

Treinius, Gerhard; Einsiedler, Wolfgang; Glumpler, Edith
Auswirkungen unterschiedlicher Methoden der Wissensstrukturierung im Unterricht

Unterrichtswissenschaft 16 (1988) 4, S. 69-89



Quellenangabe/ Reference:

Treinius, Gerhard; Einsiedler, Wolfgang; Glumpler, Edith: Auswirkungen unterschiedlicher Methoden der Wissensstrukturierung im Unterricht - In: Unterrichtswissenschaft 16 (1988) 4, S. 69-89 - URN: urn:nbn:de:01111-pedocs-296374 - DOI: 10.25656/01:29637

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:01111-pedocs-296374>

<https://doi.org/10.25656/01:29637>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELIZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung

16. Jahrgang/Heft 4/1988

Thema:

„Neue Medien“ und Sozialisation

Verantwortlicher Herausgeber:

Prof. Dr. Karl Frey und Prof. Dr. Henning Haft

Henning Haft:

Einführung: „Neue Medien“ und Sozialisation —
die Technik rennt, die Forschung humpelt 2

Dieter Geulen:

Der Computer im Alltag als heimlicher Erzieher 7

Dieter Spanhel:

Neue Medien — Zur Bedeutung der neuen Medien für Jugendliche
aus entwicklungs-theoretischer und alltagsweltlicher Sicht 19

Jürgen Lehmann:

Sozio-kulturelle Auswirkungen der individuellen Computernutzung 32

Harm Paschen:

Computerpädagogische Argumente 44

Forschungsberichte:

Gerald A. Straka, Heike Nolte:

Neue Medien und Altenbildung 56

Herbert Schulte:

Mediennutzung, Medienkompetenz und Identität 62

Allgemeiner Teil

Gerhard Treinies, Wolfgang Einsiedler, Edith Glumpler:

Auswirkungen unterschiedlicher Methoden der Wissens-
strukturierung im Unterricht 69

Buchbesprechungen

90

Gerhard Treinies, Wolfgang Einsiedler, Edith Glumpler

Auswirkungen unterschiedlicher Methoden der Wissensstrukturierung im Unterricht

Effects of Different Methods of Knowledge Organization in School Instruction

In einer Experimentalstudie mit parallelisierten Versuchs- und Kontrollgruppen wurden Methoden der Wissensstrukturierung, die aus Theorien der Wissensrepräsentation abgeleitet sind, im Unterricht der 4. Jahrgangsstufe untersucht. Es zeigten sich nicht die erwarteten Haupteffekte für die hierarchische und für die bedeutungsnetzartige Wissensstrukturierung im Vergleich zur Kontrollmethode Lückentext. Aufgedeckt wurde ein kleiner Effekt bezüglich der Dreifachinteraktion KLASSE x LEISTUNGsvoraussetzung der Schüler x METHODE: In einer Klasse profitierten leistungsschwächere Schüler mehr von der hierarchischen Methode, während in einer anderen Klasse die leistungsstärkeren Schüler mehr Nutzen aus der bedeutungsnetzartigen Methode ziehen konnten. Wegen der schmalen Basis dieser differentiellen Methodenwirkung werden jedoch vorwiegend Gründe für das Nichtauftreten der erwarteten Haupteffekte diskutiert; sie dürften hauptsächlich im Umsetzungsprozeß der Theorien der Wissensrepräsentation in die Anwendung von Lernstrategien im Schulunterricht zu suchen sein.

In an experimental study with matched experimental and control groups methods of knowledge organization which are derived from theories of knowledge representation were examined in fourth grade classes. The expected main effects for a hierarchical and for a semantic network method compared with the control method (filling in blanks in a text) didn't occur. We found a small triple interaction effect class x aptitude x method: In one class low achievement pupils had more benefit from the hierarchical method and in another class high achievement pupils performed better in the network condition. However, the empirical foundation of this interaction is rather small. Therefore it is mainly discussed why there are no main effects in the expected direction. Reasons are searched for in the transformation process from theories of knowledge representation to practical learning strategies in school instruction.

1. Problemstellung

Der Hauptunterschied zwischen älteren und neueren Theorien der Wissensrepräsentation besteht darin, daß in den älteren Theorien ein hierarchischer Aufbau des Wissens mit formal-logischen Einordnungen der Einzelbegriffe in Klassenbegriffe angenommen wird, während die neueren Theorien Netzwerke des Wissens postulieren, die weniger durch formale Anordnungen als durch handlungsbezogene Bedeutungskerne gekennzeichnet sind. In den Theorien der hierarchischen Wissensstrukturierung spielt die Kategorisierung durch das Individuum eine bedeutsame Rolle (vgl. zusammenfassend Travers 1975; Bock 1978): Einzelerfahrungen und -begriffe werden in hierarchisch höhere Einheiten

eingeordnet oder in abstrakteren Konzepten zusammengefaßt. In einer Studie von *Underwood* (1964) gaben Versuchspersonen z.B. zufällige Wortlisten in selbst organisierten Kategoriengruppen wieder. *Mandler* (1967) stellte fest, daß die Behaltensleistung mit der Anzahl der vorgegebenen bzw. selbst gefundenen Kategorien ansteigt. *Bower* (1969) konnte die „Chunk-Hypothese“ belegen, wonach die durchschnittliche Erinnerung für Wortblöcke genauso gut ist wie die für Einzelbegriffe. Insgesamt gilt die Theorie der hierarchischen Wissensstrukturierung als gut gesichert (vgl. *Häußler* 1981; *Rost* 1981), wobei als Erklärungsprinzipien Vereinfachung und Generalisierung zur Verringerung des Behaltensaufwandes eingeführt sind. Allerdings ist zu bedenken, daß die Untersuchungen zur Hierarchisierung meist mit Wortlisten und Kategorien relativ einfacher Unter- und Oberbegriffe durchgeführt wurden; andere Wissensformen, z.B. Ursache-Wirkung-Relationen und prozedurales Wissen, wurden kaum einbezogen, wodurch die Gültigkeit dieser Untersuchungen für viele Wissensbereiche in Frage gestellt ist. Eine Sonderstellung innerhalb der älteren Wissenstheorien nimmt der Ansatz von *Ausubel* (1974) ein. Auch nach *Ausubel* ist Wissen hierarchisch organisiert; die Hierarchisierung erfolgt jedoch nicht durch Kategorisierung, sondern durch die „progressive“ Einordnung von Einzelwissen in bedeutungshaltiges, abstrakteres Rahmenwissen. Die ersten Netzwerkdarstellungen der Wissensrepräsentation durch *Quillian* (1969) werden häufig den Theorien semantischer Netzwerke zugeschlagen. Dies ist nicht ganz gerechtfertigt, weil es sich bei diesen Netzwerken noch um formale Unterbegriff-/Oberbegriffbeziehungen handelt, ergänzt um die Angabe von Beschreibungsmerkmalen der Objekte und Kategorien. Die Hierarchien sind fachlichen Lexika vergleichbar; durch Erfahrung konstituiertes Handlungswissen ist mit diesem Ansatz nicht gut abbildbar (*Tergan* 1984, S. 20). Die semantischen Strukturen der neueren Theorien der Wissensrepräsentation sind überwiegend durch Handlungsschemata charakterisiert. Die „Tiefenstrukturen“, die unabhängig von unterschiedlichen „Oberflächenstrukturen“ erinnert werden, sind bedeutungshaltige Kernaussagen (z.B. Akteur-Objekt-Relationen), die auch als Propositionen bezeichnet werden. Unter Propositionen versteht man in Anlehnung an die Kasusgrammatik von *Fillmore* (1968) Aussagen über das Verhältnis von Informationsgrößen, bestehend aus einem Prädikat und den mit ihm semantisch verbundenen Argumenten (vgl. *Ballstaedt* et al. 1981; *Strittmatter/Seel* 1984). Begriffsbildung ist danach nicht eine Abstraktion in Begriffshierarchien, sondern der Aufbau vielfältiger bedeutungshaltiger Beziehungsnetze (*Aebli* 1981, S. 95). *Rumelhart/Norman* (1978, S. 73) führen u.a. als Beleg dafür, daß Wissensstrukturen nicht im Sinne fachlicher Klassifikationen aufgebaut sind, Untersuchungen an, nach denen bestimmte bedeutungshaltige prototypische Relationen schneller abgerufen werden als definitiv-fachliche Relationen.

Die Basis der Wissensrepräsentation durch Netzwerke stellen die erwähnten Propositionen dar. Solche Propositionen sind z.B. kausale Aussagen [Kausalität: weil (einschlagen, Blitz), (brennen, Haus)] oder konditionale Aussagen [Kondition: wenn — dann (fallen, Regen), (wachsen, Pilze)] (*Ballstaedt et al.* 1981, S. 34).

Sachverhalte und Prozeduren lassen sich in Listen von Propositionen aufschlüsseln. Es ist jedoch kaum anzunehmen, daß im Gedächtnis lange Listen von Propositionen gespeichert werden. Vielmehr werden Wissenseinheiten auf der Grundlage von inzidentellen Erfahrungen und systematischen Lernprozessen zu semantischen Netzwerken konstruiert. Diese Netzwerke sind als aktive Systeme zu verstehen: Sie sind beständig an der Extraktion von Bedeutungen beteiligt (*Seel* 1986, S. 388), und sie sind auf Verwendungssituationen hin umformbar, etwa als vergrößernde Schemata oder als „hoch-auflösende“ Einzelinformationen (vgl. *Norman/Rumelhart* 1978, S. 31; *Lindsey/Norman* 1981, S. 305).

