

Seel, Norbert M.; Strittmatter, Peter

## Strategien zum Erwerb geographischen Wissens und bildhafter räumlicher Vorstellungen

*Unterrichtswissenschaft 12 (1984) 1, S. 32-47*



Quellenangabe/ Reference:

Seel, Norbert M.; Strittmatter, Peter: Strategien zum Erwerb geographischen Wissens und bildhafter räumlicher Vorstellungen - In: Unterrichtswissenschaft 12 (1984) 1, S. 32-47 - URN: urn:nbn:de:01111-pedocs-295340 - DOI: 10.25656/01:29534

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:01111-pedocs-295340>

<https://doi.org/10.25656/01:29534>

in Kooperation mit / in cooperation with:

# BELTZ 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](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Digitalisiert

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

## Strategien zum Erwerb geographischen Wissens und bildhafter räumlicher Vorstellungen\*

In der vorliegenden Studie wurden vor dem Hintergrund der Theorien zur mentalen Repräsentation Annahmen zu entwicklungsbedingten Unterschieden der Verarbeitung und Abspeicherung topographischer Informationen überprüft. Zugleich wurden die Effekte unterschiedlicher Präsentationsmodi (ikonisch vs. sprachlich vs. ikonisch/sprachlich) sowie die Annahme einer Kongruenz zwischen Encodierungs- und Abrufmodus experimentell untersucht. Die Ergebnisse des Experimentes bestätigen die Hypothese entwicklungsbedingter Unterschiede in der Fähigkeit, geographische Information adäquat zu verarbeiten sowie die Wirksamkeit einer Kongruenz zwischen Präsentations- und Reproduktionmodus. Gleichfalls stützen die Befunde die Doppelcodierungstheorie, die von einer Überlegenheit einer Präsentation in zwei unterschiedlichen, sich ergänzenden Modi (Codes) ausgeht, und widerlegen die Hypothese, welche die Wirksamkeit einer Lehrstrategie annimmt, bei der die Rezipienten die Informationen von einer Modalität in eine andere transformieren. Insgesamt konnte die kognitionstheoretisch und didaktisch bedeutsame Funktion visueller Vorstellungen für den Erwerb geographischen Wissens nachgewiesen werden.

### Strategies for the acquisition of geographical knowledge and spatial images

This study examines various assumptions concerning developmental differences in processing and storing topographic information on the basis of theories of mental representations. At the same time it experimentally tests the effects of different presentation modi (iconic vs. verbal vs. iconic/verbal) as well as the assumption of a congruence between the encoding and recalling modi. The results of this experiment confirm the hypothesis of developmental differences concerning the ability to adequately process geographical information as well as the effectiveness of a congruence between the presentation and reproduction modi. The results also support the theory of double coding, which assumes the superiority of a presentation in two different, complementing modi (codes); they disprove the hypothesis which assumes the effectiveness of a teaching strategy in which the recipients transform information from one modality into another. On the whole it was possible to prove that visual images have an important function in the acquisition of geographical knowledge from the viewpoint of both cognition theory and didactics.

## 1. Allgemeine Problemstellung

Beschreiben Sie einem unbekanntem Autofahrer den Weg von der Universität zum Hauptbahnhof! Dieses Beispiel verdeutlicht eines von vielen Problemen des Alltags, die *räumliche Kognitionen* erfordern. Dabei wird unter „räumlicher Kognition“ verstanden, wie Personen Wissen über ihre räumliche Umgebung erwerben und mental repräsentieren. Würde man o.g. Aufgabe mehreren Personen stellen und deren Antworten auswerten, dann ließe dies folgende Erkenntnisse zu:

---

\* Wir danken *Manuela Born, Gabi Hampe* und *Dirk Mauel* für die Mitarbeit bei der Durchführung und Auswertung des Experimentes. Eine Langfassung mit detaillierten statistischen Angaben kann von den Autoren angefordert werden.

