ist jedoch ein expliziter Schlußfolgerungsprozeß nötig. Dieser führte unter erhöhtem Zeitaufwand zwar auch dazu, daß die KB als zutreffend erkannt wird, doch die Gesamtleistung (BZB) bleibt trotzdem hinter der bei allen anderen Beschreibungstypen zurück (Abbildung 2). Dies unterstützt die Hypothese, daß die Beurteilung der KB im Falle indeterminiert/nicht-schematischer Beschreibungen nicht auf der Grundlage eines mentalen Modells erfolgte, sondern allein auf der Grundlage einer Textrepräsentation.

Die Ergebnisse des zweiten Experiments sind hauptsächlich im Vergleich mit denen des ersten dargestellt worden. Dabei ist zu beachten, daß die abhängigen Variablen in diesen beiden Experimenten nicht völlig äquivalent sind: Während im ersten die Wiedererkennensalternativen, nach dem Vorbild von Mani & Johnson-Laird (1982), in eine Rangreihe zu bringen waren, wurden diese im zweiten Experiment einzeln eingeschätzt. Diese Absoluturteile lassen im Gegensatz zur Rangreihenmethode zu, daß Wiedererkennensalternativen als gleich zutreffend oder unzutreffend bewertet werden können. Dies ist der Instruktion, die Alternativen nach ihrer Ähnlichkeit mit der Ursprungsanordnung zu bewerten, angemessener. Daß trotz dieses Unterschieds die Ergebnisse des ersten Experiments repliziert wurden, wird als Ausdruck der Robustheit der berichteten Effekte gewertet. Dennoch ist hier die methodische Transparenz zu erhöhen: Im dritten Experiment werden deshalb die beiden verschiedenen Instruktionen der ersten Experimente unter gleichen Bedingungen (Absoluturteil) gegeneinander getestet.

Experiment 3: Text- und schemabasierte mentale Modelle

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der ersten beiden Experimente können die eingangs vorgetragenen Grundannahmen zum Aufbau und zur Persistenz mentaler Modelle wie folgt präzisiert werden: Gegenstand der Modellbildung ist die im Text beschriebene Situation. Der Text wird (vermutlich propositional) repräsentiert. Je eindeutiger der Text die Situation beschreibt, um so geringer braucht der Beitrag bereits gespeicherter Gedächtnisschemata zu sein. Dies trifft z.B. auf die determiniert/nicht-schematischen Beschreibungen zu. Obwohl kein anwendbares Gedächtnisschema verfügbar ist, kann ein mentales Modell aus der Textrepräsentation konstruiert werden. Da dieses Vorteile beim Abrufen und Wiedererkennen bietet und die Probanden wissen, daß sie den Inhalt der Beschreibungen erinnern müssen (zur Beurteilung der Diagramme), wird diese Modellbildung bevorzugt schon während der Lernphase geschehen. In der späteren Wiedererkennensphase kann das eingangs gebildete Modell entweder direkt erinnert werden oder aber mit Hilfe der Textrepräsentation rekonstruiert werden. Das dann zur Verfügung stehende mentale Modell sollte in beiden Fällen stark von der Textrepräsentation beeinflusst sein.

Anders dürfte dies für die mentalen Modelle schematischer Anordnungen sein: Bereits in der Lernphase wird entdeckt, daß die zu lernende Anordnung stark schematisch ist, also bereits Wissen über sie vorliegt. Deshalb braucht ein mentales Modell gar nicht sofort in der Lernphase gebildet zu werden: Es kann ja jederzeit auf der Grundlage konsolidierter Gedächtnisschemata konstruiert werden. Eine frühe Bildung eines textbasierten mentalen Modells wäre in diesem Falle eine unnötige Belastung des Arbeitsgedächtnisses. Erforderlich ist lediglich Wissen um das Thema der Anordnung, um später das zutreffende Schema aktivieren zu können. Ein solches, erst in der Anforderungssituation spät konstruiertes, mentales Modell sollte wesentlich stärker vom jeweils aktivierten Gedächtnisschema beeinflusst sein, als von der Textrepräsentation, die im Extremfall überhaupt nicht benötigt wird. Text- und schemabasierte mentale Modelle sind experimentell hergestellte Extremfälle. Zwischen beiden Extremen sind alle Verhältnisse von schematischen und textbasierten Anteilen möglich.

