

Mentale Modelle beim Erinnern sprachlich beschriebener räumlicher Anordnungen: Zeitliche Aspekte der Modellkonstruktion und -nutzung

Dutke, Stephan

First published in:

Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, Bd. 41, S. 523-548, Hrsg.: Prof. Dr. G. Lüer, Prof. Dr. Angela Friederici, Prof. Dr. Karl Christoph Klauer, Göttingen 1994

Münstersches Informations- und Archivsystem multimedialer Inhalte (MIAMI)

URN: urn:nbn:de:hbz:6-58419441563

Mentale Modelle beim Erinnern sprachlich beschriebener räumlicher Anordnungen: Zeitliche Aspekte der Modellkonstruktion und -nutzung

Mental Models in Memory for Verbal Descriptions of Spatial
Arrangements: Temporal Aspects of Model Construction and Use

Stephan Dutke*)

Institut für Psychologie der Freien Universität Berlin

Aufbauend auf dem Untersuchungsparadigma von Mani und Johnson-Laird (1982) und der Replikation von Dutke (1993) wird untersucht, wie sich Zeitdruck auf die Interaktion von Beschreibungsart und schematischem Wissen bei der Konstruktion mentaler Modelle auswirkt. 57 Männer und Frauen lernten sprachliche Beschreibungen räumlicher Objektanordnungen und wurden einem unerwarteten Wiedererkennenstest unterzogen. Dabei waren sie entweder in der Lernphase oder in der Wiedererkennensphase Zeitdruck ausgesetzt oder konnten beide Phasen in eigenem Tempo bearbeiten. Die Ergebnisse bestätigten den von Mani und Johnson-Laird (1982) postulierten Cross-over-Effekt zwischen Text- und Modellrepräsentation, jedoch nur, wenn in der Wiedererkennensphase Zeitdruck ausgeübt wurde. Die von Dutke (1993) postulierte Unterscheidung von text- und schemabasierten mentalen Modellen wurde durch die Demonstration unterschiedlichen Zeitbedarfs zur Konstruktion erhärtet.

Schlagworte: Textverstehen — räumliches Wissen — Wissenrepräsentation — Schema — mentales Modell

Mentale Modelle

Mentale Modelle sind theoretische Konstrukte, mit denen unterschiedliche kognitive Leistungen auf der Grundlage der Wissensrepräsentation er-

*) Ich danke Andrea Friedrich für ihre sorgfältige Tätigkeit als Versuchsleiterin. Für die hilfreiche Kritik früherer Versionen dieses Manuskripts danke ich Ute und Wolfgang Schönpflug sowie zwei anonymen Gutachtern.

klärt werden sollen. Neben dem Verstehen von Syllogismen (Johnson-Laird, 1983), dem Schlußfolgern (Johnson-Laird & Byrne, 1991; Johnson-Laird, Byrne & Schaecken, 1992), dem Verstehen von Bildern (Weidenmann, 1988) oder von Graphiken (Mayer, 1993) werden Theorien mentaler Modelle vor allem auf das Verstehen von Sätzen und Texten angewendet. Hierbei wird in der Regel zwischen einer (häufig propositional modellierten) Repräsentation des gelesenen Textes einerseits und einer modellhaften Repräsentation der im Text beschriebenen Referenten oder der beschriebenen Situation andererseits unterschieden (van Dijk & Kintsch, 1983; Garnham, 1987; Johnson-Laird, Herrmann & Chaffin, 1984; Mani & Johnson-Laird, 1982; Perrig & Kintsch, 1985; Schnotz, 1988, 1993). Glenberg, Meyer und Lindem (1987) fassen diese Position so zusammen: „Mental models represent what the text is about. Not the text itself“ (p. 70). Dabei wird angenommen, daß das mentale Modell im Unterschied zur Textrepräsentation zumindest partiell eine analoge Repräsentation der Situation (vgl. Dutke, 1994; Steiner, 1988) darstellt. So hat ein mentales Modell nach Johnson-Laird (1983) keine willkürliche syntaktische Struktur, sondern es repräsentiert die Referenten des Textes analog zur Struktur der korrespondierenden Dinge in der realen Welt.

Somit implizieren mentale Modelle Vorstellungen in Anlehnung an unterschiedliche Sinnesmodalitäten, am häufigsten Vorstellungen visueller Art. Allerdings weist z. B. Marks (1990) darauf hin, daß mentale Modelle nicht mit Vorstellungen identisch seien: Vorstellungsbilder seien Sichtweisen auf ein mentales Modell (vgl. Johnson-Laird, 1983) und bildeten nur einen spezifischen, zeitlich definierten Zustand des Modells ab. Der Prozeß des Verstehens eines Textes bestehe in einem permanenten „updating“ dieses Zustands (Glenberg & Langston, 1992, p. 131). Die Möglichkeit, Zustandsveränderungen in der Vorstellung zu durchlaufen und zu simulieren, wird als eines der zentralen Merkmale mentaler Modelle erachtet (Johnson-Laird, 1983; Marks, 1990; Seel, 1986; Weidenmann, 1988). 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).

Mentale Modelle beim Verstehen und Erinnern von Texten

Als zentrale Arbeiten, die sich mit der Rolle mentaler Modelle beim Textverstehen befassen, gelten u. a. die von Johnson-Laird (1983) sowie von Mani und Johnson-Laird (1982). Sie postulieren eine zweistufige Verarbeitung von Sätzen und Texten: eine propositionale Repräsentation des

Textes, gefolgt vom Aufbau eines mentalen Modells. 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. Da nach Ansicht von Mani und Johnson-Laird (1982) die propositionale Repräsentation verfällt, sobald das mentale Modell konstruiert ist, wird dieses zu einer Einheit der langzeitlichen Wissensspeicherung. Wird dagegen kein mentales Modell gebildet, kann der Input nur auf der Grundlage der propositionalen Textrepräsentation erinnert werden. Zur empirischen Prüfung dieser Theorie lasen die Versuchspersonen von Mani und Johnson-Laird determinierte und indetermierte Beschreibungen räumlicher Gegenstandsarrangements. Als determiniert wurden Beschreibungen bezeichnet, die eine und nur eine Anordnung der Gegenstände zuließen, indetermierte Beschreibungen hingegen ließen zwei verschiedene Anordnungen zu (Abbildung 1). Mani und Johnson-Laird (1982) wiesen nach, daß indetermierte sprachliche Beschreibungen räumlicher Gegenstandsarrangements die Modellbildung behinderten und deshalb zum Erhalt der Textrepräsentation führten. Determinierte Beschreibungen dagegen begünstigten die Modellbildung und führten so zum Vergessen der Textrepräsentation. Die Autoren bezeichneten dieses Ergebnismuster als „Cross-over-Effekt“.

Diese Theorie wurde auf der Grundlage von drei modifizierten Replikationsexperimenten von Dutke (1993) erweitert. Nach dem Vorbild der

<u>Determinierte Beschreibung mit einer möglichen Objektanordnung:</u>			
Der Apfel liegt links von der Birne.	Apfel	Birne	Banane
Die Banane liegt rechts von der <u>Birne</u> .	Ananas	Trauben	
Die Ananas liegt vor dem Apfel.			
Die Trauben liegen vor der Birne.			
<u>Indetermierte Beschreibung mit zwei möglichen Objektanordnungen:</u>			
Der Apfel liegt links von der Birne.	Apfel	Birne	Banane
Die Banane liegt rechts von dem <u>Apfel</u> .	Ananas	Trauben	
Die Ananas liegt vor dem Apfel.			
Die Trauben liegen vor der Birne.	Apfel	Banane	Birne
	Ananas		Trauben

Abbildung 1

Beispiel für eine determinierte und eine indetermierte Beschreibung mit den jeweils möglichen Objektanordnungen (nach Mani & Johnson-Laird, 1982). Indetermierte und determinierte Beschreibungen unterscheiden sich hier nur durch das unterstrichene Wort.