- Personen haben verschiedene Typen räumlichen Wissens, das sie aus unterschiedlichen Quellen erworben haben (z.B. verbale Beschreibungen, Landkarten, Handlungserfahrungen, Fotografien etc.).
- In Abhängigkeit von diesem Wissen benutzen Personen unterschiedliche Verfahren, um räumliche Beziehungen zu erschließen und mitzuteilen.
- Die Genauigkeit einer räumlichen Beurteilung oder Mitteilung ist abhängig sowohl von der Genauigkeit des zugrundeliegenden Wissens als auch von den darauf vollzogenen kognitiven Operationen.

Das Problem der räumlichen Kognitionen hat vielfältige Forschungsaktivitäten ausgelöst; zum Beispiel sind zahlreiche Studien zu der Fragestellung durchgeführt worden, wie Wissen über räumliche Beziehungen auf der Basis von Aktionssequenzen zustandekommt (vgl. *Herman & Siegel* 1978; *Herman et al.* 1982 a; *Lindberg & Gärling* 1982). Nach *Thorndyke & Hayes-Roth* (1982) können die bisherigen Ergebnisse der Forschung allgemein folgendermaßen skizziert werden: Qualität und Quantität des räumlichen Wissens hängen mit der wachsenden Vertrautheit mit der Umgebung zusammen, wobei diese Vertrautheit wiederum abhängig ist von der kognitiven Entwicklung der Person. Die Entwicklung räumlichen Wissens wird allgemein in Anlehnung an *Piaget* (z. B. *Piaget et al.* 1975) als qualitative Veränderung der mentalen Repräsentation von Raum in abstraktere, kartenähnliche Vorstellungen interpretiert (vgl. *Allen et al.* 1979; *Curtis et al.* 1981; *Stevens & Coupe* 1978).

*Thorndyke & Hayes-Roth* (1982) unterscheiden je nach der Art des Wissenserwerbs räumlicher Beziehungen in „procedural descriptions“, wenn das Wissen auf konkreten Handlungen basiert, und in „survey knowledge“ für das Wissen topographischer Eigenschaften. Aufgrund der Forschungsergebnisse von *Hintzman et al.* (1981), *Thorndyke* (1981) und *Tversky* (1981) ist zu schlußfolgern, daß die topographischen Eigenschaften a) die Lage von Objekten im Raum relativ zu einem fixierten Koordinatensystem, b) die globalen Formen von Landmerkmalen (z. B. Seen, Straßen) und c) die zwischen den Objekten bestehenden Euklidischen Distanzen erfassen. Solche Informationen sind nicht aufgrund unmittelbarer Erfahrung verfügbar; sie erfordern eine Vermittlung durch spezifische Medien. Topographisches Wissen wird in der Regel durch den Umgang mit *Karten* erworben und dann zur Bildung routinemäßiger geographischer Raumbeurteilungen und für geographische Entscheidungen verwendet.

Forschungsergebnisse legen die Annahme nahe, daß Personen Karten lernen und entsprechende Informationen erinnern können, indem sie *visuelle Vorstellungen* (d. s. Vorstellungsbilder) benutzen (*Kosslyn et al.* 1978; *Thorndyke & Stasz* 1980). Vorstellungsbilder werden demnach für das Erschließen oder Beurteilen räumlicher Beziehungen verwendet; zugleich werden an Vorstellungsbildern zahlreiche mentale Operationen vollzogen (vgl. *Kosslyn* 1980), die zu einer Elaboration räumlicher Kognitionen führen.

Mentale Operationen räumlicher Art basieren dieser theoretischen Auffassung nach auf einer imaginären Repräsentation, die einer physikalischen Karte *analog* ist. *Thorndyke & Hayes-Roth* (1982) bei-

spielsweise gehen grundlegend von einer Isomorphie zwischen mentaler Repräsentation einer Karte und der physikalischen Karte aus; d. h. die durch eine Karte dargebotenen geographischen Lagebeziehungen werden holistisch gespeichert und stehen als visuelle Vorstellungen zum Abrufen (d. h. als „inneres Bild“ der wahrgenommenen Karte) bereit.