Die Kontrastierung von „hierarchisch“ und „semantisch“ ist insofern zu relativieren, als bedeutungshaltige Netzwerke meist Mischformen sind. Sie können auch generische Anteile enthalten (*Lindsey/Norman* 1981, S. 296); das sind Informationen über Klassenrelationen und Eigenschaften. Außerdem sind auch bedeutungshaltige Handlungspläne in Hierarchien aufgebaut (*Aebli* 1980). Als überzeugender empirischer Beleg sowohl für die semantischen Relationen als auch für die hierarchische Verschachtelung des Wissens gilt die Untersuchung von *Gentner* (1978) zum Wissensbereich der Verben des Besitzens, Kaufens, Verkaufens und Tauschens.

Die Annahme von Bedeutungskernen und abstrakten Relationen in semantischen Netzwerken vernachlässigt die bildhaften Repräsentationen. Mit dem Konzept der „mentalen Modelle“ versucht man, die Kombination aus abstrakten Elementen semantischer Netzwerke und aus analog-anschaulichen Repräsentationen in den Griff zu bekommen (vgl. *Johnson-Laird* 1983; *Gentner/Stevens* 1983). Vor allem die Untersuchungen von *Kosslyn* (1975; 1980) unterstützen die Auffassung, daß zumindest bereichsspezifisch Sachverhalte in analoger Form repräsentiert werden, d.h. eine Äquivalenz zwischen den Perzepten und den bildhaften Vorstellungen in der kognitiven Struktur besteht (vgl. *Strittmatter/Seel* 1984 sowie die Untersuchung zur Doppelcodierung von *Seel/Strittmatter* 1984). Modelle mit imaginalen Anteilen dienen nicht nur der Gedächtnisökonomie, sondern haben vor allem auch eine konstruktive Funktion: Sie sind Zugriffsweisen zum Verständnis von Sachverhalten (*Johnson-Laird* 1983, S. 402).

Die Verständniserleichterung durch analoge Vorstellungshilfen kann man in einigen Sachgebieten nachweisen, z.B. wenn Grundschul Kinder zu Längenvergleichen Transitivitätsschlüsse vornehmen sollen (*Bryant* 1974). Bei naturwissenschaftlich-technischen Inhalten, die häufig spontan durch Analogien erschlossen werden, scheint die Einführung korrekter mentaler Modelle besonders wichtig zu sein (vgl. *Gentner/*

Gentner 1983; Dörr/Seel/Strittmatter 1986). Umgekehrt können mentale Modelle in die Irre führen, z.B. wenn Schlußfolgerungen in Form von Syllogismen gezogen oder Aufgaben zu abstrakten Lagebeziehungen bearbeitet werden sollen (Johnson-Laird 1983). Bei der Lösung schwieriger und abstrakter Aufgaben ist nach Johnson-Laird (a.a.O., S. 162) u.U. die Heranziehung propositionaler Repräsentationen hilfreich. Systematische Vergleiche zu Vor- und Nachteilen verschiedener Repräsentationsmodi stehen noch aus, obwohl die theoretischen Vorstellungen über die Rolle der Repräsentationsmodi auf verschiedenen Verarbeitungsstufen relativ weit fortgeschritten sind (vgl. Ballstaedt/Molitor/Mandl 1987, S. 10).

Theorien über Repräsentationsformen des Wissens ermöglichen nicht per se Aussagen über entsprechende Lehr- und Lernstrategien. Die Frage, ob hierarchische Strukturierung oder Anordnung des Wissens in Bedeutungsnetzen auch effektive Lernhilfen sind, bedarf vor allem deswegen einer anwendungsnahen Unterrichtsmethodenforschung, weil u.U. der Aufbau von Wissenshierarchien und Bedeutungsnetzen so stark idiosynkratisch bedingt ist, daß vorgegebene Wissensanordnungen auch hinderlich sein können. Bei hierarchischer Strukturierung scheint dies nicht der Fall zu sein. Bower et al. (1969) konnten mit mehreren Varianten hierarchisch strukturierter Wissensanordnungen jeweils zeigen, daß diese besser behalten wurden als unstrukturiertes Wissen. Dumke (1984) ließ in einer experimentellen Untersuchung Grundschüler biologisches und geographisches Wissen in hierarchisch strukturierter Form lernen; die Versuchsgruppen waren den Kontrollgruppen, die themengleiche Lückentexte ohne Wissenshierarchien bearbeiteten, im unmittelbaren Nachtest und im Test sechs Wochen später überlegen.

Die Anwendungsforschung zu Bedeutungsnetzen stellt sich sehr heterogen dar. Meist wird Lernern in Trainingskursen „Networking“ oder „Mapping“ als Lerntechnik vermittelt. Der Bezug auf Wissensstrukturtheorien ist jedoch häufig nicht gegeben, vor allem fallen die Netzwerk- und Mapping-Strategien sehr unterschiedlich aus (Pflugradt 1985, S. 39). Dansereau et al. (1979) leiteten ihre Netzwerkstrategie aus den Bedeutungsnetztheorien von Quillian (1969) und Norman/Rumelhart (1978) ab. Bei Trainingskursen hatten Studenten, die die Netzwerkstrategie lernten, in einem Text sowohl in der Mitte des Kurses als auch nach dem Kurs höhere Lernzuwachswerte als Studenten ohne Strategietraining. In einer Nachfolgestudie (a.a.O.) profitierten in einem Subtest vor allem die leistungsschwächeren Studenten von der Netzwerkstrategie. Pflugradt (1985) führte eine ähnliche Untersuchung im Rahmen des Mapping-Ansatzes durch und ließ Studenten die Strukturierung von Texten mit Hilfe von Bedeutungsschemata lernen. Dabei zeigten sich Interaktionen mit der Textform (Trainingseffekte nur bei vorab gut organisierten Texten) und mit den kognitiven Voraussetzungen der Studenten (Trainingsgewinne nur bei Studenten mit hohen logischen Fähigkeiten). Armbruster/Anderson (1980) erprobten Mapping mit

Achtkläßlern; dabei war eine Überlegenheit der Versuchsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe beim Behalten einfacher Bedeutungsschemata, nicht jedoch bei schwierigen Beziehungen (kausale Relationen und zusammenfassende Maps) festzustellen.

Für unsere eigene Untersuchung leiteten wir zwei Methoden der Wissensstrukturierung aus den Theorien der Wissensrepräsentation ab. In Anlehnung an die Theorie der hierarchischen Wissensrepräsentation wollten wir ganz ähnlich wie *Bower et al. (1969)* und *Dumke (1984)* die Wirksamkeit einer Methode überprüfen, bei der Schüler Wissen in Hierarchien anordnen.

Entsprechend der Theorie der Wissensstrukturierung in Bedeutungsnetzen entwickelten wir semantische Netzwerke zu einem biologischen Lehrplaninhalt, um zu untersuchen, ob das Ordnen des Wissens in gerüstartig vorgegebenen Bedeutungsnetzen lernerleichternd wirkt. *Häußler (1983, S. 37)* empfiehlt die Vorgabe von Strukturbeziehungen des Wissens, da spontan gebildete Strukturen nicht immer dem zu lernenden Inhalt angemessen seien. Auch *Dansereau et al. (1979)* verweisen auf die Vorteile von „teacher-prepared networks“. Unsere Erprobungsform von Bedeutungsnetzen unterscheidet sich also von den referierten Netzwerk- und Mapping-Trainingsstudien, in denen nicht inhaltliche Netze, sondern Techniken vermittelt wurden. In der Kontrollgruppe setzten wir die Lückentextmethode ein. Da die Anwendungsforschung zur Wissensstrukturierung bisher fast ausschließlich mit älteren Schülern und Studenten durchgeführt wurde, wollten wir die Wirksamkeit der Methoden bei Grundschulern der 4. Jahrgangsstufe überprüfen. Unsere Fragestellungen lauteten somit:

- Wie wirkt sich die Methode der hierarchischen Wissensstrukturierung beim Lernen eines biologischen Inhalts im Grundschulunterricht aus? Aufgrund der theoretischen Ausgangslage erwarten wir eine Überlegenheit der hierarchischen Methode gegenüber der Lückentextmethode.
- Wie wirkt sich die Methode der bedeutungsnetzartigen Wissensstrukturierung aus? Für diese Methode erwarten wir eine Überlegenheit gegenüber der Lückentextmethode sowohl wegen der allgemeinen Annahmen zur semantischen Gedächtnisorganisation als auch insbesondere deshalb, weil in den Netzwerken Bedeutungsschemata biologischen Funktionswissens (vor allem Zweck-Mittel-Schemata) abbildbar sind.
- Zeigen sich spezifische Methodenwirkungen bei längerfristigem Behalten? Vor dem Hintergrund der Funktionen hierarchischer und bedeutungsnetzartiger Wissensstrukturierung im Gedächtnis erwarten wir solche Effekte für die Versuchsmethoden. Auf der Basis einer Meßwiederholung beim Faktor Nachtest lautet somit die Frage: Gibt es eine Interaktion *Struk x Nachtest*?

Des weiteren wollten wir überprüfen, ob der Wissensstrukturierungseffekt in den verschiedenen Klassen unterschiedlich ausfällt. Eine

spezifische Erwartung bezüglich der Interaktion *Klasse x Struk* kann dazu von uns nicht ausformuliert werden. Dennoch erscheint uns eine Beachtung dieser Interaktion bedeutsam, weil im Falle einer angetroffenen signifikanten Wechselwirkung die Aussagekraft signifikanter Haupteffekte u.U. stark eingeschränkt wird.