Originaluntersuchung von Mani und Johnson-Laird (1982) bestand das Versuchsmaterial zur Hälfte aus determinierten und zur Hälfte aus indetermierten Beschreibungen räumlicher Objektanordnungen. Als zweiter orthogonaler Faktor wurde jedoch zusätzlich die Schematizität der beschriebenen Objektanordnung eingeführt (Tabelle 1). Als „schematisch“ werden Anordnungen bezeichnet, die innerhalb des gleichen kulturellen Kontextes einen invarianten Kern haben und bei Erwachsenen als bekannt vorausgesetzt werden dürfen (z. B. die Position von Teller, Gabel, Messer, Löffel und Glas auf einem gedeckten Tisch). Bei nicht-schematischen Anordnungen verfügt der Leser über kein Wissen, das eine wahrscheinliche, typische Anordnung nahelegt (z. B. verschiedene Werkzeuge auf dem Fußboden). Wie in der Originalarbeit von Mani und Johnson-Laird (1982) sollten diese Beschreibungen mit dem Ziel gelernt werden, eine diagrammartige Abbildung der Gegenstände auf ihre Übereinstimmung mit der vorher gelesenen Beschreibung beurteilen zu können. Danach erhielten die Versuchspersonen einen unerwarteten Wiedererkennenstest, jeweils bestehend aus der ursprünglich dargebotenen Originalbeschreibung, einer anders formulierten, aber kompatiblen Beschreibung und zwei unzutreffenden Beschreibungen. Jede der vier Alternativen sollte entweder auf ihre Ähnlichkeit mit der anfänglich dargebotenen sprachlichen Beschreibung oder auf ihre Ähnlichkeit mit der darin beschriebenen Objektanordnung eingeschätzt werden. Bei dieser Einschätzung sollte das Vorliegen einer Modellrepräsentation zu einer Bevorzugung der sachlich korrekten Beschreibungen (Original *und* kompatible Beschreibung) gegenüber den beiden falschen führen. Dahingegen sollte das alleinige Vorliegen der Textrepräsentation zu einer Bevorzugung des Originals gegenüber der kompatiblen Beschreibung führen (Dutke, 1993).

Die grundlegenden Annahmen zur Entstehung der unterschiedlichen Repräsentationen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Bei allen vier in Dutke (1993) untersuchten Kombinationen von sprachlichen Beschreibungen und beschriebenen Objektanordnungen sollten Repräsentationen des dargebotenen Textes rekonstruiert werden (vgl. z. B. Kintsch & van Dijk, 1978). Im Falle schematischer Anordnungen kann auf der Grundlage der Textrepräsentation und des aktivierten Gedächtnisschemas ein mentales Modell generiert werden. Im Falle einer determinierten Beschreibung einer nicht-schematischen Anordnung muß das mentale Modell allein auf der Grundlage der Textrepräsentation generiert werden. Dies wird von Mani und Johnson-Laird (1982) deshalb für möglich gehalten, weil die Textrepräsentation im determinierten Fall eindeutig ist. Wird jedoch eine nicht-schematische Anordnung indeterminiert vorgegeben, ist eine massive Behinderung der Modellkonstruktion anzunehmen, so daß der Verarbeitungsprozeß nicht über die Ebene der Textrepräsentation hinausge-

Tabelle 1
 Postulierte Repräsentationen als Folgen der Beschreibungsform und der
 beschriebenen Objktanordnung (nach Dutke, 1993)

Objktanordnung	Beschreibungsform	
	determiniert	indeterminiert
schematisch	— Textrepräsentation — schemabasiertes mentales Modell	— Textrepräsentation — schemabasiertes mentales Modell
nicht-schematisch	— Textrepräsentation — textbasiertes mentales Modell	— Textrepräsentation

langt. Es steht weder eine eindeutige Textrepräsentation zur Verfügung noch ein Gedächtnisschema zur Kompensation dieses Defizits.

Mentale Modelle können dieser Konzeption nach zu unterschiedlichen Anteilen auf der Textrepräsentation und einem Gedächtnisschema beruhen. Obwohl es sich hierbei um eine Dimension der Gewichtung beider Komponenten handelt, wird diese im folgenden zur Vereinfachung dichotomisiert und folglich nur von überwiegend text- bzw. überwiegend schemabasierten mentalen Modellen gesprochen.

Die Ergebnisse der Replikationsexperimente von Dutke (1993) lassen sich wie folgt zusammenfassen: (1) Der Übergang von der Text- zur Modellrepräsentation wird nicht allein durch die Art der Beschreibung (determiniert bzw. indeterminiert) bestimmt. Die Mehrdeutigkeit der Textrepräsentation kann durch die Aktivierung eines Gedächtnisschemas kompensiert werden. Unter dieser Bedingung kann trotz indeterminierter Beschreibung ein mentales Modell konstruiert werden. (2) Der von Mani und Johnson-Laird (1982) postulierte Cross-over-Effekt konnte nicht vollständig repliziert werden. Zum einen verlief, entgegen der Annahme von Mani und Johnson-Laird, die propositionale Textrepräsentation innerhalb von 40 bis 60 Minuten nach der Präsentation nicht im vorhergesagten Maß; dies geschah auch dann nicht, wenn es Indikatoren dafür gab, daß ein mentales Modell konstruiert worden war. Zum anderen ließ sich in den Fällen, in denen der Übergang zur Modellrepräsentation behindert sein sollte, anhand des Wiedererkennenstests nicht eindeutig das Fehlen der Modellrepräsentation nachweisen. (3) Es ergaben sich Hinweise auf verschiedene Erscheinungsformen mentaler Modelle: Modelle, die über-

wiegend auf dem Textinput basieren (textbasierte Modelle) und solche, die überwiegend auf einem zuvor aktivierten Gedächtnisschema beruhen (schemabasierte Modelle). Mit dieser Unterscheidung ist die Hypothese verbunden, daß die Konstruktion während der Lernphase, solange der Text selbst und eine zuverlässige Textrepräsentation zur Verfügung stehen, für textbasierte Modelle von größerer Bedeutung ist. Die Güte der Rekonstruktion in der Wiedererkennensphase hängt von der Güte der Konstruktion während der Lernphase ab. Es können hierzu keine anderen Informationen genutzt werden, als die Erinnerung an das anfängliche, textbasierte Modell selbst und, falls noch verfügbar, die Textrepräsentation. Schemabasierte Modelle hingegen können unabhängig von der Güte der anfänglichen Modellkonstruktion rekonstruiert werden, da jederzeit ein Gedächtnisschema verfügbar ist, welches nicht nur die Konstruktion, sondern auch die Rekonstruktion zu unterstützen vermag.

Hypothesen über zeitliche Aspekte der Modellkonstruktion und -nutzung

Die obigen Ergebnisse und Schlußfolgerungen von Dutke (1993) beruhen bisher allein auf der Struktur der Wiedererkennensleistung. In der vorliegenden Arbeit werden sie um Hypothesen über die zeitlichen Aspekte der Modellkonstruktion und Modellnutzung (vgl. Klauer, 1994) ergänzt und einer erneuten Prüfung zugeführt. Diese beziehen sich vor allem auf die fehlende Bestätigung des *Cross-over-Effekts* und auf die Unterscheidung von text- und schemabasierten mentalen Modellen.

Die mangelnde Evidenz für den *Cross-over-Effekt* bestand vor allem darin, daß in den Fällen, in denen eine alleinige Textrepräsentation postuliert wurde, die Originalbeschreibungen beim Wiedererkennenstest nicht zuverlässig den anders formulierten, kompatiblen Beschreibungen vorgezogen wurden. Erklärt wurde dies nachträglich mit der Annahme eines expliziten Schlußfolgerungsprozesses, in dem die sachliche Richtigkeit der kompatiblen Beschreibung allein aus der Textrepräsentation erschlossen wurde. Dies führe zum gleichen Ergebnis im Wiedererkennenstest wie bei Nutzung einer Modellrepräsentation, müßte jedoch mit einem höheren Aufwand verbunden sein, als wenn der gleiche Sachverhalt aus dem integrierten Vorstellungsbild eines mentalen Modells direkt abgelesen werden kann. Wenn also bei alleiniger Annahme einer Textrepräsentation erwartungswidrig die Originalbeschreibungen nicht den kompatiblen Beschreibungen vorgezogen werden, müßte dies aber doch mit einem erhöhten Zeitbedarf bei der Einschätzung der kompatiblen Wiedererkennensalternative einhergehen. In entsprechenden Post-hoc-Analysen der Entschei-

dungszeiten konnten hierfür bestätigende Hinweise gefunden werden (Dutke, 1993, S. 60 und S. 66). Ein kritischer Test dieser Erklärung bestünde darin, Zeitdruck beim Wiedererkennen auszuüben, um den aufwendigeren Schlußfolgerungsprozeß zu behindern. In diesem Falle sollte die Bevorzugung der Originalbeschreibung deutlicher ausfallen als ohne Zeitdruck, weil die Originalbeschreibung schnell und allein auf der Grundlage der Textrepräsentation, also ohne expliziten Schlußfolgerungsprozeß, beurteilt werden kann.