Zusammengefaßt wird erwartet, daß textbasierte mentale Modelle (1) in der Lernphase bei determinierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen entstehen, (2) in der Anforderungssituation erinnert oder mit Hilfe der Textrepräsentation rekonstruiert werden müssen und deshalb (3) stärker vom Einfluß der Textrepräsentation geprägt sind als schemabasierte Modelle. Von schemabasierten Modellen hingegen wird erwartet, daß sie (1) in der Wiedererkennensphase bei determinierten oder indeterminierten Beschreibungen schematischer Anordnungen entstehen, (2) deshalb stärker

vom Einfluß des jeweiligen Gedächtnisschemas beeinflusst sind als von der Textrepräsentation.

Zur Prüfung dieser Hypothesen wird ein drittes Experiment durchgeführt, in dem die beiden unterschiedlichen Wiedererkennensinstruktionen der Experimente 1 und 2 mit der Methode der Absoluturteile direkt gegeneinander geprüft werden. Sollten nämlich die Produkte der frühen und späten Modellbildung (text- bzw. schemabasierte mentale Modelle) die vorhergesagten Unterschiede aufweisen, dürften sie die Leistung unter den beiden Instruktionen unterschiedlich unterstützen: Das textbasierte Modell sollte das Wiedererkennen der Beschreibungen begünstigen, das schemabasierte Modell sollte dagegen eher das Wiedererkennen der Anordnungen unterstützen. Außerdem soll im dritten Experiment wiederum die Replizierbarkeit der Befunde der ersten beiden Experimente geprüft werden.

Methode

Es wurden das gleiche Versuchsmaterial und die gleichen abhängigen Variablen wie in den Experimenten 1 und 2 eingesetzt.

Design

Das Design entsprach dem der Experimente 1 und 2. Zusätzlich wurde jedoch ein Gruppenfaktor „Instruktion“ eingeführt: Bei der Hälfte der Versuchspersonen wurde der Wiedererkennentest mit einer Instruktion eingeführt, die das Wiedererkennen der Beschreibung in den Mittelpunkt stellte (*Beschreibung*). Die andere Hälfte erhielt eine Instruktion, die auf die Anordnung der Gegenstände fokussierte (*Anordnung*). Die Probanden ($N = 40$) wurden zufällig auf beide Bedingungen verteilt.

Versuchsablauf

Der Versuchsablauf entsprach bis auf zwei Unterschiede dem der Experimente 1 und 2. Der erste Unterschied ist durch die verschiedenen Wiedererkennensinstruktionen bedingt: Eine Gruppe (Instruktion *Anordnung*) wurde gebeten, jede der vier Wiedererkennensalternativen (OB, KB, F1 und F2) unabhängig voneinander auf einer vierstufigen Skala einzuschätzen: Die Anordnung ist identisch mit der ursprünglich beschriebenen Anordnung, ist ihr ähnlich, unähnlich oder ist völlig verschieden von ihr. Die Versuchspersonen wurden ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es nicht auf die Formulierung oder den Wortlaut ankäme, sondern allein auf die Übereinstimmung mit der ursprünglich beschriebenen Anordnung der Gegenstände. Die zweite Gruppe (Instruktion *Beschreibung*) wurde aufgefordert, jede der vier

Wiedererkennensalternativen unabhängig voneinander auf ihre Ähnlichkeit mit der Ursprungsbeschreibung einzuschätzen. Die Probanden wurden darauf hingewiesen, daß es nicht nur darauf ankäme, zu prüfen, welche der Alternativen die ursprüngliche Anordnung inhaltlich korrekt wiedergibt, sondern herauszufinden, welche zusätzlich auch sprachlich mit der Ursprungsbeschreibung übereinstimmt. Die vier Wiedererkennensalternativen wurden wie in den vorangegangenen Experimenten in zufälliger Reihenfolge simultan, schriftlich auf einem PC-Bildschirm dargeboten.