Dieser Theorie steht die Auffassung jener Gedächtnispsychologen gegenüber, die davon ausgehen, daß jedes Wissen im Gedächtnis in einer abstrakten, amodalen Form gespeichert wird (vgl. *Pylyshyn* 1981). Hier sind Vorstellungsbilder lediglich Regenerierungen von Wahrnehmungserlebnissen auf der Basis abstrakter mentaler Vorstellungen (*Norman & Rumelhart* 1978) und stellen Rekonstruktionen des Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnisses dar.

Im Zusammenhang mit der Modalität mentaler Repräsentationen ist besonders auf die Doppelcodierungshypothese von *Paivio* zu verweisen, die von zwei eigenständigen, aber aufeinander bezogenen Repräsentationssystemen (ikonisch vs. abstrakt/amodal) ausgeht. Diese Auffassung ist für Kartenlernen deshalb relevant, weil hier neben ikonischen Informationen stets auch sprachliche vermittelt werden. Wenn aber tatsächlich eine Isomorphie zwischen Wahrnehmung und Vorstellung besteht, wie dies z. B. von *Thorndyke & Hayes-Roth* behauptet wird, dann müssen auch die in Karten enthaltenen Sprachinformationen entsprechend (nämlich propositional bzw. linguistisch) verarbeitet werden.

Unabhängig von der Grundsatzfrage, ob im Langzeitgedächtnis tatsächlich wenigstens zwei eigenständige Repräsentationssysteme existieren (vgl. *Paivio* 1971; 1978), ist allgemein davon auszugehen, daß Personen Vorstellungsbilder aus dem Gedächtnis abrufen oder regenerieren können, um neue Informationen in bestehende Strukturen zu integrieren. Übereinstimmend wird in der Gedächtnispsychologie davon ausgegangen, daß mentale Repräsentationen immer als von Wahrnehmungsgegebenheiten abstrahierte Vorstellungen aufzufassen sind. Auf diesen werden zahlreiche Operationen ausgeführt, die das Individuum zu ständigen Veränderungen der Vorstellungen veranlassen (vgl. *Anderson* 1980; *Kosslyn* 1980). *Anderson* (1978, 1980) betont, daß zwischen den (multiplen) Repräsentationssystemen stets Isomorphiebeziehungen bestehen, d. h., daß derselbe Sachverhalt sowohl ikonisch als auch propositional gespeichert sein kann; ein Vorstellungsbild kann danach immer in ein propositionales Netzwerk transformiert werden und umgekehrt. Aus dieser Transformation entsteht dann ein „integrierter“ oder „multipler“ Code, der in dieser (kombinierten) Weise im Langzeitgedächtnis gespeichert wird und für spätere Wahrnehmungsprozesse oder mentale Operationen verfügbar ist.

Die meisten vorliegenden Theorien zur visuellen Vorstellung gehen übereinstimmend davon aus, daß die mentale Repräsentation eine Analogie der Wahrnehmungen darstellt, interpretiert durch bereits vorhandene kognitive Strukturen. Wenn dies tatsächlich zutrifft, kommt den externen Medien (z. B. Karten) eine entscheidende Bedeutung zu, denn diese können eine bevorzugte Methode der internen Repräsentation „kultivieren“: der Lernende speichert die Informationen in der Art ab, in der ihm das Stimulusmaterial präsentiert wird, und erspart sich dadurch möglicherweise zusätzliche mentale Transformationen (i. S. von *Anderson* 1978). Hierfür gibt es experimentelle Belege: *Cohen et al.* (1980) konnten demonstrieren, daß das Gedächtnis von Kindern für Raumbeziehungen deutlich durch die Art determiniert wird, wie beispielsweise Distanzinformationen encodiert und abgerufen werden. Danach ist von einer Kongruenz zwischen Encodierungs- und Abrufmodus auszugehen, wobei allerdings entwicklungsbedingte Unterschiede (z. B. zwischen 8- und 12-jährigen Kindern) zu berücksichtigen sind (vgl. auch die Befunde von *Cohen et al.* 1979; *Siegel et al.* 1979). Dem entsprechen die experimentellen