Bezüglich der Unterscheidung *text- und schemabasierter mentaler Modelle* ist mit unterschiedlichem Zeitbedarf sowohl in der Lern- als auch Wiedererkennensphase zu rechnen. Die Lernphase dürfte bei schemabasierten Modellen aus zwei Gründen kürzer ausfallen. Zum einen wird ihre Konstruktion durch ein leicht verfügbares und zuverlässiges Schema unterstützt, zum anderen braucht das Modell nicht in besonderem Maße gefestigt zu werden, denn im Anforderungsfall wäre es leicht mit Hilfe des langfristig verfügbaren Schemas rekonstruierbar. Demgegenüber dürfte die Konstruktion eines textbasierten mentalen Modells mehr Zeit beanspruchen, da sie in geringerem Maße durch Gedächtnisschemata unterstützt werden kann. Darüber hinaus muß das Modell konsolidiert werden, am besten solange der Text noch zur Verfügung steht, da auch im späteren Anforderungsfall kein Gedächtnisschema die Rekonstruktion unterstützen kann. Ein textbasiertes Modell kann in der Wiedererkennensphase nur so gut rekonstruiert werden, wie es während der Lernphase konstruiert worden ist. Die Rekonstruktion eines schemabasierten Modells ist unabhängig von der Güte der anfänglichen Modellkonstruktion in der Lernphase, da in beiden Phasen ein unterstützendes und langfristig verfügbares Gedächtnisschema zur Verfügung steht. Diese Hypothese kann durch Ausüben von Zeitdruck in der Lernphase geprüft werden, welcher vor allem die anfängliche Konstruktion textbasierter Modelle beeinträchtigen sollte. Deren Rekonstruktion in der Wiedererkennensphase sollte dann unsicherer bzw. langsamer verlaufen als bei schemabasierten Modellen, deren Wissensbasis zum größeren Teil uneinträchtig bleibt. Dies sollte auf Seiten textbasierter Modelle zu Einbußen in der Wiedererkennensleistung führen, selbst dann, wenn zur Rekonstruktion beim Wiedererkennen beliebig viel Zeit zur Verfügung steht.

Für das Wiedererkennen dürfte also ebenfalls zu erwarten sein, daß schemabasierte Modelle schneller konstruiert werden können als textbasierte, da ein schneller und sicherer Zugriff auf die erforderliche Wissensbasis möglich ist.

Zur Prüfung dieser Hypothesen ist ein experimentelles Design erforderlich, in dem neben den Faktoren der Determiniertheit der sprachlichen Beschreibung und der Schematizität der beschriebenen Anordnungen Zeitdruck in der Lernphase bzw. in der Wiedererkennensphase ausgeübt

wird. Die Hypothesen werden im Sinne operationaler Hypothesen nach der Beschreibung der Methode präzisiert.

Methoden

Material

Das Versuchsmaterial ist identisch mit dem aus Dutke (1993) und besteht aus acht Items (acht verschiedene Beschreibungen aus jeweils vier Sätzen) von räumlichen Anordnungen (jeweils fünf Gegenstände oder Personen) nach dem Vorbild von Mani und Johnson-Laird (1982). Vier Beschreibungen sind determiniert (DET+), vier indeterminiert (DET-). Jeweils zwei Beschreibungen beider Typen stellen schematische Anordnungen dar (SCH+). Als schematisch werden Anordnungen bezeichnet, deren Beliebigkeit kulturell eingeschränkt ist und die bei Erwachsenen als bekannt gelten. Die beiden übrigen Beschreibungen jeder Gruppe bezogen sich auf nicht-schematische (SCH-) Anordnungen. 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 57 Versuchspersonen (18 weibliche, 39 männliche Studierende unterschiedlicher Fachbereiche im Alter von 19 bis 42 Jahren) alle acht Beschreibungen erhielten, liegt zunächst ein 2×2 -faktorielles Design innerhalb jeder Person vor. Zusätzlich zu den beiden Innerhalb-Faktoren wurde der Gruppenfaktor Zeitdruck mit zwei Ausprägungen (jeweils mit $n = 20$) und einer Kontrollgruppe ($n = 17$) eingeführt. Die Probanden einer Gruppe (ZEIT-DRUCK L) wurden gebeten, die Lesezeit beim Einprägen der Beschreibung vor der Beurteilung des Diagramms so kurz wie möglich zu halten. Sie wurden instruiert, nicht mehr Zeit zu verbrauchen, als sie glauben, unbedingt für die Beurteilung des Diagramms zu benötigen. Als Hinweis war bei jedem Item am Bildschirmrand das Wort „Zeit“ mit einem darauf folgenden Fragezeichen zu sehen. Beendete die Versuchsperson die Itempräsentation durch Druck der „Weiter-Taste“, erschien an Stelle des Fragezeichens für zwei Sekunden das Wort „OK“, wenn die Lesezeit unterhalb der durchschnittlichen Lesezeiten in den Experimenten von Dutke (1993) lag. Überstieg die Lesezeit diesen Wert, erschienen anstelle des Fra-

gezeichens fünf Ausrufungszeichen. Die Anzeige wurde von einem eine Sekunde langen Ton von 600 Hz begleitet. Diese Signale wurden der Versuchsperson vorher vorgeführt und erläutert. Die Versuchsperson sollte versuchen, möglichst bei allen Items unterhalb der kritischen Zeitgrenze zu bleiben. Die Präsentationszeit war aber tatsächlich unbegrenzt, so daß die Lesezeiten trotz der Zeitdruckinstruktion inter- und intraindividuell variieren konnten und keine Datenausfälle provoziert wurden. Beim Wiedererkennen durften die Teilnehmer dieser Gruppe ihr eigenes Arbeitstempo wählen. In der zweiten Gruppe (ZEITDRUCK W) war dies umgekehrt: Auf das anfängliche Lesen des Items durfte beliebig viel Zeit verwendet werden, doch beim Wiedererkennen wurden die Versuchspersonen gebeten, die Einschätzung aller vier Wiedererkennensalternativen möglichst schnell vorzunehmen. Diese Instruktion wurde erst unmittelbar vor dem Wiedererkennentest bei der Erklärung anhand des Probe-Items gegeben. Es wurden die gleichen optischen und akustischen Signale wie in der Gruppe ZEITDRUCK L, jetzt jedoch beim Wiedererkennentest, benutzt. Auch beim Wiedererkennen war die Präsentationszeit objektiv unbegrenzt. Die Kontrollgruppe (KG) wurde weder in der Lernphase noch in der Wiedererkennensphase Zeitdruck ausgesetzt.

Versuchsablauf

Mit Ausnahme der Zeitdruckvariation entspricht der Versuchsablauf dem der Untersuchungen in Dutke (1993) und folgt damit grundsätzlich dem Untersuchungsparadigma von Mani und Johnson-Laird (1982). Alle Versuche wurden als Einzelversuche durchgeführt. Die Versuchspersonen füllten zunächst einen Fragebogen zur visuellen Vorstellungsfähigkeit aus (Spiegelbildaufgaben des WILDE-Intelligenz-Tests nach Jäger und Althoff, 1983). Nach der Erklärung der Aufgabe anhand eines Probe-Items konnte die Versuchsperson alle acht Beschreibungen in zufälliger Reihenfolge auf einem PC-Schirm lesen. 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 Darstellung 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 (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 Be-

schreibungen (in jedem Versuch neu) zufällig zugeordnet. Nach der Präsentation aller acht Beschreibungen und Diagramme erfolgte eine Pause von ca. 30 Minuten, in der eine das Arbeitsgedächtnis belastende Konzentrationsaufgabe absolviert wurde. Während dieser Pause hatte die Versuchsperson keine Gelegenheit, sich mit dem zuvor gelernten Material zu befassen. Danach wurde, ohne vorherige Ankündigung, ein Wiedererkennenstest verlangt. Ebenso wie im Experiment von Mani und Johnson-Laird (1982) wurden für jede ursprünglich dargebotene Beschreibung vier Wiedererkennensalternativen simultan, schriftlich und in zufälliger Anordnung 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 Versuchspersonen wurden gebeten, jede der vier Wiedererkennensalternativen (OB, KB, F1, F2) unabhängig voneinander auf einer vierstufigen Skala einzuschätzen: (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. Das Vorgehen beim Wiedererkennenstest wurde (gegebenenfalls mehrmals) anhand eines Probe-Items erklärt.