2. Methode

2.1 Untersuchungsdesign

Zur Prüfung der experimentellen Bedingungen der unabhängigen Variablen Wissensstrukturierung (*Struk*) wurden innerhalb einer Klasse jeweils zwei Experimentalgruppen (hierarchische Strukturierung (*hier*) und bedeutungsnetzartige Strukturierung (*netz*)) sowie eine Kontrollgruppe (Lückentext(*lück*)) gebildet. Damit die Gruppen sich vor der Untersuchung nicht schon in der abhängigen Variablen unterschieden, wurden anhand der Durchschnittsnoten der Fächer Deutsch, Mathematik und Heimat- und Sachkunde in den Klassen Rangplatzblöcke ermittelt. Mit der anschließenden Zufallszuweisung der Ränge innerhalb eines Blockes zu den Treatmentbedingungen fand die Parallelgruppenbildung ihren Abschluß. Von den zwei Behaltensmessungen (*Nachtest*) fand eine am Tag nach der Unterrichtssequenz und eine zweite nach drei Wochen statt. Zwecks Replikation erfolgte die Gesamtuntersuchung in zehn 4. Klassen. Die Datenanordnung kann der Tabelle 1 entnommen werden.

			STRUK					
			hier		netz		lück	
			NACHTEST		NACHTEST		NACHTEST	
			NT1	NT2	NT1	NT2	NT1	NT2
KLASSE 1	RPB 1							
	·							
	RPB i							
	·							
	RPB n ₁							

	·	·	·	·	·	·	·	·
	·	·	·	·	·	·	·	·
	·	·	·	·	·	·	·	·

KLASSE 10	RPB 1							
	·							
	RPB i							
	·							
	RPB n ₁₀							

Tab. 1: Datenanordnung. RPB = Rangplatzblock

Dadurch, daß der experimentelle Versuch in zehn Klassen repliziert wurde, ließ sich nicht nur die systematische Variation, die durch den Replikationsfaktor *Klasse* bedingt ist, aus der Fehlervariation fernhalten, sondern es konnte nun auch der Frage nachgegangen werden, ob der Wissensstrukturierungseffekt in verschiedenen Klassen unterschiedlich ausfällt. Ob Bedingungskonstellationen von Schulklassen auf unterrichtsmethodische Behandlungen Einflüsse ausüben (*Klasse x Struk*), ist im Rahmen der Unterrichtsforschung auch dann von besonderem (explorativ-theoretischem) Gewicht, wenn — wie im vorliegenden Falle — nicht die Überprüfung einer spezifischen Interaktionshypothese intendiert war. Die gegenwärtige Forschungspraxis hat u.W. in diesem Objektbereich dazu noch keine aufschlüssige Befundlage anzubieten.

Die wünschenswerte Eigenschaft gleichgroßer Zellfrequenzen, die bei Varianzanalysen für eine solide Robustheit des Verfahrens gegenüber einigen Voraussetzungsverletzungen bürgen, ist in Untersuchungsplänen unter Einbezug intakter Klassen nur selten zu verwirklichen. Da die Anzahl der Rangplatzblöcke in den Klassen zwischen sechs und zehn variierte, ergaben sich hier natürliche, ungleiche Zellfrequenzen zwischen den Klassen. Um innerhalb der Klassen — und somit auch über alle Klassen hinweg — die Treatmentgruppen gleich groß zu halten, wurden Rangplatzblöcke, die nicht vollständig zu bilden waren, eliminiert. Insgesamt 17 einzelne Fehlwerte in den Blöcken bei der 1. bzw. 2. Nachtestmessung wurden wie folgt geschätzt und in die Auswertung einbezogen (vgl. *Glaser 1978, S. 227*):

$$x_{ij} = \frac{m \left(\sum_j x_{ij} \right) + n \left(\sum_i x_{ij} \right) - \sum_j \sum_i x_{ij}}{(m - 1)(n - 1)}$$

wobei 1. Klammer im Zähler:

Summe aller vorhandenen Maßzahlen der Zeile, der die fehlende Maßzahl angehört,

2. Klammer im Zähler:

Summe aller vorhandenen Maßzahlen der Spalte, der die fehlende Maßzahl angehört, und 3. Klammer im Zähler: Summe aller vorhandenen Maßzahlen.

Fehlten 1 Meßwerte, wurden davon 1-1 frei geschätzt und die 1-te Zahl nach der obenstehenden Formel berechnet. Mit der so berechneten Maßzahl wurde eine andere der zuvor geschätzten Fehlzahlen bestimmt. Das Verfahren wurde so lange fortgeführt, bis alle Berechnungen bis auf vernachlässigbare Differenzen konvergierten.

Die vorstehende Anordnung mit den unabhängigen Variablen *Klasse*, *Struk* und *Nachtest* wird von uns im folgenden wie eine 3-faktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholungen auf den beiden letzten Faktoren

behandelt. Da nur bei gleichgroßen Zellfrequenzen die im additiven Modell der Varianzanalyse geforderte Nichtkonfundierung der Haupteffekte und der Interaktionseffekte gewährleistet ist, haben wir die Auswertung mit Hilfe eines hierarchischen multiplen Regressionsmodells (HMR) vorgenommen, um die für die geordnete Reihenfolge der unabhängigen Variablen spezifischen Anteile der Gesamtvarianzaufklärung in der abhängigen Variablen zu erlangen und diese Beiträge auf Signifikanz zu prüfen (vgl. dazu *Cohen/Cohen* 1983, S. 437 ff.). Zur Bestimmung der Abweichungsquadratsummen und der quadrierten multiplen semipartiellen Korrelationen (R^2 Inkrement) im HMR wurde die Vpn- bzw. Block-Codierung mittels *criterion-scaling* (vgl. dazu *Pedhazur* 1982, S. 559 ff.) herangezogen und in der Programmprozedur *Regression* des Statistikpaketes *SPSS/PC+* verwendet.

Gegenüber Verletzungen der Varianzhomogenitätsannahmen sind Varianzanalysen mit Meßwiederholungen nicht in gleicher Weise robust wie Varianzanalysen ohne Meßwiederholungen. Eine Überprüfung der Varianz-Kovarianz-Matrizen unseres Datensatzes zeigte, daß die Homogenitätsannahmen nicht aufrechterhalten werden können. Hierdurch werden Fehlentscheidungen begünstigt, d.h. die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers 1. Art (α -Fehler) wird größer als das nominelle Signifikanzniveau.

Eine Möglichkeit, dieser erhöhten Fehlerwahrscheinlichkeit zu begegnen, besteht darin, im Anschluß an die normalen Berechnungen konservative F-Tests nach einem Ansatz von *Geisser/Greenhouse* durchzuführen (vgl. *Bortz* 1977, S. 445 ff.). Für konservative F-Tests werden Freiheitsgradkorrekturen in der Art vorgenommen, daß der tabellierte kritische F-Wert größer als der für normale F-Tests wird. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit für eine fälschliche Ablehnung der Nullhypothese ($=\alpha$ -Fehler) verkleinert. Wie *Bortz* (1977, S. 446) ausführt, ist dieser F-Test allerdings sehr konservativ, wenn die Varianz-Kovarianz-Matrix nicht extrem heterogen ist.

Für hierarchische Strukturierungshilfen wurden in der Untersuchung von *Dumke* (1984) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe signifikante Effekte ausgewiesen. Die Effektstärken selbst sind zwar nicht aufgeführt, können jedoch über die angegebenen Zellfrequenzen und die signifikanten F-Werte über die punktbiseriale Korrelation $r_{pb} = \sqrt{F/(F+n_1+n_2-2)}$ geschätzt werden (vgl. dazu *Fricke/Treinies* 1985, S. 111 ff.). Die errechneten r_{pb} -Werte zwischen 0.31 und 0.44 weisen nach Konventionsvorschlägen von *Cohen* (1977, S. 274 ff.) auf mittlere bis große Effekte hin. Bei der Planung unserer Untersuchung dienten diese Werte als Anhaltspunkte für aufzudeckende Effektgrößen des Faktors *Struk* und der Interaktion *Struk x Nachtest*. Die Power zur Aufdeckung mittelgroßer Effekte dieser Faktoren (Inkrement ca. 13 %) lag bei jeweils 0.99 (bei $\alpha=0.05$ und 81 Vpn-Blöcken); entsprechend bestimmt sich der β -Fehler zu $\beta=1-0.99=0.01$ (vgl. dazu *Cohen* 1977, S. 410 ff.; *Cohen/Cohen* 1983, S. 449 ff.).

2.2 Beschreibung der Stichprobe und Durchführung der Untersuchung

An der Untersuchung nahmen zehn Schulklassen der 4. Jahrgangsstufe in neun verschiedenen Grundschulen teil. Nach der Eliminierung unvollständiger Rangplatzblöcke (siehe 2.1) wurden insgesamt 243 Schüler in die Auswertung einbezogen, wobei 17 Fehlwerte in den Behaltensmessungen durch Schätzungen ersetzt wurden (siehe 2.1).

Wegen der Problematik von Lernzuwachswerten und von kovarianzanalytischen Auswertungen wählten wir kein Vortest-Nachtest-Design, sondern führten innerhalb jeder Schulklasse eine Parallelisierung in jeweils zwei Versuchs- und eine Kontrollgruppe herbei. Dazu hatten die Lehrer vorher die Noten der Fächer Deutsch, Mathematik und Heimat- und Sachkunde mitgeteilt. Die Einteilung der Schüler in die Gruppen erfolgte anonymisiert: Jeder Schüler erhielt einen Codenamen, der auf seinem Arbeitsplatz und auf seinen Arbeitsmaterialien aufgeklebt wurde und aus dem die Gruppenzugehörigkeit nicht ersichtlich war.

Thema für die Unterrichtssequenz war „Die Anpassung der Stockente an ihre Umwelt“. Dieses Thema enthält begriffliches Wissen, z. B. Flaumfeder/Deckfeder, sowie biologisches Funktionswissen, z.B. Fett in den Deckfedern führt zu Wasserundurchlässigkeit. Letzterer Wissensbereich schien uns als Erweiterung bisheriger Anwendungsforschung zur Wissensstrukturierung besonders wichtig. Das Thema war zu Beginn des 4. Schuljahres, als die Untersuchung stattfand, noch in keiner Klasse behandelt worden.