Befunde von *Mani & Johnson-Laird* (1982), nach denen unterschiedliche Encodierungen zu verschiedenartigen mentalen Vorstellungen führen, die wiederum die Leichtigkeit und Effizienz des Abrufens von Detailinformationen bestimmen: Propositionale Repräsentationen sind danach zwar relativ schwierig zu lernen, entsprechen aber weitgehend, d.h. recht genau den in der Darbietung beschriebenen Sätzen; dagegen sind „mentale Modelle“ (d.s. Vorstellungsbilder) relativ leicht zu erinnern, speichern aber linguistische Details und Einzelobjekte nur unzureichend ab und korrespondieren stark mit den wahrgenommenen räumlichen Anordnungen. Grundsätzlich sind auch hier entwicklungsbedingte Unterschiede zu beobachten, die auf die alterskorrelierte Zunahme der Fähigkeit zurückgehen, räumliche Informationen adäquat im Arbeitsgedächtnis zu verarbeiten (vgl. *Herman et al.* 1982b).

Wenn man von der aufgezeigten Kongruenz zwischen Encodierungs- und Abrufmodus ausgeht, müßte eine Informationsdarbietung in zwei Modi (z.B. ikonisch und sprachlich) im Sinne der Doppelcodierungshypothese zu einem größeren Behaltenseffekt führen, sofern beide Darbietungsmodi sich gegenseitig ergänzen (vgl. *Peeck* 1978). Andererseits lassen u. a. die Befunde der Experimente von *Duncan et al.* (1982) die Schlußfolgerung zu, daß mit fortschreitender kognitiver Entwicklung eine zunehmende Interdependenz des imaginalen und propositionalen Repräsentationssystems resultiert. Danach sind Personen ab einem bestimmten Zeitpunkt ihrer kognitiven Entwicklung (der in der Grundschulzeit liegt) in der Lage, die in einem Modus dargebotenen Informationen in einen anderen umzucodieren. In diesem Zusammenhang finden wir die Annahme von *Mühlen-Achs* (1978) relevant, nach der die Übertragung der Information von einer Modalität in eine andere aufgrund der damit verbundenen Wiederholungen und Reorganisationen grundsätzlich eine effektive Verfahrensweise zum Erwerb von Wissen darstellt (vgl. hierzu auch *Craik & Tulving* 1975).

## 2. Fragestellungen und Hypothesen

Vor dem Hintergrund der Theorien zur mentalen Repräsentation (insbesondere der Doppelcodierungshypothese) wollten wir unterschiedliche Prozeduren des Erwerbs geographischen Wissens in ihrer Behaltenswirksamkeit empirisch untersuchen. Im Zentrum stand dabei die Kontrolle entwicklungsbedingter Unterschiede. Uns interessierte nicht so sehr die Grundsatzfrage nach der Modalität mentaler Repräsentationen; vielmehr wollten wir wissen, ob ikonisch und sprachlich dargebotene geographische Informationen i.S. der Doppelcodierungshypothese gleichermaßen effektiv gespeichert und abgerufen werden können, als wenn die Personen Umcodierungen von einem Darbietungsmodus in den anderen vollziehen. Zugleich wollten wir die verschiedentlich demonstrierte Kongruenz zwischen Encodierungs- und Abruf- bzw. Reproduktionsmodus überprüfen. Hieraus wurden folgende Hypothesen abgeleitet, wobei wir die Lerneffektivität definierten als (a) die Schnelligkeit der Umcodierung bzw. des Wissenserwerbs bei der Doppelcodierung,

(b) die Schnelligkeit der Reproduktion und (c) die Anzahl und Genauigkeit der reproduzierten Informationen.