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 zweiten Satz wird ein Relationsbegriff umgekehrt, ohne daß der Sinn geändert wird (z. B. „Apfel links von der Birne“ statt „Birne rechts vom Apfel“). Die verbleibenden zwei Sätze sind identisch. 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.

Abhängige Variablen

Bevorzugung zutreffender Beschreibungen (BZB): Als ein allgemeines Gütemaß des Wiedererkennens wird die Summe der Differenzen zwischen den Ratings 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 Differenz der Ratings zwischen OB und KB berechnet: $BOB = KB-OB$. Ein hoher Wert kennzeichnet eine starke Bevorzugung der OB gegenüber der KB.

Beide Bevorzugungsmaße sind zur besseren Vergleichbarkeit mit denen in Dutke (1993) identisch. Da neben der Differenzbildung auch andere Transformationen möglich sind, wurden zur Abschätzung der Artefaktwahrscheinlichkeit zusätzlich zwei alternative Maße berechnet, die das Verhältnis von F1 und F2 zu OB und KB bzw. von KB zu OB abbilden.

Lesezeit: Es wird die Zeit (zu vollen Sekunden gerundet) registriert, die beim Lesen jeder Beschreibung in der Lernphase (vor Beurteilung des Diagramms) vergeht. Die Lesezeit beginnt mit dem Erscheinen der Sätze auf dem Bildschirm und endet mit einem Tastendruck der Versuchsperson, mit dem sie signalisiert, jetzt das Diagramm sehen zu wollen.

Entscheidungszeit: Es wird die Zeit (zu vollen Sekunden gerundet) registriert, die vergeht, bis die Versuchsperson eine Entscheidung über die Bewertung einer Wiedererkennensalternative eingegeben hat. Die Entscheidungszeit endet jeweils mit der Eingabe einer Ziffer von 1 bis 4, die den vier Skalenstufen von „identisch“ bis „völlig verschieden“ entsprechen. Da die Entscheidungszeiten positionsabhängig sind (die Entscheidungszeit bei der zuerst beurteilten Alternative ist länger als bei der zweiten, dritten oder vierten), wird eine diesbezügliche Korrektur vorgenommen, damit die Vergleichbarkeit von Entscheidungszeiten über Alternativen in verschiedenen Positionen gewährleistet ist. Hierzu werden die Entscheidungszeiten getrennt nach Darbietungspositionen z-transformiert.

Operationale Hypothesen

Zum Cross-over-Effekt von Text- und Modellrepräsentation

Der Cross-over-Effekt besteht darin, daß indeterminiert/nicht-schematische Items die niedrigste Bevorzugung zutreffender Wiedererkennensalternativen gegenüber den unzutreffenden (BZB) aufweisen und gleichzeitig die höchste Bevorzugung der Originalbeschreibung gegenüber der

kompatiblen (BOB) zeigen. Die niedrigste BZB wird erwartet, weil nur bei diesen Items kein mentales Modell gebildet wird. Die höchste BOB wird erwartet, weil aufgrund des Fehlens des mentalen Modells eine Entscheidung nur auf der Grundlage der propositionalen Textrepräsentation getroffen werden kann. Die Originalbeschreibung sollte vor allem dann der kompatiblen vorgezogen werden, wenn in der Wiedererkennensphase Zeitdruck ausgeübt wird (ZEITDRUCK W). Steht dagegen beliebig viel Entscheidungszeit zur Verfügung (ZEITDRUCK L und KG), kann auch auf alleiniger Grundlage der Textrepräsentation mittels eines Schlußfolgerungsprozesses die KB als sachlich zutreffend erkannt werden. In diesem Falle sinkt die BOB auf ein Maß, das sich nicht mehr von den Werten der Itemtypen unterscheidet, bei denen zusätzlich ein mentales Modell postuliert wird. Dementsprechend müßten dann die Entscheidungszeiten bei der KB indeterminiert/nicht-schematischer Items unter der Bedingung ZEITDRUCK W kürzer sein als bei ZEITDRUCK L und der KG. Diese sich auf den ersten Blick trivialerweise aus der Zeitdruckvariablen ergebende Vorhersage ist insofern von Bedeutung, als die höheren BOB-Werte unter ZEITDRUCK W ja damit begründet werden, daß der zeitaufwendige Schlußfolgerungsprozeß unterbleibt. Diese Interpretation setzt also nicht nur voraus, daß die Entscheidungszeiten unter ZEITDRUCK W insgesamt kürzer sind, sondern daß exakt die KB indeterminiert/nicht-schematischer Items auch wirklich schneller beurteilt werden. Deshalb ist diese Annahme explizit zu prüfen, auch wenn sie, für sich allein genommen, keine eigene theoretische Aussagekraft hat.

H1: Die BZB ist bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen geringer als bei allen anderen Itemtypen (unabhängig vom Gruppenfaktor Zeitdruck).

H2: Ausschließlich in der Gruppe ZEITDRUCK W ist die BOB bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen höher als bei allen anderen Itemtypen.

H3: Die Entscheidungszeiten beim Wiedererkennen der KB bei indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen sind in der Gruppe ZEITDRUCK W kürzer als in den übrigen beiden Gruppen.

Zur Unterscheidung text- und schemabasierter mentaler Modelle

Es wird angenommen, daß bei allen schematischen Anordnungen schemabasierte mentale Modelle konstruiert werden, unabhängig davon, ob diese Anordnungen determiniert oder indeterminiert beschrieben sind. Im Falle determinierter Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen wird die Bildung eines textbasierten Modells erwartet (vgl. Tabelle 1). Wenn im folgenden also von text- und schemabasierten Modellen die

Rede ist, sind hiermit die hypothetischen Repräsentationsformen gemeint, die bei schematischen Anordnungen einerseits (schemabasierte Modelle) und determiniert/nicht-schematischen Items andererseits (textbasierte Modelle) erwartet werden. Indeterminierte/nicht-schematische Items finden in diesem Zusammenhang keine weitere Beachtung, da aufgrund der bisherigen Ergebnisse angenommen wird, daß in ihrem Falle die Modellbildung stark eingeschränkt ist.

Die Verfügbarkeit langfristig gespeicherter Schemata sollte sowohl die Enkodierung als auch das Wiedererkennen unterstützen, so daß sowohl mit kürzeren Lesezeiten als auch mit kürzeren Entscheidungszeiten für schemabasierte Modelle zu rechnen ist. Der Zeitdruckfaktor sollte auf diesen grundsätzlichen Unterschied keinen Einfluß haben.

Längerfristig sollte sich jedoch Zeitdruck in der Lernphase bei text- und schemabasierten Modellen unterschiedlich auswirken. Wird die anfängliche Modellkonstruktion in der Lernphase durch Zeitdruck behindert, kann dies bei der Rekonstruktion in der Wiedererkennensphase bei schemabasierten Modellen durch die Verfügbarkeit eines unterstützenden Gedächtnisschemas kompensiert werden. Eine solche Kompensation ist bei einem textbasierten Modell nicht möglich: es kann bestenfalls in der Güte rekonstruiert werden, in der es während der Lernphase konstruiert wurde. Zeitdruck in der Lernphase sollte sich also nur bei textbasierten Modellen in verminderten Wiedererkennensleistungen äußern. Zeitdruck in der Wiedererkennensphase hingegen (ohne Zeitdruck in der Lernphase) sollte weder bei text- noch bei schemabasierten Modellen einen Einfluß auf die Wiedererkennensleistungen haben. In beiden Fällen sollte das erforderliche mentale Modell zutreffend rekonstruierbar sein, denn in beiden Fällen ist es vermutlich in der Lernphase schon einmal erfolgreich gebildet worden. Allerdings sollte die Rekonstruktion im schemabasierten Falle schneller erfolgen können.

H4: In allen Gruppen sind die Lese- und Entscheidungszeiten für determiniert/schematische und indeterminiert/schematische Items (schemabasierte Modelle) kürzer als für determiniert/nicht-schematische Items (textbasierte Modelle).