Der Lehrstoff wurde auf zwei Unterrichtsstunden verteilt. In der jeweiligen Erarbeitungsphase, die für alle drei Treatmentgruppen gleich war, wurde der Lehrstoff im Lehrer-Schüler-Gespräch vermittelt. Dazu standen in allen Klassen Präparate zur Verfügung. Detaillierte Unterrichtsleitfäden für den Lehrer und vorgefertigte Tafelbilder (Bild- und Wortkarten) sorgten für eine weitgehende Gleichförmigkeit des Unterrichtsverlaufs in allen Klassen. Nach der Erarbeitungsphase begann die eigentliche Experimentalphase: Jeder Schüler erhielt entsprechend seiner Gruppenzugehörigkeit entweder den Materialsatz „hierarchisch“, „Bedeutungsnetz“ oder „Lückentext“. Die Schüler der Versuchsgruppen mußten nun individuell Kärtchen in hierarchische Strukturen bzw. Bedeutungsnetze legen, die auf Arbeitsbogen vorgegeben waren. Die Schüler der Kontrollgruppen füllten ebenfalls individuell mit Hilfe einer Wortliste einen Lückentext aus. Nachdem die Schüler ausreichend Gelegenheit hatten, ihre Lösungen zu durchdenken und zu verbessern, konnten sie abschließend mit einem Lösungsbogen ihre Ergebnisse überprüfen. Die Zeit für die Erarbeitungs- und die Experimentalphase betrug in beiden Unterrichtsstunden jeweils ca. 20 bis 25 Minuten. Mit der Verlegung der Experimental- und Kontrollbedingungen in eine materialgebundene Lern- und Sicherungsphase war die Absicht verbunden, Lehrerprioritäten gegenüber bestimmten Methoden

auszuschalten sowie Lehrerverhalten auch in der Experimentalphase konstant zu halten.

Am 3. Tag wurde der Nachtest zum ersten Mal durchgeführt, drei Wochen später erfolgte die Meßwiederholung. In einer Voruntersuchung hatten wir einen Test zum Thema „Stockente“ entwickelt, auf die üblichen Test-Gütekriterien überprüft und eine Überarbeitung vorgenommen. Der Nachtest enthielt 25 Aufgaben, 11 Aufgaben davon waren vom Multiple-Choice-Typ, in 14 Aufgaben hatten die Schüler selbst Antworten aufzuschreiben. Der Test enthielt etwa gleich viele Fragen zum begrifflichen Wissen und zum biologischen Funktionswissen. In der Hauptuntersuchung verblieben nach der Eliminierung von Aufgaben mit zu geringer Trennschärfe und unangemessenem Schwierigkeitsgrad noch 14 Aufgaben. Dieser bereinigte Nachtest hat eine Reliabilität von $r_{tt} = 0.79$ (Schätzung der internen Konsistenz nach *Cronbach's* α).

3. Ergebnisse

Alle Haupteffekte sowie die Interaktion *Klasse x Struk* und *Klasse x Nachtest* werden in Tabelle 2 als signifikant ausgewiesen. Diese Aussagen gelten auch nach der Durchführung der konservativen F-Tests — mit einer Ausnahme: die Wahrscheinlichkeit für den α -Fehler bezüglich der Signifikanzprüfung des Interaktionsterms *Klasse x Struk* ($p = 0.064$) liegt leicht über dem gesetzten 5%-Niveau. Der erwartete Interaktionseffekt *Struk x Nachtest* blieb aus.

VARIANZQUELLE	df	η^2 Inkrement	SS	df	MS	F	p	FREIHEITSGRADEKORREKTUREN FÜR KONSERVATIVE F-TESTS
BETWEEN SUBJECTS								
KLASSE	h-1			80				
Ypn i. d. Step'n	p-1	.194	786.97	9	87.44	3.45	.002	
	h-p	.443	1798.35	71	25.33			
WITHIN SUBJECTS								
	h(s-1)			405				
STRUK	r-1	.013	52.06	2	26.03	4.49	.013	1 = 1 p = .035
KLASSE x STRUK	(p-1)(r-1)	.050	202.19	18	11.23	1.91	.019	p-1 = 9 p = .064
STRUK x Ypn	(h-p)(r-1)	.206	834.96	142	5.88			h-p = 71
NACHTEST	s-1	.016	64.54	1	64.54	40.34	< .001	1 = 1 p < .001
KLASSE x NACHTEST	(p-1)(s-1)	.012	47.09	9	5.23	3.27	.003	p-1 = 9 p = .003
NACHTEST x Ypn	(h-p)(s-1)	.028	113.84	71	1.60			h-p = 71
STRUK x NACHTEST	(r-1)(s-1)	.000	.18	2	.09			
KLASSE x STRUK x NACHTEST	(p-1)(r-1)(s-1)	.005	21.20	18	1.18	1.20		
STRUK x NACHTEST x Ypn	(h-p)(r-1)(s-1)	.034	139.40	142	.98			
TOTAL	h(s-1)			485				

Tab. 2: Ergebnisse der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholungen auf den Faktoren *Struk* und *Nachtest* nach dem HMR-Modell

Eine Inspektion der Mittelwerte des signifikanten Haupteffekts *Struk* (*hier* = 8.94, *netz* = 8.93, *lück* = 9.63) zeigt, daß die treatmentbedingte Unterschiedlichkeit in der abhängigen Variablen nicht die erwartete Richtung unterstützt. Beim Vorliegen signifikanter Wechselwirkungen sind allerdings die Interpretationsmöglichkeiten der Haupteffekte i.a. stark eingeschränkt. Zur genaueren Beschreibung der Ergebnisse sind daher im vorliegenden Falle insbesondere weitere Analysen des signifikanten Interaktionseffektes *Klasse x Struk* erforderlich.

Aus Anschaulichkeitsgründen haben wir die Zellenmittelwerte des Interaktionseffekts *Klasse x Struk* graphisch dargestellt (vgl. Abb. 1 und Tab. 3a-3c); die Anordnung der Klassen auf der Abszissenachse erfolgte analog der Mittelwertreihe des Haupteffekts *Klasse* — die Abbildung gewinnt hierdurch an Übersichtlichkeit. Der Linienverlauf in Abbildung 1 weist die Interaktion als disordinal aus, so daß eine generelle Aussage über die Wirkung von *Struk* nicht möglich und sinnvoll ist. Um zu differenzierteren Aussagen zu gelangen, ist es daher notwendig, das interaktionale Gefüge aufzuschlüsseln, in dem auf den Stufen des einen Faktors die *einfachen Haupteffekte* des anderen Faktors auf Signifikanz geprüft werden.

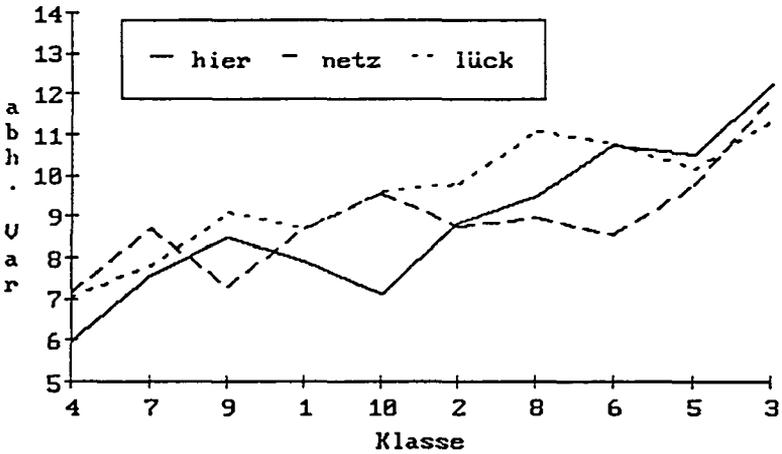


Abb. 1:

Graphische Darstellung des Interaktionseffekts *Klasse x Struk* (Mittelwerte aus Tab. 3a)

	hier	STRUK netz	lück
4	5.95	7.16	7.02
7	7.54	8.70	7.80
9	8.47	7.30	9.09
1	7.91	8.69	8.70
10	7.12	9.56	9.64
2	8.85	8.77	9.82
8	9.49	8.99	11.08
6	10.75	8.56	10.78
5	10.51	9.77	10.15
3	12.23	11.97	11.34

VARIANZQUELLE	SS	df	MS	F	p
STRUK auf KLASSE 1	6.628	2	3.314		
STRUK auf KLASSE 2	13.626	2	6.813	1.22	
STRUK auf KLASSE 3	5.862	2	2.931		
STRUK auf KLASSE 4	12.265	2	6.138	1.10	
STRUK auf KLASSE 5	4.426	2	2.213		
STRUK auf KLASSE 6	64.892	2	32.446	5.83	.004
STRUK auf KLASSE 7	8.827	2	4.414		
STRUK auf KLASSE 8	38.210	2	19.105	3.43	.034
STRUK auf KLASSE 9	26.322	2	13.161	2.36	
STRUK auf KLASSE 10	73.995	2	36.998	6.64	.002
STRUK X Vpn	679.130	122	5.570		

Tab. 3:

a) Zellenmittelwerte

Klasse x Struk

b) Einfache Haupteffekte
von *Struk* auf *Klasse*

c) Multiple Mittelwertvergleiche
(Tukey-Test)

MW-Vergleiche der Stufen von STRUK	STRUK auf KLASSE 6 Differenz	STRUK auf KLASSE 10 Differenz
hier - netz	2.19*	-2.44*
hier - lück	-0.03	-2.52*
netz - lück	2.22	-0.08

$\alpha = .01$; * = sig.