Der zweite Unterschied betrifft die Zeit zwischen Lern- und Wiedererkennungsphase. Während in den Experimenten 1 und 2 eine Pause von 5 Minuten zur Erhebung von persönlichen Angaben erfolgte, wurde diese Pause nun auf ca. 40 Minuten ausgedehnt. In dieser Zeit beantwortete die Versuchsperson Fragen zur Person und beschäftigte sich mit einer Konzentrationsaufgabe. Anschließend wurde ein kurzes Gespräch mit der Versuchsperson über ihre Erfahrungen im Zusammenhang mit der Konzentrationsaufgabe geführt. Diese Veränderung dient dazu, die hypothetischen Unterschiede im Entstehungszeitpunkt von text- und schemabasierten mentalen Modellen zu vergrößern.

Operationale Hypothesen

Die Hypothesen H5 bis H7 leiten sich aus den Experimenten 1 und 2 ab und zielen auf die Replizierbarkeit der bisherigen Befunde.

H5.1: Unabhängig von der Instruktion sollte bei determinierten Beschreibungen die BZB größer sein als bei indetermierten.

H5.2: Bei schematischen Anordnungen sollte die BZB größer als bei nicht-schematischen sein.

H6: Unabhängig von der Instruktion sollte die BZB bei indetermiert/nicht-schematischen Beschreibungen am geringsten sein.

H7: Unter der Instruktion *Beschreibung* sollte die BOB höhere Werte erreichen als unter der Bedingung *Anordnung*. Dies sollte nur für determiniert/schematische, indetermiert/schematische und determiniert/nicht-schematische Beschreibungen gelten.

H7.1: Die BOB sollte bei indetermiert/nicht-schematischen Beschreibungen unter beiden Instruktionen gleich groß sein.

H7.2: Sollte Hypothese 7.1 nicht zutreffen, kann hilfsweise angenommen werden, daß die Entscheidungszeiten bei nicht-schematischen Anordnungen länger sind als bei schematischen.

Die übrigen Hypothesen basieren auf der Annahme der Unterschiedlichkeit von schema- und textbasierten Modellen: Erstgenannte Modelle sollten das Erkennen der Anordnungen besser unterstützen als das Erkennen der Beschreibungen selbst. Das Umgekehrte sollte für textbasierte Modelle gel-

ten. Generelle Leistungsunterschiede (Variable BZB) zwischen den beiden Gruppen sind jedoch nicht zu erwarten: Bei zwei Beschreibungstypen (schematische Anordnungen) wird die Konstruktion eines schemabasierten Modells erwartet. Bei den übrigen zwei Beschreibungstypen wird, mit unterschiedlicher Wirksamkeit, das Wiedererkennen der Beschreibungen unterstützt: Bei determiniert/nicht-schematischen Beschreibungen wird ein textbasiertes Modell rekonstruiert, bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen steht ohnehin nur die Textrepräsentation zur Verfügung. Gemittelt über alle Beschreibungstypen sollte sich also kein Vorteil für eine der beiden Instruktionen ergeben.

H8: Bezüglich der BZB sollten keine generellen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen eintreten.

H9: Unter der Instruktion *Beschreibung* sollten bei determiniert/nicht-schematischen Beschreibungen höhere BZB erzielt werden als bei den beiden Beschreibungen schematischer Anordnungen. Das Umgekehrte sollte unter der Instruktion *Anordnung* gelten.

Ergebnisse

Abbildung 4 zeigt die Mittelwerte der BZB für alle experimentellen Faktoren. Im Einklang mit H5.1 und H5.2 sind die varianzanalytischen Haupteffekte für die Faktoren „Determiniertheit“ ($F = 66.88$ ($df = 1,38$) $p < .001$) und „Schematizität“ ($F = 47.86$ ($df = 1,38$) $p < .001$) signifikant. Bestätigung findet sich auch für H6: Die BZB ist bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen unter beiden Instruktionen am niedrigsten. Zwar ist die hierfür fragliche Interaktion Determiniertheit \times Schematizität nur marginal signifikant ($F = 3.34$ ($df = 1,38$) $p < .08$), dafür kann die Interaktion Determiniertheit \times Schematizität \times Instruktion mit einer geringeren Irrtumswahrscheinlichkeit angenommen werden ($F = 4.12$ ($df = 1,38$) $p < .05$). Die über H6 hinausgehende Bedeutung dieser Interaktion wird noch einmal im Zusammenhang mit H9 zu diskutieren sein.