H5: Die Wiedererkennensleistung aufgrund textbasierter Modelle (determiniert/nicht-schematische Items) ist unter ZEITDRUCK L geringer als unter ZEITDRUCK W. Die Wiedererkennensleistungen aufgrund schemabasierter Modelle (determiniert/schematische und indeterminiert/schematische Items) unterscheiden sich zwischen den beiden Zeitdruckbedingungen nicht.

Ergebnisse

Überprüfung der experimentellen Manipulation

Das Untersuchungsmaterial und die darin verwirklichte Variation der Innerhalb-Faktoren, Determiniertheit und Schematizität, wurden bereits in den Untersuchungen von Dutke (1993) exploriert. Deshalb wird die Manipulationsüberprüfung auf den Gruppenfaktor Zeitdruck beschränkt. Abbildung 2 zeigt die Lesezeiten aller drei Gruppen, Abbildung 3 die Entscheidungszeiten, jeweils in allen vier Itemtypen gemittelt (bei den Entscheidungszeiten zusätzlich summiert über die vier Wiedererkennensalternativen). Die Lesezeiten unterscheiden sich zwischen den Gruppen ($F = 4,42$ ($df = 2,54$) $p < .05$), wobei die Mittelwerte unter der Bedingung ZEITDRUCK L am geringsten sind. Die Entscheidungszeiten sind dagegen unter der Bedingung ZEITDRUCK W am geringsten ($F = 9.03$ ($df = 2,54$) $p < .001$). Die experimentelle Variation des Zeitdrucks erscheint gelungen.

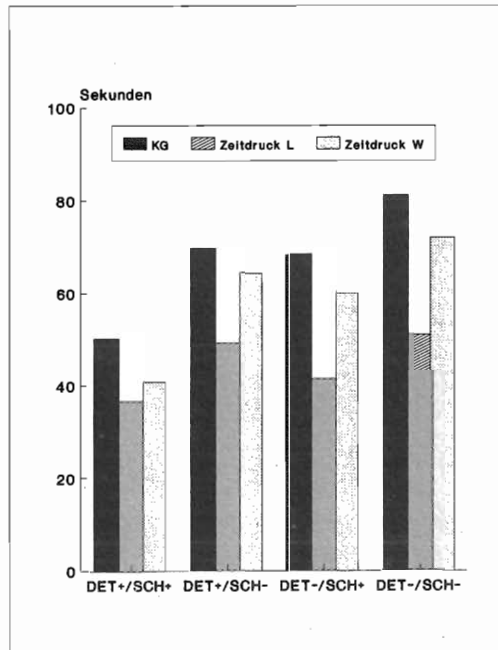


Abbildung 2
Lesezeiten bei allen Itemtypen.

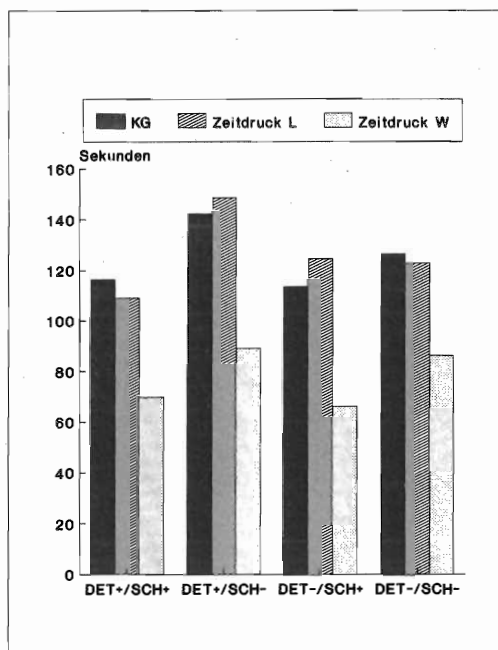


Abbildung 3
Entscheidungszeiten bei allen Itemtypen, summiert über alle vier
Wiedererkennensalternativen.

Bezüglich der folgenden Variablen unterscheiden sich die drei Gruppen nicht: Darbietungspositionen der verschiedenen Itemtypen, Anzahl richtig erkannter Diagramme, räumliche Vorstellungsfähigkeit (Spiegelbildskala des Wilde-Intelligenztests nach Jäger & Althoff, 1983), Alter der Versuchsteilnehmer und Geschlechterverteilung.

Ergebnisse zum Cross-over-Effekt

Der von Mani und Johnson-Laird (1982) postulierte Cross-over-Effekt basiert zum einen auf dem bereits in Dutke (1993) mehrfach replizierten Ergebnis, daß die BZB bei allen Itemtypen höher ist als bei den indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen (H1). Zur Prüfung dieser Hypothese wird die Variable BZB einer Varianzanalyse mit dem dreistufigen Gruppenfaktor Zeitdruck (L, W und KG) und den jeweils zweistufigen Innerhalb-Faktoren Schematizität und Determiniertheit

unterzogen. Abbildung 4 zeigt das vorhergesagte Ergebnis. Es liegen Haupteffekte für die Faktoren Schematizität ($F = 147.97$ ($df = 1,54$) $p < .001$) und Determiniertheit ($F = 114.43$ ($df = 1,54$) $p < .001$) sowie ein Interaktionseffekt zwischen Schematizität und Determiniertheit ($F = 11.07$ ($df = 1,54$) $p < .01$) vor. Bezüglich der Variablen BZB gibt es keine Gruppenunterschiede oder Interaktionen mit dem Gruppenfaktor Zeitdruck.

Bezüglich des zweiten Teils des Cross-over-Effekts (H2) ist die Bevorzugung der Originalbeschreibungen (BOB) gegenüber der kompatiblen zu untersuchen (Abbildung 5). Deskriptiv kann festgestellt werden, daß in der Gruppe ZEITDRUCK W die Bevorzugung der OB tatsächlich bei den indeterminierten Beschreibungen nicht-schematischer Anordnungen höher als bei allen anderen Itemtypen ist. Wie vorhergesagt, ist dieser Unterschied in den beiden übrigen Gruppen nicht ausgeprägt. Inferenzstatistisch kann die Hypothese 2 jedoch nur als teilweise bestätigt gelten. In H2 wird postuliert, daß die erhöhte Bevorzugung der Originalbeschreibung bei indeterminiert/nicht-schematischen Items nur unter ZEIT-

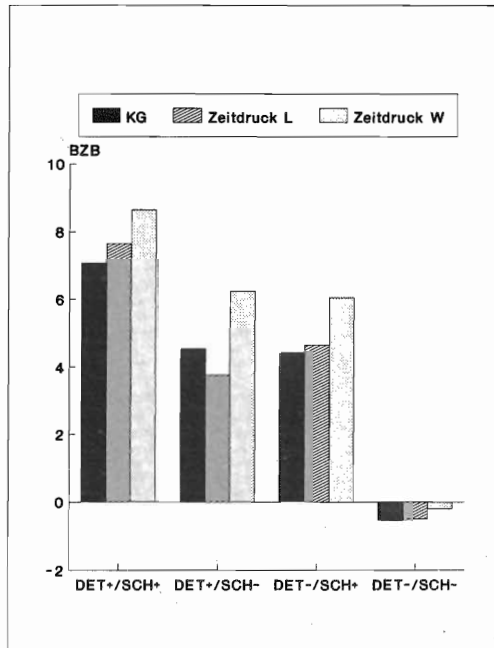


Abbildung 4

Mittlere Bevorzugung zutreffender Beschreibungen (BZB) für alle Itemtypen.

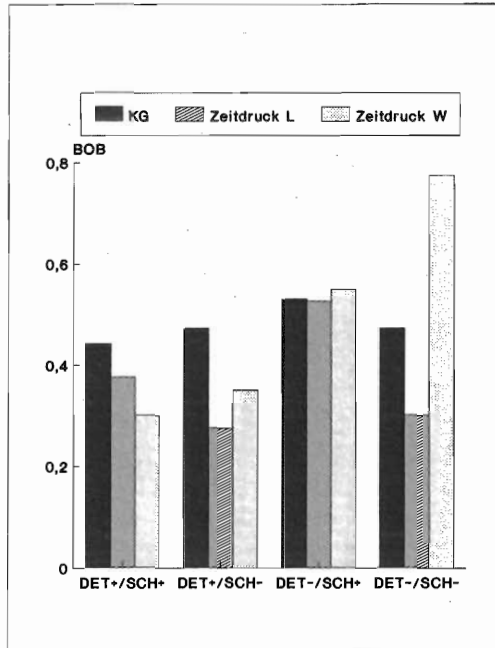


Abbildung 5

Mittlere Bevorzugung der Originalbeschreibung (BOB) gegenüber der kompatiblen für alle Itemtypen.