Da zur Bestimmung der einfachen Haupteffekte im Rahmen von Meßwiederholungsplänen nur der Faktor, der mit der Interaktion ein gemeinsames mittleres Fehlerquadrat aufweist, mit der Interaktion kombiniert und reorganisiert werden kann (vgl. Eimer 1978, S. 113f.), ist

die Analyserichtung, ob sich zwischen den Stufen des Faktors *Struk* auf der Ebene einzelner *Klassen* signifikante Mittelwertunterschiede ergeben, vorgegeben. Eine Zusammenstellung der berechneten einfachen Haupteffekte des Faktors *Struk* auf den Stufen des Faktors *Klasse* ist in Tabelle 3b enthalten.

Es ist sinnvoll, die einfachen Haupteffekte von *Struk* jeweils bei $\alpha/10$ zu prüfen, da sich α dann auf die Gesamtheit der Tests der einfachen Haupteffekte bezieht. Andernfalls läge die Wahrscheinlichkeit, bezüglich der Gesamtheit der Tests der einfachen Haupteffekte mindestens einen Fehler 1. Art (bei $\alpha = 0.05$) zu begehen, bei $1 - (1 - \alpha)^{10} = 0.401$ (vgl. *Diehl* 1977, S. 98 ff.). Angewandt auf die Berechnungen in Tabelle 3b zeigt sich, daß lediglich die einfachen Haupteffekte von *Struk* in der *Klasse 6* sowie in der *Klasse 10* ein signifikantes Ergebnis aufweisen. Ein Effekt in *Klasse 8* wird zwar angedeutet, erreicht aber nicht die erforderliche Signifikanzgrenze von $p \leq 0.005$.

In Tabelle 3c haben wir nachfolgend mit Hilfe des Tukey-Tests überprüft, zwischen welchen der drei Mittelwerte von *Struk* jeweils signifikante Differenzen bestehen. Der optische Eindruck in Abbildung 1 wird durch die Resultate unterstützt. In der *Klasse 10* sind die *Struk*-Bedingungen *netz* und *lück* der hierarchischen Wissensstrukturierung überlegen. Für die *Klasse 6* ergibt sich ein gewandeltes Bild. Die Kontrollgruppenbedingung (Lückentext) *lück* behauptet ihren Platz, während *netz* und *hier* ihre Positionen vertauschen; jetzt ist die bedeutungsnetzartige Wissensstrukturierung der hierarchischen unterlegen — vgl. auch das gekreuzte Profil in Abbildung 1.

Mit diesen Ergebnissen wird nun sichtbar, daß zumindest in zwei Klassen spezifische Bedingungskonstellationen einen Einfluß auf den Wissensstrukturierungseffekt ausüben. Im Falle der *Struk*-Bedingungen *hier* und *netz* ist dieser Einfluß in den beiden Klassen genau entgegengesetzt. Da wir nicht wissen, mit welchen Merkmalen der beiden Schulklassen diese differenzierende Einwirkung verbunden ist, können an dieser Stelle keine weitergehenden Interpretationen angeboten werden. Beziehen wir den signifikanten Haupteffekt *Struk* in diese Überlegungen mit ein, dann scheint insgesamt die Aussage möglich, daß sich einzelne Effekte bei *hier* und *netz* über die Klassen hinweg ausgleichen und die Mittelwertunterschiede in der abhängigen Variablen im wesentlichen durch die Kontrollgruppenmethode *lück* bedingt sind. Bezugnehmend auf die Ausführungen zur Power im vorausgegangenen Kapitel schließen wir daher, daß mit einem β -Fehler von 1% mittlere Effekte bezüglich des Faktors *Struk* in der erwarteten Richtung *nicht* vorliegen (zum Schluß auf die Richtigkeit der Nullhypothese vgl. *Bredenkamp* 1975, S. 800 f.). Wie zuvor ausgeführt, diente die explizite Einbindung der unabhängigen Variablen *Klasse* in das Untersuchungsdesign vornehmlich der Fehlervarianzkontrolle: eine Aufblähung der Fehlervarianz wird vermieden und damit zugleich die Wahrscheinlichkeit eines β -Fehlers verringert, ohne die des α -Fehlers zu erhöhen (vgl. dazu *Eimer* 1978,

S.92). Spezielle Interaktionshypothesen unter Einbezug des Faktors *Klasse* lagen nicht im Fragehorizont.

Bei einem spezifischen Anteil von immerhin 5% an der Gesamtvarianzaufklärung für die Interaktion *Klasse x Struk* betrachteten wir es als naheliegend, nach einem weiteren varianzgenerierenden Merkmal zu suchen, das möglicherweise einen zusätzlichen Erklärungsbeitrag für diese Interaktion zu leisten imstande war. Vordringlich erschien uns dabei, zu kontrollieren, ob die vorgenommene Parallelisierung der Treatmentgruppen hinreichend erfolgreich verlaufen war. Das Kriterium für eine erfolgreiche Parallelisierung ist das Ausmaß, in dem die abhängige und die Matching-Variable korrelieren. Für unser Untersuchung betrug diese Korrelation $r = 0.56$ ($p < .001$) und bot somit eine gute Voraussetzung, um ein Design mit gematchten Gruppen zu verwenden; möglicher Spielraum ist allerdings vorhanden. Darüber hinaus ist *Dumkes* Untersuchung (1984, S. 47) der Hinweis zu entnehmen, daß durch die hierarchische Organisation des Lehrstoffes auch die lernschwächeren Schüler profitierten und teilweise sogar das Leistungsniveau der besseren Lerner erreichten, wenn diese die üblichen Strukturierungshilfen erhielten (vgl. auch die positive Wirkung von Mapping bei leistungsstarken Studenten, *Pflugradt* 1985).

Wir haben daher — ex post facto — eine klassenweise Einteilung der Schüler nach *überdurchschnittlichen* und *unterdurchschnittlichen* Leistungen anhand der Durchschnittsnoten (Deutsch, Mathematik, Heimat- und Sachkunde) vorgenommen und diesen dichotomisierten Faktor *Leistung* zusätzlich in das Untersuchungsdesign aufgenommen.

VARIANZQUELLE	df	S ² Intrument	SS	df	MS	F	p	FREIHEITSGRADKORREKTUR FÜR KONSERVATIVE F-TESTS
BETWEEN SUBJECTS								
	N=1				80			
KLASSE	p-1	.194	286.99	9	87.44	6.31	< .001	
LEISTUNG	q-1	.212	861.00	1	861.00	62.11	< .001	
KLASSE X LEISTUNG	(p-1)(q-1)	.023	91.67	9	10.19			
Typ 1 u. 2 typ'n	p-q	.208	816.67	61	13.86			
WITHIN SUBJECTS								
	(Nrs-1)				426			
STRUK	r-1	.013	52.92	2	26.46	4.75	.010	1 = 1 p = .031
KLASSE X STRUK	(p-1)(r-1)	.050	202.21	18	11.23	2.02	.013	p-1 = 9 p = .052
LEISTUNG X STRUK	(q-1)(r-1)	.010	41.00	2	20.50	3.68	.027	q-1 = 1 p = .057
KLASSE X LEISTUNG X STRUK	(p-1)(q-1)(r-1)	.028	114.71	18	6.37	1.14		
STRUK X Typ	(N-pq)(r-1)	.167	679.13	122	5.57			N-pq = 61
NACHTEST								
	n-1				64.54	38.12	< .001	
KLASSE X NACHTEST	(p-1)(n-1)	.012	47.09	9	5.23	3.09	.001	1 = 1 p < .001
LEISTUNG X NACHTEST	(q-1)(n-1)	.001	2.30	1	2.30	1.36		p-1 = 9 p = .004
KLASSE X LEISTUNG X NACHTEST	(p-1)(q-1)(n-1)	.002	8.28	9	.92			
NACHTEST X Typ	(N-pq)(n-1)	.025	103.29	61	1.69			N-pq = 61
STRUK X NACHTEST								
	(r-1)(n-1)				.17	.09		
KLASSE X STRUK X NACHTEST	(p-1)(r-1)(n-1)	.005	21.19	18	1.18	1.12		
LEISTUNG X STRUK X NACHTEST	(q-1)(r-1)(n-1)	.000	1.00	2	.50			
KLASSE X LEISTUNG X STRUK X NACHTEST	(p-1)(q-1)(r-1)(n-1)	.002	9.91	18	.55			
STRUK X NACHTEST X Typ	(N-pq)(r-1)(n-1)	.032	128.37	122	1.05			
TOTAL	Ns-1							

Tab. 4: Ergebnisse der vierfaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholungen auf den Faktoren *Struk* und *Nachtest* nach dem HMR-Modell

Aufgrund der geringeren Kontrolle über die unabhängigen Variablen dieser Datenanalyse besitzen die nachfolgenden Auswertungsschritte vornehmlich explorativen Charakter. Die Ergebnisse der erneuten Berechnungen sind in Tabelle 4 enthalten.

Besonders aufschlußreich im ersten within-subject-Block der Tabelle 4 sind die Abweichungsquadratsummen für die Interaktionsterme *Leistung x Struk* und *Klasse x Leistung x Struk*, die nun aus der Fehlerquadratsumme *Struk x Vpn* ausgegliedert werden. Die Interaktion *Leistung x Struk* wird dabei als signifikant ausgewiesen ($p=0.027$ bzw. $p=.057$ für den konservativen F-Test). Zur anschaulichen weiteren Aufschlüsselung dieses Effekts vergleiche Abbildung 2 sowie die Tabelle 5a-c.