Die BOB ist bei allen Beschreibungstypen unter der Instruktion *Beschreibung* höher als unter der Instruktion *Anordnung* (Abbildung 5). Der Haupteffekt für den Gruppierungsfaktor „Instruktion“ ist bei dieser Variablen signifikant ($F = 18.11$ ($df = 1,38$) $p < .001$). Dies bestätigt H7, widerspricht jedoch H7.1, in der vorhergesagt wird, daß bei indeterminiert/nicht-schematischen Beschreibungen kein Unterschied zwischen den Instruktionsgruppen entstehen dürfte. Hilfsweise kann jedoch auch hier (wie in Experiment 2) angenommen werden, daß ein erhöhter Schlußfolgerungsaufwand dazu führt, daß die BOB unter der Instruktion *Anordnung* niedriger als unter *Beschreibung* ausfällt (H7.2). Ein solcher erhöhter Schlußfolgerungsaufwand müßte sich in einem erhöhten Bedarf an Entscheidungszeit auswir-

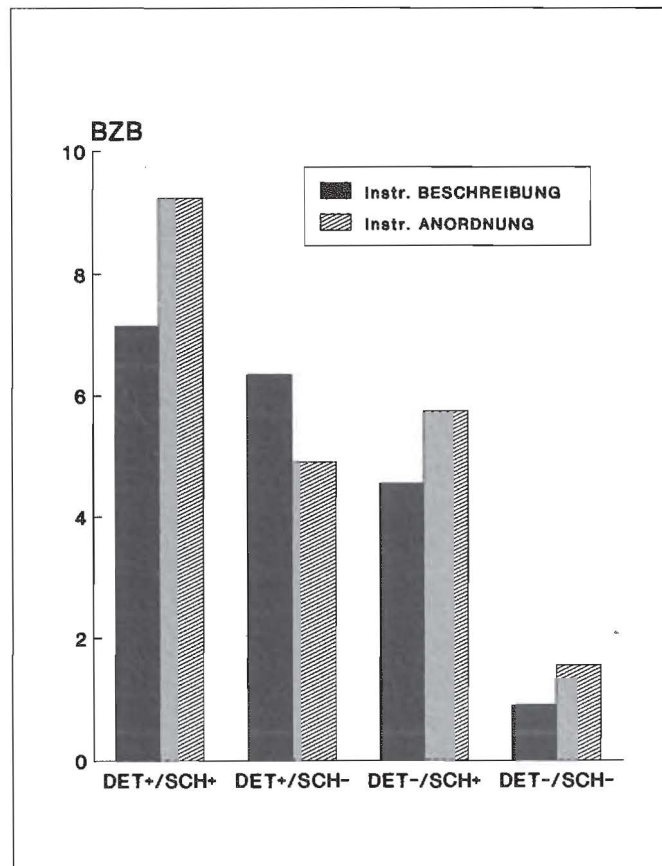


Abbildung 4

Mittlere Bevorzugung zutreffender Beschreibungen (BZB, Experiment 3) für alle vier Beschreibungstypen, getrennt nach den Instruktionen *Anordnung* (Wiedererkennen der Anordnung) und *Beschreibung* (Wiedererkennen der Beschreibung).

ken. Die Analyse der Zeiten bis zur Entscheidung über die Richtigkeit einer KB bestätigt H7.2 durch einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor „Schematizität“ ($F = 7.21$ ($df = 1,32$) $p < .05$), der längere Entscheidungszeiten bei nicht-schematischen Anordnungen ausweist.