DRUCK W zu beobachten sein sollte, nicht jedoch in den beiden übrigen Gruppen. Dies erfordert eine Dreifachinteraktion (Determiniertheit \times Schematizität \times Zeitdruck). Bei einer Varianzanalyse mit dem Gruppenfaktor Zeitdruck und den beiden Innerhalb-Faktoren Schematizität und Determiniertheit ist diese Interaktion nicht signifikant. Eine schwächere Möglichkeit der Prüfung besteht darin, die drei Gruppen einzeln auf die Interaktion der Innerhalb-Faktoren Determiniertheit und Schematizität zu untersuchen. In keiner der Gruppen ist eine solche Interaktion signifikant. Allerdings findet sich unter der Bedingung ZEITDRUCK W statt dessen ein Haupteffekt für den Faktor Determiniertheit ($F = 7.48$ ($df = 1,19$) $p < 0.5$). Ein vergleichbarer Effekt findet sich in den Gruppen KG und ZEITDRUCK L nicht.

Insgesamt sprechen diese Befunde also nicht eindeutig, aber doch eher für die Aufrechterhaltung der Hypothesen über den Cross-over-Effekt als gegen sie. In Ergänzung zu bisherigen Befunden konnte nämlich nun gezeigt werden, daß unter Zeitdruck die Tendenz steigt, die Originalbe-

schreibungen den kompatiblen vorzuziehen, wenn es sich um indetermierte Beschreibungen handelt. Dies steht völlig im Einklang mit der Position von Mani und Johnson-Laird (1982), die davon ausgingen, daß bei indeterminierten Beschreibungen generell kein mentales Modell gebildet wird. Den theoretischen Ergänzungen Dutkes (1993) entsprechend, wäre jedoch nicht unbedingt zu erwarten gewesen, daß die BOB unter Zeitdruck auch bei den indeterminiert/schematischen Items steigt, da hier neben der Textrepräsentation auch ein mentales Modell postuliert wird. Allerdings ist die absolute Höhe der BOB hier auch beträchtlich geringer als bei indeterminiert/nicht-schematischen Items, für die lediglich eine Textrepräsentation angenommen wird.

Die wichtigste Voraussetzung für die Plausibilität der obigen Argumentation besteht darin, daß die Entscheidungszeiten für die KB bei indeterminiert/nicht-schematischen Items in der Gruppe ZEITDRUCK W tatsächlich kürzer sind als in den beiden übrigen Gruppen (H3). Nur in diesem Fall kann davon ausgegangen werden, daß der zeitintensive Schlußfolgerungsprozeß zur Bewertung der KB gestört wurde. Eine Varianzanalyse der positionskorrigierten Entscheidungszeiten für diesen Itemtyp mit dem dreistufigen Gruppenfaktor Zeitdruck zeigt den erwarteten Effekt ($F = 3.218$ ($df = 2,54$) $p < .05$). Die zusätzliche Inspektion der Mittelwerte ergibt, daß von den beiden relevanten Paarvergleichen einer marginal signifikant ist (ZEITDRUCK W — ZEITDRUCK L: $t = 1.68$; $p = .1$) und einer signifikant (ZEITDRUCK W — KG: $t = 2.78$; $p < .01$). Beide Vergleiche weisen für die indeterminiert/nicht-schematischen Items kürzere Entscheidungszeiten unter ZEITDRUCK W auf.

Verwendet man anstelle der Differenzmaße BZB und BOB analog berechnete Verhältnismaße, sind qualitativ vergleichbare, aber quantitativ leicht abgeschwächte Effekte festzustellen. Zusätzliche, signifikante Effekte entstehen nicht.

Neben der hypothesengeleiteten Auswertung fällt ein Befund auf, der in engem Zusammenhang mit der Auffassung von Dutke (1993) steht, daß die Modellbildung u. U. auch von Anforderungen in der Wiedererkennensphase abhängt. In der vorliegenden Untersuchung ist eine dieser Anforderungen, der Zeitdruck beim Wiedererkennen, systematisch variiert worden. Die Hypothesen H1 und H2 bezogen sich auf die Folgen dieser Variation für die Antwortstruktur beim Wiedererkennenstest. Darüber hinaus sind jedoch auch Austauschprozesse zwischen Antwortstruktur und Zeitbedarf beim Wiedererkennenstest zu beobachten, die weitere Hinweise auf die Plastizität der Modellbildung und -nutzung unter verschiedenen Wiedererkennensanforderungen bieten.

Wie oben dargestellt, zeigt die Gruppe ZEITDRUCK W eine erhöhte Bevorzugung der Originalbeschreibungen (BOB) bei indeterminierten

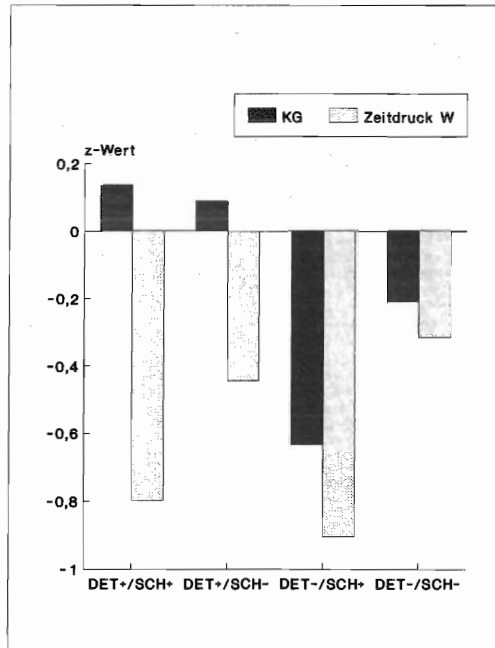


Abbildung 6

Z-transformierte Entscheidungszeiten für die Originalbeschreibung (OB) bei allen Itemtypen in der Kontrollgruppe und der Gruppe ZEITDRUCK W.

Beschreibungen, während dieser Effekt bei gleichen Enkodierungsbedingungen aber ohne Zeitdruck beim Wiedererkennen (in der KG) nicht erscheint. Untersucht man nun zusätzlich die Entscheidungszeiten für die OB, findet man den folgenden Austauschereffekt: In der KG werden die OB bei den indeterminierten Beschreibungen zwar nicht bevorzugt, doch die Entscheidungszeiten für die OB (Abbildung 6) sind bei indeterminierten Beschreibungen kürzer ($F = 6.97$ ($df = 1,16$) $p < .05$). Erhöht sich jedoch unter ZEITDRUCK W die tatsächliche Bevorzugung der Originalbeschreibung (BOB), zeigen die Entscheidungszeiten für die OB keinen Unterschied mehr zwischen determinierten und indeterminierten Beschreibungen. Statt dessen werden die OB nun bei schematischen Anordnungen schneller als bei nicht-schematischen bewertet ($F = 10.54$ ($df = 1,19$) $p < .01$). Dieser Befund belegt, daß der sich auf die BOB beziehende Teil des Cross-over-Effekts je nach Wiedererkennensanforderung in der Antwortstruktur oder im Zeitbedarf für die Antwort in Erscheinung treten kann. Dabei handelt es sich nicht um einen einfachen Speed-Accuracy-

Austausch, sondern um strukturelle Veränderungen: Ohne Zeitdruck erscheint der Determiniertheitseffekt allein in den Entscheidungszeiten, unter Zeitdruck erscheint dieser in den Antworten selbst, während die Entscheidungszeiten unter den Einfluß der Schematizität der Anordnungen geraten.