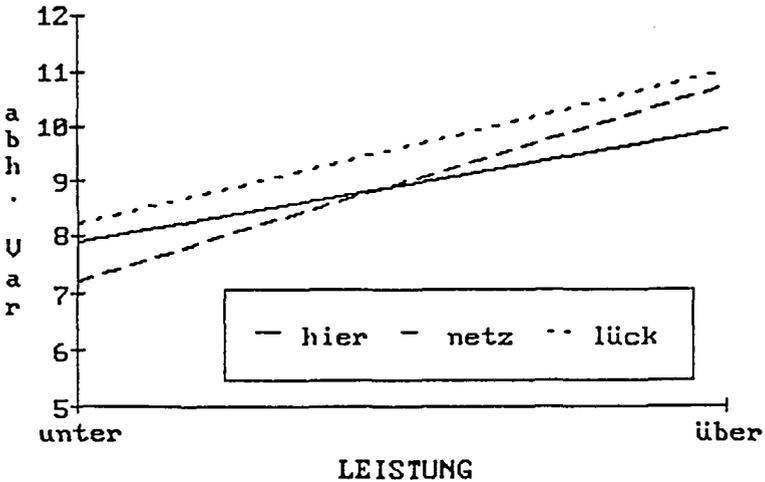


Abb. 2: Graphische Darstellung des Interaktionseffekts *Leistung x Struk* (Mittelwerte aus Tab. 5a)

L E I S T U N G	S T R U K		
	hier	netz	lück
unter	7.90	7.20	8.22
über	9.94	10.70	11.01

VARIANZQUELLE	SS	df	MS	F	p
STRUK auf LEISTUNG -	44.489	2	22.244	3.99	.020
STRUK auf LEISTUNG +	49.188	2	24.594	4.415	.014
STRUK x Vpn	679.130	122	5.570		

MV-Vergleiche der Stufen von STRUK	STRUK auf LEISTUNG unterdurchschnittl. Differenz	STRUK auf LEISTUNG überdurchschnittl. Differenz
hier - netz	0.70	-0.76
hier - lück	-0.32	-1.07
netz - lück	-1.02	-0.31

* = .025; ** = sig.

Tab. 5:

- a) Zellenmittelwerte *Leistung x Struk*
- b) Einfache Haupteffekte von *Struk auf Leistung*
- c) Multiple Mittelwertvergleiche (Tukey-Test)

Wichtiger erscheint allerdings die 3-fach-Interaktion *Klasse x Leistung x Struk*, die mit 2,8% zusätzlicher Gesamtvarianzaufklärung ein höheres Inkrement als *Leistung x Struk* aufzuweisen hat und u.U. die beiden 2-fach-Interaktionen *Klasse x Struk* sowie *Leistung x Struk* in neuem Lichte hervortreten läßt. Für diese 3-fach-Interaktion wird zwar keine

statistische Signifikanz angezeigt — die Power zur Aufdeckung eines *mittleren* Effekts liegt hier lediglich bei 0.75 und verringert sich für kleine Effekte bei den vorhandenen Randbedingungen noch entsprechend —, dennoch verdient dieser bedeutsame kleine Effekt aus theoretischer Sicht eine nähere Betrachtung.

Die nachfolgende Analyserichtung war von unserer Fragestellung her vorgezeichnet, d.h. wir waren daran interessiert, ob die Interaktion *Klasse x Struk* auf den Stufen von *Leistung* — *unterdurchschnittlich* und *überdurchschnittlich* — unterschiedlich ist. Dies führte zur Prüfung der sogenannten *einfachen Interaktionseffekte*. Die Mittelwertprofile für die einfachen Interaktionseffekte sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt; alle dazugehörigen Berechnungen können in den Tabellen 6b-c und 7b-c aufgesucht werden.

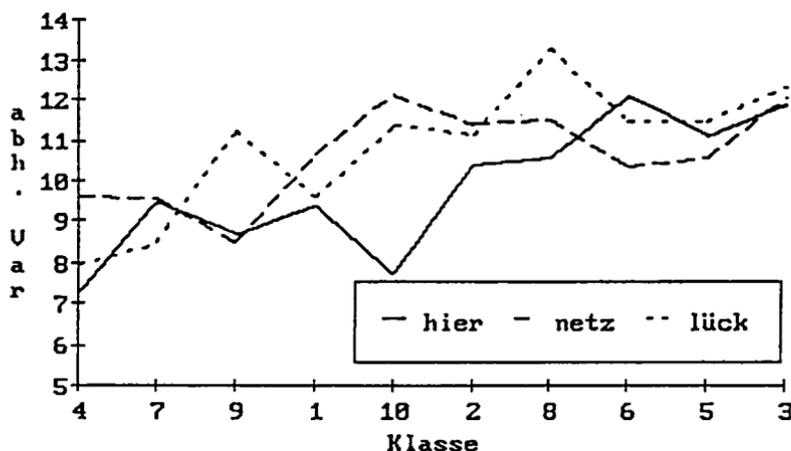


Abb. 3: Graphische Darstellung des einfachen Interaktionseffekts *Klasse x Struk* auf *Leistungsstufe: überdurchschnittlich* (Mittelwerte aus Tab. 6a)

Für die Interaktion *Klasse x Struk* wird auf der Stufe *überdurchschnittlich* ($p=0.035$) deutlicher als auf der Stufe *unterdurchschnittlich* ($p=0.081$) des Faktors *Leistung* angezeigt, daß jeweils von Interaktionseffekten auszugehen ist (vgl. Tab. 6b und 7b). Die Unterschiedlichkeit der Interaktion *Klasse x Struk* auf den beiden *Leistungsstufen* wird in den Abbildungen 3 und 4 erst bei genauerem Hinsehen augenfällig.

Bei der sich anschließenden Aufschlüsselung der *Einfacheffekte* (simple main effects; zur Begrifflichkeit vgl. Diehl 1977, S. 200) bemühten wir uns festzustellen, ob sich z.B. bei den *überdurchschnittlichen* Schülern in der *Klasse i* signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den drei *Strukturierungsbedingungen* ergeben. Erwies sich ein *Einfacheffekt* als signifikant, wurde mittels Tukey-Test geprüft, zwischen welchen Mittelwerten eine signifikante Differenz besteht. Die analytische Vorgehensweise auf der *Leistungsstufe unterdurchschnittlich* war analog. Zusammenstellungen aller Berechnungen befinden sich in den Tabellen 6b-c und 7b-c.

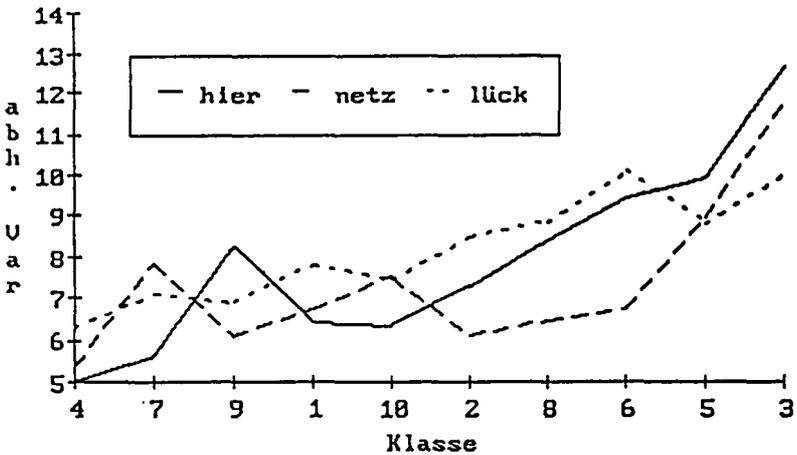


Abb.4: Graphische Darstellung des einfachen Interaktionseffekts Klasse x Struk auf Leistungstufe: unterdurchschnittlich (Mittelwerte aus Tab. 7a)

	STRUK		
	hier	netz	lück
4	7.22	9.59	7.97
7	9.45	9.56	8.47
K 9	8.68	8.50	11.25
L 1	9.38	10.65	9.58
A 10	7.72	12.12	11.38
S 2	10.40	11.42	11.17
S 8	10.59	11.50	13.31
E 6	12.08	10.36	11.48
5	11.13	10.60	11.48
3	11.90	12.09	12.32

Tab. 6:

Leistung: überdurchschnittlich

a) Zellenmittelwerte

Klasse x Struk

b) Einfacher Interaktionseffekt Klasse x Struk und Einfacheffekte

c) Multiple Mittelwertvergleiche (Tukey-Test) bezüglich der Einfacheffekte

LEISTUNG: überdurchschnittlich					
VARIANZQUELLE	SS	df	MS	F	p
KLASSE X STRUK	178.471	18	9.915	1.78	.035
STRUK auf KLASSE 1	7.455	2	3.728		
STRUK auf KLASSE 2	5.605	2	2.803		
STRUK auf KLASSE 3	.712	2	.356		
STRUK auf KLASSE 4	17.549	2	8.774	1.58	
STRUK auf KLASSE 5	3.157	2	1.579		
STRUK auf KLASSE 6	15.150	2	7.575	1.36	
STRUK auf KLASSE 7	4.307	2	2.154		
STRUK auf KLASSE 8	30.668	2	15.334	2.75	.066
STRUK auf KLASSE 9	37.966	2	18.983	3.41	.035
STRUK auf KLASSE 10	104.933	2	52.466	9.42	<.001
STRUK X Vpn	679.130	122	5.570		

MW-Vergleiche der Stufen von STRUK	STRUK auf KLASSE 10 Differenz
hier - netz	-4.40*
hier - lück	-3.36*
netz - lück	0.74

α = .001; * = sig.