Damit sind die grundlegenden Befunde der Experimente 1 und 2 repliziert. Die folgenden Ergebnisse befassen sich mit den neuen Hypothesen H8 und H9: Bezüglich H8 ist festzustellen, daß die BZB (Abbildung 4) keinen Haupteffekt für die Gruppierungsvariable „Instruktion“ aufweist. Es ist also nicht generell einfacher, eine der beiden Instruktionen zu befolgen. Bezogen auf die einzelnen Beschreibungstypen sind jedoch Unterschiede festzustellen, die sich in zwei Interaktionseffekten niederschlagen: (1) Es liegt eine Interaktion Schematizität \times Instruktion ($F = 4.76$ ($df = 1,38$) $p < .05$) vor, die sich in einer Überlegenheit der Wiedererkennungslleistung unter der Instruktion *Anordnung* bei schematischen Anordnungen äußert. Dies unterstützt H9, in der vorhergesagt wird, daß mentale Modelle, die auf

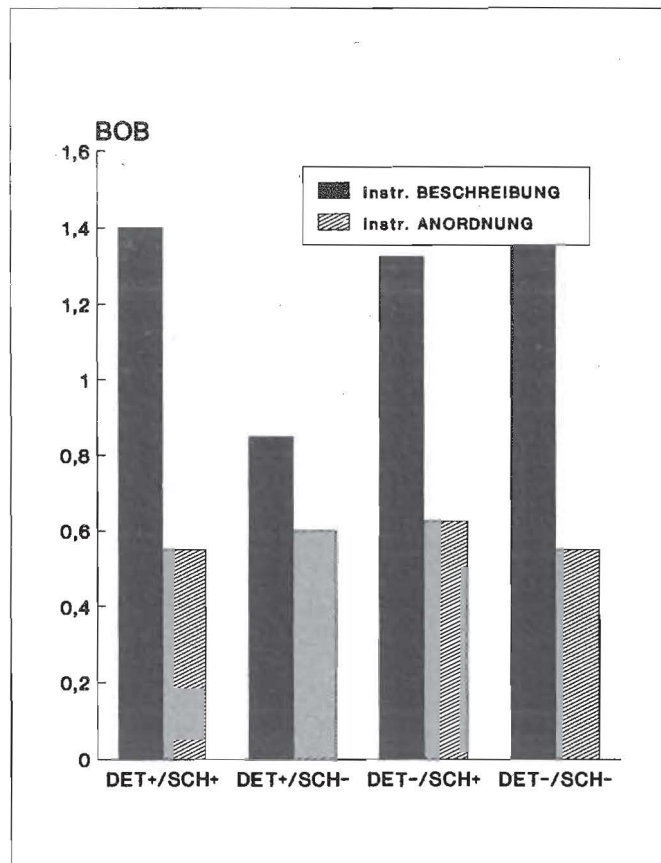


Abbildung 5

Mittlere Bevorzugung der Originalbeschreibung (*BOB*, Experiment 3) gegenüber der kompatiblen für alle vier Beschreibungstypen, getrennt nach den Instruktionen *Anordnung* (Wiedererkennen der Anordnung) und *Beschreibung* (Wiedererkennen der Beschreibung).

der Grundlage konsolidierter Gedächtnisschemata konstruiert werden, das Wiedererkennen der Anordnung besser unterstützen als das der Beschreibung. (2) Die Umkehrung von H9, daß mentale Modelle, die hauptsächlich auf der Textrepräsentation aufbauen, das Wiedererkennen der Beschreibung selbst begünstigen, kann ebenfalls bestätigt werden. Dies belegt die bereits oben erwähnte Interaktion von Determiniertheit \times Schematizität \times Instruktion: Nur bei determinierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen wird unter der Instruktion *Beschreibung* eine bessere Wiedererkennensleistung erzielt (Abbildung 4).

Diskussion

Zunächst kann festgestellt werden, daß die Befunde der Experimente 1 und 2 weitgehend repliziert werden konnten. Insbesondere konnte die

Hypothese erhärtet werden, daß die in dieser Untersuchungssituation entwickelten mentalen Modelle Anpassungen an die Wiedererkennensanforderungen ermöglichen, die unabhängig von der Enkodierungssituation sind. Auch eine Verlängerung der Pause zwischen Lern- und Wiedererkennensphase bewirkte keine Veränderung der Ergebnismuster gegenüber den Experimenten 1 und 2. Darüber hinaus konnten Hinweise dafür erbracht werden, daß mentale Modelle Wiedererkennensleistungen differentiell unterstützen, je nach Inanspruchnahme der beiden Hauptkomponenten der Modellkonstruktion. Wurde eine verstärkte Inanspruchnahme schematischen Wissens vorhergesagt, war das Wiedererkennen der Gegenstandsanordnungen erleichtert. Wurde dagegen eine verstärkte Inanspruchnahme der Textrepräsentation postuliert, war das Wiedererkennen der sprachlichen Beschreibung selbst erleichtert. Somit konnte die oben gewählte Formulierung von der „Kompensation“ von Textbasis und Vorwissen weiter präzisiert werden.