- Geographische Informationen, die von einem Darbietungsmodus in einen anderen (ikonisch-sprachlich bzw. sprachlich-ikonisch) umcodiert werden und dadurch zu selbstgenerierten Repräsentationen führen, werden aufgrund der damit verbundenen Wiederholungen effektiver verarbeitet, als wenn sie doppelcodiert dargeboten werden.
- Entsprechen sich die Modi der Präsentation bzw. der vollzogenen Umcodierung und der geforderten Reproduktion, werden die Leistungen der Vpn aufgrund der Kongruenz zwischen Encodierungs- und Abrufmodus besser sein, als wenn sich diese Modi nicht entsprechen.
- Wegen der verschiedentlich nachgewiesenen alterskorrelierten Zunahme der Fähigkeit, räumliche und geographische Informationen adäquat zu verarbeiten, werden mit zunehmendem Alter Leistungsverbesserungen in der Reproduktion geographischer Informationen auftreten.

### 3. Methode der Untersuchung

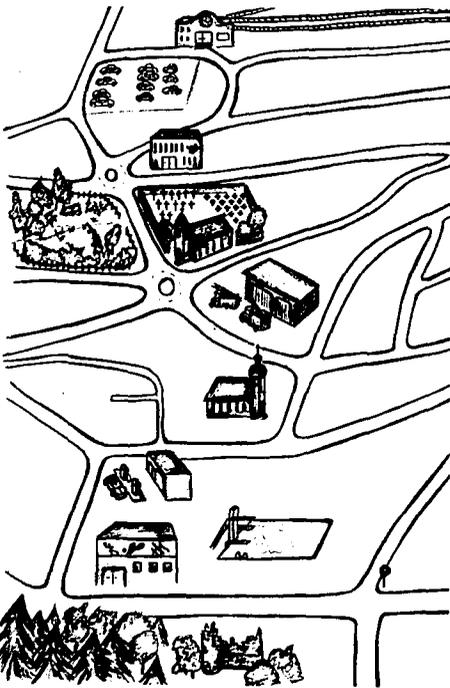


Abbildung 1

*Versuchsmaterial und Versuchspersonen.* Das Versuchsmaterial bestand zum einen aus einer „Karte“, die bei Weglassung sprachlicher Kennzeichnungen nur mittels ikonischer Informationen den Weg von einem festgelegten Standort zu einem Ziel beschrieb.

Diese geographische Beschreibung wurde zum anderen mit sprachlichen Mitteln geleistet; zum Beispiel lauteten die Informationen: „1. Fahr’ bis zur nächsten Kreuzung und biege’ dort links ab. 2. Wenn du auf dieser Straße weiterfährst, siehst du auf der linken Seite eine Burgruine und kurz danach einen kleinen Wald. Direkt gegenüber befindet sich eine Sporthalle ...“. Insgesamt wurden 11 bzw. 12 solcher Sätze dargeboten.

Zur Überprüfung der entwicklungspsychologisch begründeten Annahmen

wurden Vpn aus den Bereichen *Grundschule* (4. Schuljahr), *Realschule* (9. Schuljahr) und *Universität* (Lehramtsstudenten und Studierende der Erziehungs-

wissenschaft) ausgewählt. Die Festlegung auf diese Klassenstufe der Grundschule erfolgte mit Rücksicht auf die empirisch belegte Tatsache, daß während der Grundschulzeit nur wenig Veränderungen in der Genauigkeit perzeptueller Kategorisierung auftreten (vgl. hierzu *Curtis et al.* 1981). An dem Experiment nahmen 61 Grundschüler, 66 Realschüler und 139 Studenten (jeweils beiderlei Geschlechts) teil.