	STRUK		
	hier	netz	lück
4	5.00	5.34	6.31
7	5.64	7.83	7.12
K 9	8.27	6.10	6.92
L 1	6.44	6.75	7.83
A 10	6.37	7.52	7.44
S 2	7.30	6.12	8.47
S 8	8.40	6.48	8.86
E 6	9.42	6.75	10.07
5	9.90	8.94	8.81
3	12.67	11.81	10.03

Tab. 7:

Leistung: unterdurchschnittlich

a) Zellenmittelwerte

Klasse x Struk

b) Einfacher Interaktionseffekt Klasse x Struk und Einfacheffekte

c) Multiple Mittelwertvergleiche (Tukey-Test) bezüglich der Einfacheffekte

LEISTUNG: unterdurchschnittlich					
VARIANZQUELLE	SS	df	MS	F	p
KLASSE X STRUK	156.538	18	8.697	1.56	.081
STRUK auf KLASSE 1	8.642	2	4.321		
STRUK auf KLASSE 2	27.637	2	13.818	2.48	
STRUK auf KLASSE 3	21.726	2	10.863	1.95	
STRUK auf KLASSE 4	7.444	2	3.722		
STRUK auf KLASSE 5	5.611	2	2.806		
STRUK auf KLASSE 6	61.861	2	30.930	5.55	.005
STRUK auf KLASSE 7	15.099	2	7.549	1.36	
STRUK auf KLASSE 8	25.481	2	12.740	2.29	
STRUK auf KLASSE 9	19.190	2	9.595	1.72	
STRUK auf KLASSE 10	6.963	2	3.482		
STRUK X Vpn	679.130	122	5.570		

MW-Vergleiche der Stufen von STRUK	STRUK auf KLASSE 6 Differenz
hier - netz	2.67*
hier - lück	-0.65
netz - lück	-3.32*

α = .001; * = sig.

Folgt man den Signifikanzangaben in den angeführten Tabellen, dann stellt sich heraus, daß — wie schon weiter vorn diskutiert — letztlich allein die Klassen 6 und 10 für die Interaktionseffekte verantwortlich zeichnen. Einige angedeuteten Tendenzen in anderen Klassen erreichen nicht die gesetzte Signifikanzschränke von $p=0.005$. Auf dieser Auswertungsstufe tritt nun allerdings für beide Klassen differentielles Wissen hinzu.

Für die Klasse 6 ist erkennbar, daß zu den signifikanten Mittelwertunterschieden zwischen den *Struk*-Bedingungen nur die *unter*durchschnittlichen Lerner beitragen. Die lernschwächeren Schüler profitieren in dieser Klasse signifikant mehr von Wissenssicherungsphasen im Unterricht, wenn diese im herkömmlichen (*lück*) oder *hierarchischen* Sinne organisiert sind (vgl. Tab. 7b-c); für die leistungsstarken Schüler mußte die Nullhypothese beibehalten werden. Der nach *Dumke* (1984, S. 48) wichtigste Befund, „daß auch leistungsschwächere Schüler deutliche Lerngewinne aus der hierarchischen Organisation ziehen konnten“, wird hiermit nur teilweise unterstützt, da dort der Unterschied zur Kontrollgruppe (Lückentext) angesprochen wird.

Die signifikanten Mittelwertdifferenzen in der *Klasse* 10 dagegen treten nur bei den *über*durchschnittlichen Schülern zutage. Hier profitieren die leistungsstärkeren Schüler in höherem Maße und vergleichbarer Größenordnung von den bedeutungsnetzartigen und Kontrollgruppenbedingungen (*lück*) (vgl. Tab. 6b-c). Der weiter vorn diskutierte disordinale *Klasse x Struk*-Effekt ließ sich also mit Hilfe des Faktors *Leistung* deutlich spezifizieren. Betrachtet man allerdings den nicht erwartungskonformen Haupteffekt und die Tatsache, daß die Dreifachwechselwirkung nur auf zwei Klassen zurückzuführen ist, können weitreichende theoretische und präskriptive Schlußfolgerungen noch nicht gezogen werden. Eher deuten die Ergebnisse darauf hin, daß bei einer Nachfolgeuntersuchung u.a. Erhebungen zu Klassenmerkmalen erforderlich sein werden.

4. Diskussion der Ergebnisse

Unsere Hauptannahmen zur erhöhten Wirksamkeit einer hierarchischen und einer bedeutungsnetzartigen Wissensstrukturierung im Vergleich zu einer traditionellen Lückentextmethode ließen sich nicht bestätigen. Auch beim längerfristigen Behalten kam es nicht zu den erwarteten Methodenwirkungen. Es zeigte sich, daß insbesondere die Einbeziehung der unabhängigen (Kontroll-) Variablen Klasse in das Untersuchungsdesign ihre Berechtigung hatte; denn der Grad der konditionalen Beziehung zwischen den Methoden der Wissensstrukturierung und der Behaltensleistung erwies sich als von der Klassenzugehörigkeit abhängig. Bei zusätzlichen Analysen fanden wir eine interessante und theoretisch weiterführende Dreifachinteraktion zwischen Schulklasse, Leistungsvor-

aussetzungen der Schüler und Methoden der Wissensstrukturierung: In einer Klasse führte die *hierarchische Methode* zu höheren Behaltensleistungen bei den *leistungsschwachen* Schülern, in einer Klasse hatten die *leistungsstarken* Schüler höhere Werte im Behaltenstest bei der *bedeutungsnetzartigen Methode* (mit jeweils vergleichbar hohen Werten für die Lückentextmethode). Wenngleich dieses Ergebnis nicht überinterpretiert werden sollte, kann eine gewisse Analogie zu ähnlichen Befunden festgestellt werden: *Dumke* (1984) fand ebenfalls Vorteile für die leistungsschwachen Schüler im Gefolge einer hierarchischen Methode (allerdings im Gegensatz zu einer geringeren Effektivität der Lückentextmethode). *Pflugradt* (1985) kam nach einem mehrstündigen Training in Bedeutungsnetztechniken mit Studenten zu dem Ergebnis, daß vor allem leistungsstarke Studenten von dieser Methode profitieren. Die Resultate von *Dansereau et al.* (1979) lassen sich in diese Befundlage nur schwer einordnen: In einem von zwei Subtests verbesserten leistungsschwache Studenten ihre Behaltenswerte nach dem Netzwerktraining. Dazu muß man jedoch bedenken, daß ein wesentlicher Teil des „Networking“ bei *Dansereau et al.* in Anlehnung an *Quillian* (1969) ein hierarchisches Strukturieren war (vgl. *Tergan* 1984, S. 72); außerdem war bei dieser Forschergruppe das Strukturierungstraining in umfangreiches Motivations- und Konzentrationstraining eingebettet, das sich über mehrere Wochen hinzog.

Für das Nichtauftreten der erwarteten Methodenhaupteffekte sind wahrscheinlich Bedingungen bei der Versuchsanlage mitverantwortlich. So umfaßte unsere Untersuchung nur zwei Unterrichtsstunden. Wir orientierten uns dabei an der Studie von *Dumke* (1984), die aus nur einer experimentell variierten Unterrichtsstunde bestand; allerdings wurde in der Experimentalphase bei *Dumke* die hierarchische Wissensstruktur mehrfach im Lehrer-Schüler-Gespräch durchgearbeitet und gelernt.

Die in unserer Untersuchung relativ gleichförmig gehaltenen Erarbeitungsphasen waren nach den didaktischen Prinzipien einer effektiven Gestaltung von Grundschulunterricht u.a. mit Unterrichtsmitteln (z.B. Präparaten), gezielten Arbeitsaufträgen und übersichtlichen Tafelbildern aufbereitet. Wir vermuten, daß sich diese Unterrichtsgestaltung so stark auf die Gedächtnisorganisation der Schüler auswirkte, daß sich die nur auf die Sicherungsphase des Unterrichts über die Anbindung an standardisierte Medien begrenzten Effektmöglichkeiten der Treatments nicht hinreichend stabilisieren konnten.

Schließlich war die Methode Lückentext im Gegensatz zu den Versuchsmethoden den Schülern vertraut; es wäre u.U. günstig gewesen, die neuen Methoden hierarchisch und Bedeutungsnetz gesondert einzuführen.

Aus theoretischer Perspektive kann das Ergebnis unserer Untersuchung bedeuten, daß aus diagnostischen Ansätzen zur Wissensstrukturierung nicht unbedingt präskriptive Folgerungen für die Entwicklung von Lernstrategien im Schulunterricht abzuleiten sind. Individuelle

Wissensstrukturen dürften in hohem Maße idiosynkratisch organisiert sein (*Tergan* 1984, S. 166), d.h. zu einem Themenkomplex können Individuen aufgrund subjektiver Erfahrungen und Verarbeitungsmethoden sehr unterschiedliche Wissensstrukturen aufgebaut haben, die nomothetisch nicht erfassbar sind. Die Vorgabe einer vom Lehrer konstruierten hierarchischen oder bedeutungsnetzartigen Wissensstruktur ist u.U. *seinem* individuellen Zugriff zum Thema angemessen, nicht aber dem einer Vielzahl von *anderen* Lernern.

Während in diagnostischen Ansätzen zur Wissensstrukturierung überwiegend ausdifferenzierte Hierarchien und Bedeutungsnetze analysiert werden, untersucht man in *Wissenserwerbstheorien* verschiedene Stufen der Qualität und Elaboriertheit von Wissensstrukturen. *Mandl/Friedrich/Hron* (1987) referieren z.B. die Stufenmodelle (a) episodische, (b) kategoriale, (c) hypothetische Wissensrepräsentation und für Physik (a) prototypische Erfahrungen, (b) Ursachen-Annahmen, (c) naive physikalische Theorien, (d) Expertenwissen. Danach können Anfänger meist nur „Oberflächenwissen“ zu einem Thema bewältigen, und erst fortgeschrittene Lerner erfassen kausales Wissen und abstrakte Relationen (*Mandler* 1983). Es ist denkbar, daß vor allem unsere Methode Bedeutungsnetz für einen Großteil der 9-/10jährigen Schüler zu schwierig, weil zu abstrakt war. Im wesentlichen mußten Zweck-Mittel-Relationen verstanden werden (z.B. Schnabel-Merkmale der Ente ermöglichen Gründeln). Dieser Wissenstyp ähnelt Kausalrelationen, mit denen bei *Armbruster/Anderson* (1980) auch noch ältere Schüler Schwierigkeiten hatten.