Zusammenfassende Diskussion

Die vorgestellten Untersuchungen gingen von zwei Grundannahmen aus: (1) Ein mentales Modell wird in Interaktion zwischen Textrepräsentation und schematischem Wissen aufgebaut. (2) Dieses Modell ist eher eine flüchtige Konstruktion des Arbeitsgedächtnisses als eine langfristige Wissensstruktur, da es anforderungsspezifisch konstruiert oder rekonstruiert wird.

Die Ergebnisse der Experimente können wie folgt zusammengefaßt werden: (1) Bei schematischen Anordnungen und determinierten Beschreibungen werden zur Bewältigung der Anforderungen im Wiedererkennentest mentale Modelle der beschriebenen Situation konstruiert, ohne daß die propositionale Textrepräsentation unmittelbar danach verfällt, wie Mani und Johnson-Laird (1982) postuliert hatten. (2) Bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen wird kein mentales Modell konstruiert, sondern der Wiedererkennentest wird höchstwahrscheinlich allein auf der Grundlage einer propositionalen Textrepräsentation bewältigt. Dies äußert sich in einer geringeren Gesamtleistung, kombiniert mit einem höheren Bedarf an Entscheidungszeit, wenn es um die Beurteilung kompatibler Beschreibungen geht. (3) Das Ergebnismuster, dem Mani und Johnson-Laird einen hohen diagnostischen Wert zur Identifikation von Textrepräsentation bzw. mentalem Modell zusprachen, kann bei gleicher Enkodierungssituation, allein durch eine Manipulation der Wiedererkennensinstruktion, hergestellt werden. (4) Die Faktoren „Determiniertheit der Beschreibung“ und „Schematizität der Anordnung“ tragen beide, sich gegenseitig verstärkend, zur mentalen Modellbildung bei. (5) Mentale Modelle unterstützen unter-

schiedliche Wiedererkennensleistungen, je nach Beitrag der Textrepräsentation oder des aktivierten Gedächtnisschemas zur Modellkonstruktion.

Mit dem Ausgangspunkt dieser Arbeit, dem Ansatz von Mani und Johnson-Laird (1982), sind diese Ergebnisse freilich nur noch teilweise vereinbar. Sie lassen mentale Modelle weniger in Konkurrenz zu anderen Konstrukten der eher langzeitlichen Wissensspeicherung treten, sondern betonen ihre Rolle als Konstruktionen des Arbeitsgedächtnisses im Sinne von Brewer (1987) oder Glenberg und Langston (1992). Die Ergebnisse haben zum einen gezeigt, wie die Interaktion zwischen langzeitlichem, schematischem Gedächtnisbesitz und aktueller Textrepräsentation Einfluß auf die Konstruktion mentaler Modelle nimmt. Zum anderen konnte gezeigt werden, daß die Modellbildung nicht nur von der Enkodierungssituation abhängt, wie in vielen Studien zur Wissensrepräsentation implizit angenommen, sondern in erheblichem Maße von der Abruf- oder Wiedererkennenssituation. Dieser Befund kompliziert zum einen die empirische Erforschung mentaler Modelle, trägt andererseits jedoch zu einer weiteren Explikation des Konstrukts bei.

Summary

We investigated how mental models contribute to the recognition of verbally described spatial arrangements. In three experiments with 18, 16, and 40 adults, the functional relationships between the representation of the verbal description (text base), the representation of the described spatial arrangement (mental model) and the recipient's schematic knowledge are explored. These experiments replicate and extend the studies by Mani and Johnson-Laird (1982). Their theory of the successive representation of a textbase and a mental model is critically tested and elaborated. The results suggest, partly in contrast to the findings by Mani and Johnson-Laird, that: (1) schemata always make a mental model representation possible even if the verbal description is indeterminate, (2) the representation of the text is not discarded immediately after building up a mental model, (3) mental models support performance in different recognition tasks, and (4) mental models which are closely related to specific task requirements are temporarily constructed in the working memory.