*Versuchsplan.* Dem Experiment lag ein varianzanalytisches Design mit den Faktoren „Präsentationsbedingungen“ „Entwicklungsstand/Alter“ und „Geschlecht“ zugrunde. Die „Präsentationsbedingungen“ wurden für jede Entwicklungs- bzw. Altersstufe folgendermaßen variiert:

Behandlung	Präsentation & Umcodierung		Reproduktion
1.	BILD	TEXT	TEXT
2.	TEXT	BILD	BILD
3.	BILD	TEXT	BILD
4.	TEXT	BILD	TEXT
5.	BILD & TEXT	—	BILD
6.	BILD & TEXT	—	TEXT

Für die studentischen Versuchsgruppen wurden weiterhin die Kontrollbedingungen  $K_1$  (BILD – keine Umcodierung – BILD) und  $K_2$  (TEXT – keine Umcodierung – TEXT) realisiert.

Die Vpn der drei Entwicklungs- bzw. Altersgruppen wurden diesen Präsentationsbedingungen zufällig zugeteilt, wobei auf vergleichbare Zellenbesetzungen geachtet wurde. Wie bereits erwähnt, wurde die notwendige Zeit für den Erwerb des geographischen Wissens kontrolliert; als abhängige Variablen wurden festgestellt: (a) die erforderliche Zeit für die Reproduktion, (b) Anzahl und Qualität der reproduzierten geographischen Elemente.

*Versuchsdurchführung.* Das Versuchsmaterial wurde den Vpn entsprechend dem o.g. Design in fotokopierter Form (DIN-A-4) ausgehändigt; in den ersten vier Präsentationsbedingungen wurde sodann der Auftrag zur Umcodierung von einem Darbietungsmodus in den anderen erteilt. Die hierfür erforderliche Zeit wurde auf maximal 20 Minuten begrenzt. Nach dieser „Lernphase“ fand Unterricht von etwa 70 Minuten Dauer statt. Im Anschluß daran erhielten die Vpn den Auftrag, ihr gespeichertes geographisches Wissen (entsprechend den Festlegungen durch den Versuchsplan) zu reproduzieren, wobei die hierfür erforderliche Zeit wiederum auf 20 Minuten begrenzt wurde.

#### 4. Ergebnisse

(a) *Lernphase: Schnelligkeit der Umcodierung bzw. des Wissenserwerbs (bei der Doppelcodierung).* Für die Variable „Schnelligkeit des Wissenserwerbs“ erbrachte die Varianzanalyse signifikante Hauptef-

fekte für den Faktor *Entwicklung* (bzw. Alter) ( $F = 19.567$ ) und den signifikanten Interaktionseffekt *Behandlung*  $\times$  *Entwicklung* ( $F = 6.295$ ). Die unterschiedlichen Präsentations- und Umcodierungsbedingungen (d. i. der Faktor „Behandlung“) hatten für die erforderliche Lernzeit somit keine Bedeutung: im Durchschnitt benötigte eine Vpn für die Bearbeitung der gestellten Aufgabe etwa 10 Minuten; lediglich in der Kontrollbedingung  $K_1$  benötigten die Vpn im Durchschnitt 5.18 Minuten. Zum Teil dürfte dies darauf zurückgehen, daß hier eine Umcodierung nicht erforderlich war; zum Teil spiegelt sich hier aber auch der Effekt des Faktors *Entwicklung* wider, denn die studentischen Vpn benötigten über alle Behandlungsbedingungen die wenigste Lernzeit (Grundschüler:  $X_{LZ} = 12.51$  bei  $s^2 = 21.543$ ; Realschüler:  $X_{LZ} = 13.3$  bei  $s^2 = 12.813$ ; Studenten:  $X_{LZ} = 6.28$  bei  $s^2 = 5.26$ ). Der Mittelwertunterschied zwischen Grundschulern und Studenten erwies sich mit  $|u| = 12.67$  und der zwischen Realschülern und studentischen Vpn mit  $|u| = 16.83$  als statistisch signifikant. Dieser Haupteffekt kam auch partiell in der signifikanten Interaktion zur Geltung, insofern in allen Umcodierungsbedingungen die soeben aufgezeigten Unterschiede deutlich wurden; bei den Bedingungen der Doppelcodierung (Bedingung 5 und 6) zeigten die Grundschüler und Studenten ähnliche Lernzeiten, während die Realschüler signifikant mehr Zeit benötigten, um das geographische Wissen zu erwerben. Dies kann mit hoher Wahrscheinlichkeit als Charakteristikum der einbezogenen Versuchsgruppen beurteilt werden und ist auf solche Bedingungen zurückführbar, die experimentell nicht kontrolliert wurden.