*Ergebnisse zur Unterscheidung text- und schemabasierter
mentaler Modelle*

Für die Prüfung der Hypothesen H4 und H5 wird eine neue unabhängige Variable „Modelltyp“ mit den beiden Ausprägungen „textbasiert“ (determiniert/nicht-schematische Items) und „schemabasiert“ (determiniert/schematische und indeterminiert/schematische Items) gebildet. Zunächst werden die mittleren Lesezeiten pro Item einer Varianzanalyse mit dem zweistufigen Innerhalb-Faktor Modelltyp und dem dreistufigen Gruppenfaktor Zeitdruck unterzogen. Entsprechend der experimentellen Variation des Zeitdruckfaktors unterscheiden sich die Lesezeiten zwischen den Gruppen ($F = 4.38$ ($df = 2,54$) $p < .05$). Wie in H4 vorhergesagt, ist außerdem ein Haupteffekt für Modelltyp zu verzeichnen ($F = 12.28$ ($df = 1,54$) $p < .01$), ohne daß Modelltyp und Zeitdruck interagieren. Wie erwartet, zeigt Tabelle 2 konsistent kürzere Lesezeiten bei schematischen Items. Das gleiche gilt für die mittleren Entscheidungszeiten pro Wiedererkennensalternative (Tabelle 2). Eine Varianzanalyse mit dem Innerhalb-

Tabelle 2

Mittlere Lesezeiten pro Item und mittlere Entscheidungszeiten pro Wiedererkennensalternative bei schematischen und determiniert/nicht-schematischen Items (in Sekunden).

	Lesezeiten		Entscheidungszeiten	
	DET +/SCH- (textbasiertes mentales Modell)	DET*/SCH + (schemabasiertes mentales Modell)	DET +/SCH- (textbasiertes mentales Modell)	DET*/SCH + (schemabasiertes mentales Modell)
Gruppe				
KG	70	59	36	29
Zeitdruck L	49	39	37	29
Zeitdruck W	64	50	22	17

Anmerkungen: DET* bedeutet determinierte oder indeterminierte Beschreibung. Alle anderen Abkürzungen sind im Text erläutert.

Faktor Modelltyp und dem Gruppenfaktor Zeitdruck zeigt zwei Haupteffekte (Zeitdruck: $F = 8.75$ ($df = 2,54$) $p < .01$, Modelltyp: $F = 19.38$ ($df = 1,54$) $p < .001$) ohne Interaktion. Dies unterstützt die Annahme, daß schemabasierte mentale Modelle generell leichter konstruiert bzw. rekonstruiert werden können.

Die Prüfung von H5 erfordert eine Varianzanalyse der abhängigen Variablen BZB mit dem Innerhalb-Faktor Modelltyp und dem Gruppenfaktor Zeitdruck mit den beiden Ausprägungen ZEITDRUCK L und W. Die Vorhersage, die Wiedererkennensleistung auf der Grundlage textbasierter Modelle sei unter ZEITDRUCK L geringer als unter ZEITDRUCK W, während sich schemabasierte Modelle zwischen beiden Bedingungen nicht unterscheiden sollten, impliziert einen Interaktionseffekt. Im Gegensatz zu beiden Haupteffekten (Zeitdruck: $F = 5.29$ ($df = 1,38$) $p < .05$, Modelltyp: $F = 9.84$ ($df = 1,38$) $p < .01$) ist diese Interaktion nicht signifikant. Abbildung 7 zeigt jedoch, daß die Mittelwerte das vorhergesagte Ergeb-

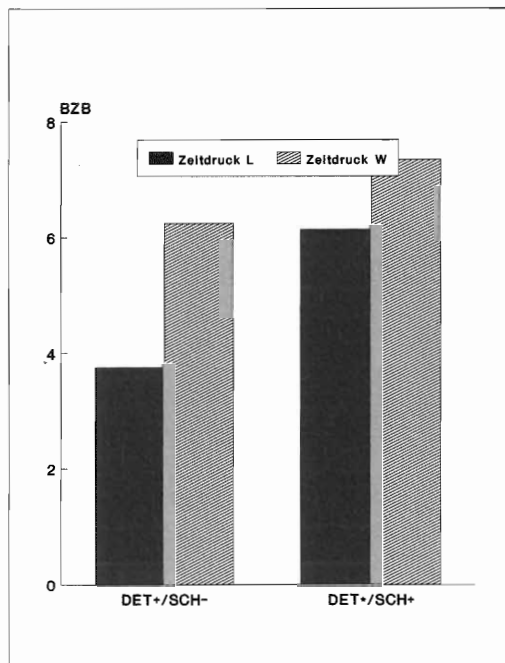


Abbildung 7

Mittlere Bevorzugung zutreffender Beschreibungen (BZB) bei determiniert/nicht-schematischen Items sowie determinierten und indeterminierten schematischen Items (DET*/SCH+) unter den Zeitdruckbedingungen L und W.

nismuster aufweisen. Bei textbasierten Modellen unter ZEITDRUCK L ist die geringste Wiedererkennensleistung zu verzeichnen. In Paartests läßt sich nachweisen, daß die BZB bei determiniert/nicht-schematischen Items (textbasierte Modelle) unter ZEITDRUCK L geringer ist als unter ZEITDRUCK W ($t = 2.918$, $p < .05$). Außerdem ist die BZB bei determiniert/nicht-schematischen Items innerhalb der Gruppe ZEITDRUCK L geringer als bei schematischen Items ($t = 2.58$, $p < .05$). Dies steht in Einklang mit H5 und zeigt, daß die Wiedererkennensleistung aufgrund von textbasierten mentalen Modellen stärker durch Zeitdruck in der Lernphase als durch Zeitdruck in der Wiedererkennensphase beeinträchtigt wird. Stand während der Lernphase ausreichend Zeit zur Verfügung, fällt die BZB bei textbasierten Modellen tatsächlich höher aus, selbst wenn die Entscheidungszeiten aufgrund von Zeitdruck beim Wiedererkennen erheblich kürzer sind (vgl. Tabelle 2). Andererseits unterscheidet sich die Wiedererkennensleistung bei schematischen Items unter beiden Zeitdruckbedingungen nicht. Dies entspricht der Vorhersage von H5, Zeitdruck in der Lern- bzw. Wiedererkennensphase würde schemabasierte Modelle nicht in differentieller Weise beeinflussen. Auch der Unterschied der BZB zwischen determiniert/nicht-schematischen Items einerseits und schematischen Items andererseits innerhalb der Gruppe ZEITDRUCK W ist nicht signifikant.

Verwendet man in diesem Zusammenhang anstelle des Differenzmaßes BZB das analog konstruierte Verhältnismaß, sind die gleichen Effekte in nahezu gleicher Stärke festzustellen.

Diskussion

Die von Mani und Johnson-Laird (1982) vorgeschlagene Zwei-Stufen-Theorie des Textverstehens wurde von Dutke (1993) um die Annahme ergänzt, daß der Übergang von der Text- zur Modellrepräsentation nicht allein von der Beschaffenheit des Textinputs abhängt, sondern zusätzlich auch von der Interaktion des Inputs mit verfügbaren Gedächtnisschemata. Die vorliegenden Befunde ergänzen die Untersuchungen von Dutke (1993) um die Aspekte des Zeitbedarfs zur Konstruktion und Nutzung mentaler Modelle.

Inbesondere der von Mani und Johnson-Laird (1982) postulierte Cross-over-Effekt von Text- und Modellrepräsentation konnte bisher nicht vollständig repliziert werden. Die vorliegenden Befunde zeigen mögliche Ursachen hierfür auf. Erst Zeitdruck beim Wiedererkennen scheint jene expliziten Schlußfolgerungsprozesse zu unterdrücken, die bei unbeschränkter Zeit auch in den Fällen zur Bevorzugung kompatibler Beschreibungen führen,

in denen — wegen der hypothetischen Nichtverfügbarkeit eines mentalen Modells — die Originalbeschreibung hätte bevorzugt werden sollen. Diese Interpretation ergänzend sprechen vergleichende Befunde zwischen der Kontrollgruppe und der Gruppe ZEITDRUCK W dafür, daß es Austauschprozesse gibt, die den Cross-over-Effekt entweder direkt in der Antwortstruktur des Wiedererkennstests erscheinen lassen (beim Wiedererkennen unter Zeitdruck) oder aber im Zeitbedarf zur Generierung der Antworten (ohne Zeitdruck). Diese Befunde gehen nicht nur über das Modell von Mani und Johnson-Laird (1982) hinaus, sondern auch über andere Untersuchungen zur Theorie mentaler Modelle (z. B. Garnham, 1987), in denen die Art der Wissensrepräsentation allein durch Manipulationen des Textinputs und der Abrufbedingungen untersucht wird. Zeitliche Aspekte der Modellbildung und -nutzung werden häufig außer acht gelassen (jedoch Perrig & Kintsch, 1985; Glenberg, Meyer & Lindem, 1987; Glenberg & Langston, 1992; Klauer, 1994).