Literatur

- Ackermann, D. & Tauber, M. J. (Eds.) (1990). *Mental models and human-computer interaction* — 1. Amsterdam: North-Holland.
- Anderson, J. R. (1983). A spreading of activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 261—295.

- Bransford, J. D., Barclay, J. R. & Franks, J. J. (1972). Sentence memory: A construction versus interpretation approach. *Cognitive Psychology*, 3, 193—207.
- Brewer, W. F. (1987). Schemas versus mental models in human memory. In P. Morris (Ed.), *Modelling cognition* (pp. 187—197). New York: Wiley.
- Craik, F. I. M. & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671—684.
- De Kleer, J. & Brown, J. S. (1983). Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 155—190). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dijk, T. A. van & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Garnham, A. (1987). *Mental models as representations of discourse and text*. Chichester: Ellis Horwood.
- Glenberg, A. & Langston, W. (1992). Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language*, 31, 129—151.
- Glenberg, A., Meyer, M. & Lindem, K. (1987). Mental models contribute to foregrounding during text comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, 69—83.
- Holyoak, K. J. (1984). Mental models in problem solving. In J. R. Anderson & S. M. Kosslyn (Eds.), *Tutorials in learning and memory. Essays in honor of Gordon Bower* (pp. 193—218). San Francisco, CA: Freeman.
- Jäger, A. O. & Althoff, K. (1983). *Der Wilde-Intelligenz-Test (WIT). Ein Strukturdiagnostikum*. Göttingen: Hogrefe.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inferences, and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N., Herrmann, D. J. & Chaffin, R. (1984). Only connections: A critique of semantic networks. *Psychological Bulletin*, 96, 292—315.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1982). The simulation heuristic. In D. Kahneman, P. Slovic & A. Tversky (Eds.), *Judgement under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 201—208). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mani, K. & Johnson-Laird, P. N. (1982). The mental representation of spatial descriptions. *Memory and Cognition*, 10, 181—187.
- Marks, D. F. (1990). On the relationship between imagery, body, and mind. In P. J. Hampson, D. F. Marks & J. T. E. Richardson (Eds.), *Imagery. Current developments* (pp. 1—38). London: Routledge.
- McKellar, P. (1957). *Imagination and thinking*. London: Cohen & West.
- Perrig, W. J. (1988). *Vorstellungen und Gedächtnis*. Berlin: Springer.
- Perrig, W. J. & Kintsch, W. (1985). Propositional and situational representations of text. *Journal of Memory and Language*, 24, 503—518.
- Pylyshyn, Z. W. (1973). What tells the mind's eye the mind's brain? A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1—24.
- Rips, L. J. (1986). Mental muddles. In M. Brand & R. M. Harnish (Eds.), *Problems in the representation of knowledge and belief* (pp. 258—286). Tucson: The University of Arizona Press.
- Rumelhart, D. E. (1980). Schemata: The building blocks of cognition. In R. Spiro, B. Bruce & W. Brewer (Eds.), *Theoretical issues in reading comprehension* (pp. 33—58). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schnotz, W. (1988). Textverstehen als Aufbau mentaler Modelle. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 299—330). München: Psychologie Verlags Union.
- Seel, N. (1986). Wissenserwerb durch Medien und „mentale Modelle“. *Unterrichtswissenschaft*, 14, 384—401.

- Steiner, G. (1988). Analoge Repräsentationen. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 99—119). München: Psychologie Verlags Union.
- Stevens, A. L. & Collins, A. (1980). Multiple conceptual models of a complex system. In R. E. Snow, P. Federico & W. E. Montague (Eds.), *Aptitude, learning, and instruction* (Vol. 2, pp. 177—198). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Weidenmann, B. (1988). *Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern*. Bern: Huber.

Anschrift des Verfassers: Dr. Stephan Dutke, Institut für Psychologie der Freien Universität Berlin, Habelschwerdter Allee 45, 1000 Berlin 33.