Bei Anfängern sind die Wissensrepräsentationen eher mentale Modelle, d.h. sie sind stark mit visuellen Vorstellungsbildern angereichert (*Mandl/Friedrich/Hron* 1987, S. 37). Erst später wird Wissen propositional, d.h. mit Bedeutungskernen ohne imaginale Hilfen, repräsentiert. Die „Mischrepräsentation“ in Form mentaler Modelle dürfte für die Anfangsabschnitte von Lehrgängen und für die ersten Schulstufen überhaupt didaktisch und methodisch höchst bedeutsam sein. In unserer Untersuchung waren die Bedeutungsnetze vermutlich zu wenig am Konzept der mentalen Modelle orientiert. Bei der Darstellung des Wissens und vor allem der Zweck-Mittel-Relationen auf den Bedeutungsnetzbogen hätten Vorstellungselemente (z.B. eine Schnabel-Darstellung oder ein Bild vom Gründeln) hilfreich sein können (vgl. auch die stufenspezifische Effektivität einer Codierung Bild-Text-Bild bei Grundschulern in der Arbeit von *Seel/Strittmatter* 1984).

Die aufgedeckten Wechselwirkungen veranlassen uns, in einer Folgestudie die Abhängigkeitsverhältnisse zwischen Klasse, Leistungsvoraussetzungen der Schüler und Methoden der Wissensstrukturierung besser zu fundieren. Die Absicherung der gefundenen Vorteile der beiden Versuchsmethoden für unterschiedliche Schülergruppen wäre weiterführend sowohl für die Stufentheorien des Wissenserwerbs als auch für die Didaktik. Bei weiteren Untersuchungen sollen die Schüler in die für sie

neuen Methoden schrittweise eingeführt und die Bedeutungsnetzdarstellungen deutlicher im Sinne mentaler Modelle (abstrakte Relationen kombiniert mit imaginalen Hilfen) gestaltet werden.

Literatur

- AEBLI, H.: Denken: Das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Klett-Cotta, Stuttgart 1980.
- AEBLI, H.: Denken: Das Ordnen des Tuns. Band II: Denkprozesse. Klett-Cotta, Stuttgart 1981.
- ARMBRUSTER, B.B. & ANDERSON, Th.H.: The effect of mapping on free recall of expository text. Center for the Study of Reading, University of Illinois. Urbana, Ill. 1980.
- AUSUBEL, D.P.: Psychologie des Unterrichts. Band I und II. Beltz, Weinheim 1974.
- BALLSTAEDT, St.-P. et al.: Texte verstehen, Texte gestalten. Urban & Schwarzenberg, München 1981.
- BALLSTAEDT, St.-P., MOLITOR, S. & MANDL, H.: Wissen aus Text und Bild. Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen. Tübingen 1987.
- BOCK, M.: Wort-, Satz-, Textverarbeitung. Kohlhammer, Stuttgart 1978.
- BORTZ, J.: Lehrbuch der Statistik. Für Sozialwissenschaftler. Springer, Berlin 1977.
- BOWER, G.H.: Chunks as inference units in free recall. In: Journal of Verbal Learning and Behavior 8 (1969), 610-613.
- BOWER, G.H. et al.: Hierarchical retrieval schemes in recall of categorized word lists. In: Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 8 (1969), 323-343.
- BREDENKAMP, J.: Varianzanalytische und regressionsanalytische Verfahren in der Curriculumevaluation. In: Frey, K. (Hrsg.): Curriculum-Handbuch. Bd. II. Piper, München 1975, 786-822.
- BRYANT, P.: Perception and understanding in young children. Basic, New York 1974.
- COHEN, J.: Statistical power analysis for the behavioral sciences. Academic Press, New York 1977.
- COHEN, J. & COHEN, P.: Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences. Erlbaum, Hillsdale, N.J. 1983.
- DANSEREAU, D.F. et al.: Evaluation of a learning strategy system. In: O'Neil, H.F. & Spielberger, Ch. D. (Hrsg.): Cognitive and affective learning strategies. Academic Press, New York 1979, 3-43.
- DIEHL, J.M.: Varianzanalyse. Fachbuchhandlung für Psychologie, Frankfurt 1977.
- DÖRR, G., Seel, N.M. & Strittmatter, P.: Mentale Modelle: Alter Wein in neuen Schläuchen? In: Unterrichtswissenschaft 14 (1986), 168-189.
- DUMKE, D.: Die hierarchische Strukturierung von Unterrichtsinhalten als Lernhilfe in der Grundschule. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht 31 (1984), 43-49.
- EIMER, E.: Varianzanalyse. Kohlhammer, Stuttgart 1978.
- FILLMORE, C.J.: The case for case. In: Bach, E. & Harms, R.T. (Hrsg.): Universals in linguistic theory. Holt, Rinehart & Winston, New York 1968, 1-88.
- FRICKE, R. & TREINIES, G.: Einführung in die Metaanalyse. Huber, Bern 1985.
- GENTNER, D.: Der experimentelle Nachweis der psychologischen Realität semantischer Komponenten: Die Verben des Besitzes. In: Norman, D.A. & Rumelhart, D.E. (Hrsg.): Strukturen des Wissens. Klett-Cotta, Stuttgart 1978, 213-247.
- GENTNER, D. & GENTNER, D.R.: Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In: Gentner, D. & Stevens, A. (Hrsg.): Mental models. Erlbaum, Hillsdale, N.J. 1983, 99-129.
- GENTNER, D. & STEVENS, A. (Hrsg.): Mental models. Erlbaum, Hillsdale, N.J. 1983.
- GLASER, W.R.: Varianzanalyse. Fischer, Stuttgart 1978.

- HÄUSSLER, P.: Denken und Lernen Jugendlicher beim Erkennen funktionaler Beziehungen. Huber, Bern 1981.
- HÄUSSLER, P.: Wie sich physikalisches Wissen im Gedächtnis des Lernenden verändert. In: Lernzielorientierter Unterricht o.Jg. (1983), 3, 27-37.
- JOHNSON-LAIRD, P.N.: Mental models. Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness. University Press, Cambridge 1983.
- KOSSLYN, St.M.: Information representation in visual images. In: Cognitive Psychology 7 (1975), 341-370.
- KOSSLYN, St.M.: Image and mind. University Press, Harvard 1980.
- LINDSEY, P.H. & NORMAN, D.A.: Einführung in die Psychologie. Informationsaufnahme und -verarbeitung beim Menschen. Springer, Berlin 1981.
- MANDL, H., FRIEDRICH, H.F. & HRON, A.: Theoretische Ansätze zum Wissenserwerb. Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen. Tübingen 1987.
- MANDLER, G.: Organized recall: Individual functions. In: Psychonomic Science 13 (1967), 235-236.
- MANDLER, J.M.: Structural invariants in development. In: Liben, L.S. (Hrsg.): Piaget and the foundations of knowledge. Erlbaum, Hillsdale, N.J. 1983.
- NORMAN, D.A. & RUMELHART, D.E.: Gedächtnis und Wissen. In: Norman, D.A. & Rumelhart, D.E. (Hrsg.): Strukturen des Wissens. Klett-Cotta, Stuttgart 1978, 21-47.
- PEDHAZUR, E.J.: Multiple regression in behavioral research. Explanation and prediction. Holt, Rinehart & Winston, New York 1982.
- PFLUGRADT, N.: Förderung des Textverstehens und Behaltens von Textinformation durch „Mapping“. Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen. Tübingen 1985.
- QUILLIAN, M.R.: The teachable language comprehender. In: Communications of the Association for Computing Machinery 12 (1969), 459-476.
- ROST, J.: Gedächtnispsychologische Grundlagen naturwissenschaftlichen Wissens. Beltz, Weinheim 1981.
- RUMELHART, D.E. & NORMAN, D.A.: Das aktive strukturelle Netz. In: Norman, D.A. & Rumelhart, D.E. (Hrsg.): Strukturen des Wissens. Klett-Cotta, Stuttgart 1978, 51-77.
- SEEL, N.M.: Wissenserwerb durch Medien und „mentale Modelle“. In: Unterrichtswissenschaft 14 (1986), 384-401.
- SEEL, N.M. & STRITTMATTER, P.: Strategien zum Erwerb geographischen Wissens und bildhafter räumlicher Vorstellungen. In: Unterrichtswissenschaft 12 (1984), 32-47.
- STRITTMATTER, P. & SEEL, N.M.: Externe und interne Medien: Konzepte der Medienforschung. In: Unterrichtswissenschaft 12 (1984), 2-17.
- TERGAN, S.-O.: Diagnose von Wissensstrukturen. Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen. Tübingen 1984.
- TRAVERS, R.M.W.: Grundlagen des Lernens. Oldenbourg, München 1975.
- UNDERWOOD, B.J.: The representativeness of rote verbal learning. In: Melton, A.W. (Hrsg.): Categories of human learning. Academic Press, New York 1964, 47-78.

Anschrift der Autoren:

Dr. Edith Glumpler, Prof. Dr. Wolfgang Einsiedler, Dr. Gerhard Treinies,
 Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Grundschulforschung,
 Regensburger Straße 160, D-8500 Nürnberg 30.