Die Interaktion zwischen Textinput und langfristigem Gedächtnisbesitz, wie sie in den Versuchen von Dutke (1993) demonstriert wurde, bedingte auch die Annahme, daß mentale Modelle Konstruktionen des Arbeitsgedächtnisses sind (Brewer, 1987; Mayer, 1993), die je nach Verfügbarkeit aus unterschiedlichen Wissensquellen schöpfen. Prototypisch in dem hier verwendeten Untersuchungsparadigma sind mentale Modelle, die unter Einbeziehung eines Gedächtnisschemas konstruiert werden (schemabasierte Modelle) bzw. solche, die überwiegend auf der Grundlage der Textrepräsentation entstehen (textbasierte Modelle). Erste bestätigende Evidenz für diese Hypothese fand sich in einer der Untersuchungen von Dutke (1993): Wurden die Versuchspersonen instruiert, die Wiedererkennensalternativen mit der zuvor beschriebenen Gegenstandsanzordnung zu vergleichen (und dabei die Formulierung außer acht zu lassen), resultierte eine höhere Wiedererkennensleistung bei schematischen Anordnungen (schemabasiertes Modell). Lautete die Instruktion dagegen, die Wiedererkennensalternativen mit der zuvor gelesenen sprachlichen Beschreibung zu vergleichen, resultierte eine Überlegenheit bei determiniert/nicht-schematischen Items (textbasiertes Modell). Die mit dieser Unterscheidung verbundene Hypothese über die unterschiedliche Rekonstruierbarkeit text- und schemabasierter Modelle erfuhr in der vorliegenden Untersuchung weitere Bestätigung. So wurde angenommen, daß die Güte der anfänglichen Konstruktion textbasierter Modelle die Güte ihrer Rekonstruktion bestimmt. Es konnte gezeigt werden, daß die Wiedererkennensleistung aufgrund textbasierter mentaler Modelle durch Zeitdruck in der Lernphase beeinträchtigt wird, nicht aber durch Zeitdruck in der Wiedererkennensphase. Die Wiedererkennensleistung aufgrund schemabasierter mentaler Modelle zeigte keine Unterschiede zwischen verschiedenen Zeitdruckbedingungen. Dies wurde auf die jederzei-

tige Verfügbarkeit eines Gedächtnisschemas zurückgeführt, das sowohl die Konstruktion als auch die Rekonstruktion des Modells unterstützt.

Hieraus könnte die weitergehende Hypothese abgeleitet werden, schemabasierte Modelle *bräuchten* nicht, bzw. nicht vollständig in der Lernphase konstruiert zu werden. Möglicherweise wird der Konstruktionsprozeß, zumindest aber der Konsolidierungsprozeß bereits zu einem Zeitpunkt beendet, zu dem die Person den Eindruck gewinnt, sie könne die beschriebene Anordnung aufgrund des bekannten Schemas später wieder rekonstruieren. In der vorliegenden Untersuchung konnte diese Hypothese nicht geprüft werden. Hierzu wären Items erforderlich gewesen, die zwar ein Schema aktivieren, jedoch tatsächlich nicht mit ihm kongruent sind. Eine solche Manipulation wurde nicht vorgenommen, doch sie ist zur Vervollständigung der Argumentation zukünftig zu realisieren.

Mit der theoretischen und empirischen Unterscheidbarkeit mentaler Modelle nach den ihnen zugrundeliegenden Wissensstrukturen verändert sich die Fragestellung in der Erforschung mentaler Modelle. Stand bisher häufig die Frage im Vordergrund, wie mentale Modelle prinzipiell von anderen Repräsentationsformen abgegrenzt werden können (Johnson-Laird, 1983; Mani & Johnson-Laird, 1982; Perrig & Kintsch, 1985; Glenberg, Meyer & Lindem, 1987; Glenberg & Langston, 1991) so dominiert hier die Frage, welche Abhängigkeiten zwischen (1) den Determinanten der Modellbildung, (2) der Qualität der daraus resultierenden unterschiedlichen Modelle und (3) den spezifischen Leistungen, die durch unterschiedliche mentale Modelle unterstützt werden, bestehen. Dies stellt die Grundlage dafür dar, das Konstrukt des mentalen Modells von einem kognitionspsychologischen Sammelbegriff (Dutke, 1994, S. 78) zu einer Theorie der Determinanten und Komponenten mentaler Modelle zu entwickeln.

Richtungweisend erscheinen in diesem Zusammenhang beispielsweise instruktionspsychologische Bemühungen, das Zusammenwirken von Text und bildlichen, graphischen oder multimedialen Veranschaulichungen auf der Grundlage mentaler Modellbildung zu betrachten (Mayer, 1993; Schnotz, 1993). Dieser Ansatz würde die hier diskutierten Determinanten der Modellbildung (Art der sprachlichen Beschreibung, Verfügbarkeit langfristigen Gedächtnisbesitzes und zeitliche Restriktionen) um eine weitere ergänzen: die Rolle externer, analoger Abbildungen. Wiederum stände nicht das gegenseitige Abwägen unterschiedlicher Repräsentationskonstrukte im Mittelpunkt, sondern die Frage, in welcher Weise verschiedene Determinanten die Modellkonstruktion beeinflussen und welche Konsequenzen ein solcherart qualitativ verändertes mentales Modell auf kognitive Leistungen hätte.

Eine solche Forschungsstrategie wäre nicht nur in theoretischer Hinsicht geboten, sondern entspräche auch der traditionellen Verbundenheit

der Mentalen-Modell-Forschung mit angewandten Fragestellungen, zu denen neben instruktionspsychologischen auch medienpsychologische (z. B. Seel, 1986; Dörr, Seel & Strittmatter, 1986) und software-ergonomische Probleme (z. B. Ackermann & Tauber, 1990; Dutke, 1994) gehören.

Summary

Based on an experiment by Mani and Johnson-Laird (1982), and on its replication by Dutke (1993), this study investigated how time pressure affects the construction of mental models. 57 female and male subjects learned verbal descriptions of spatially arranged objects and had to complete an unexpected recognition test. The subjects were exposed to time pressure either during learning or during recognition. A control group was allowed to work at their own pace in both phases. The results supported the "cross-over-effect" between the representation of the text and the mental model of the described scene reported by Mani and Johnson-Laird (1982), but only when there was time pressure during the recognition test. The distinction between text- and schema-based mental models proposed by Dutke (1993) is also supported, as it was demonstrated that the time requirements were different for constructing text- or schema-based models.

Key words: Text comprehension — spatial knowledge — knowledge representation — schema — mental model

Literatur

- Ackermann, D. & Tauber, M. J. (Eds.). (1990). *Mental models and human-computer interaction — 1*. Amsterdam: North-Holland.
- Brewer, W. F. (1987). Schemas versus mental models in human memory. In P. Morris (Ed.), *Modelling cognition* (pp. 187—197). New York: Wiley.
- 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.
- Dörr, G., Seel, N. & Strittmatter, P. (1986). Mentale Modelle: Alter Wein in neuen Schläuchen. *Unterrichtswissenschaft*, 14, 168—189.
- Dutke, S. (1993). Mentale Modelle beim Erinnern sprachlich beschriebener räumlicher Anordnungen: Zur Interaktion von Gedächtnisschemata und Textpräsentation. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 40, 44—71.
- Dutke, S. (1994). *Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens*. Kognitionspsychologische Grundlagen für die Software-Ergonomie. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie.

- 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.
- 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. & Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Johnson-Laird, P. N., Byrne, R. M. J. & Schaecken, W. (1992). Propositional reasoning by model. *Psychological Review*, 99, 418—439.
- 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. & van Dijk, T. A. (1978). Towards a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363—394.
- Klauer, K. C. (1994). Zur Modelltheorie des aussagenlogischen Schlußfolgers: Zeitliche Faktoren beim Konstruieren und Anwenden mentaler Modelle. *Sprache und Kognition*, 13, 1—25.
- 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.
- Mayer, R. E. (1993). Comprehension of graphics in texts. *Learning and Instruction*, 3, 239—245.
- Perrig, W. & Kintsch, W. (1985). Propositional and situational representations of text. *Journal of Memory and Language*, 24, 503—518.
- 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.
- Schnotz, W. (1988). Textverstehen als Aufbau mentaler Modelle. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 299—330). München: Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. (1993). On the relation of dual coding and mental models in graphics comprehension. *Learning and Instruction*, 3, 247—249.
- 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.