*Qualität des Wissenserwerbs.* Die in der Lernzeit erforderten Umcodierungen wurden quantitativ und qualitativ kontrolliert, um zu Aussagen über die Leichtigkeit bzw. Schwierigkeit des Wissenserwerbs zu gelangen. Dazu wurden – wie später bei den Reproduktionsleistungen – die Umcodierungen nach folgenden Aspekten analysiert:

- Anzahl aller (relevanten und redundanten) geographischen Beschreibungselemente,
- Anzahl der richtigen relevanten Beschreibungselemente (d. s. die notwendigen und hinreichenden Elemente der Wegbeschreibung),
- Anzahl aller (relevanten und redundanten) Beschreibungselemente, die objektiv falsch sind, und
- Anzahl aller falschen relevanten Elemente der Wegbeschreibung.

Für diese vier Kriterien wurde jeweils eine Varianzanalyse berechnet. Übereinstimmend resultierte ein statistisch signifikanter Haupteffekt der Faktoren *Behandlung* und *Entwicklung* für jedes Kriterium; darüber hinaus erwies sich bei dem ersten Kriterium die Interaktion zwischen diesen beiden Faktoren als signifikant.

Es zeigte sich im einzelnen, daß die Leistungen der Behandlungsgruppen 2 und 4 quantitativ und qualitativ denen der Behandlungsgruppen 1 und 3 überlegen waren. Danach bewirkte die Aufgabenstellung einer Umcodierung von „Text“ zu „Bild/Karte“, daß signifikant mehr Beschreibungselemente (relevante und redundante) produziert wurden als bei der Umcodierung von „Bild/Karte“ zu „Text“.

Zugleich verhielten sich die Befunde für die „falschen“ Beschreibungselemente stets invers zu denen der Richtiglösungen: Je mehr (relevante und redundante) Beschreibungselemente richtig produziert bzw. umcodiert wurden, desto weniger falsche Beschreibungselemente resultierten. Auch hierdurch wird belegt, daß die Umcodierung vom „Text“ zur „Karte“ den Vpn leichter fiel und zugleich zu besserem Wissenserwerb führte.

Ebenso eindeutig äußerten sich auch die Haupteffekte des Faktors *Entwicklung*: Für die vier Kriterien der Detailanalyse resultierte stets, daß die studentischen Vpn die meisten (relevanten und redundanten) Beschreibungselemente mit den wenigsten Fehlern produzierten. Die Leistungen der Realschüler waren dabei in jedem Falle vergleichbar (d. h. nicht-signifikant verschieden), während die Grundschüler in statistisch signifikanter Weise weniger richtige (relevante und redundante) Beschreibungselemente und mehr falsche produzierten.

Da dieses Ergebnis über alle Behandlungsgruppen festzustellen war, konnte die Interaktion als eindeutig ordinal klassifiziert werden.

(b) *Reproduktionsphase. Schnelligkeit der Reproduktion.* Die Varianzanalyse erbrachte statistisch signifikante Haupteffekte für die Faktoren *Behandlung* (d. s. die unterschiedlichen Präsentations- und Umcodierungsbedingungen lt. Versuchsplan) ( $F = 14.25$  bei  $df_1 = 184$  und  $df_2 = 5$ ) und *Entwicklung/Alter* ( $F = 28.06$  bei  $df_1 = 184$  und  $df_2 = 2$ ); die Interaktion zwischen diesen beiden Faktoren verpaßte nur knapp das Kriterium statistischer Signifikanz. Die Reproduktion der Informationen in „Bild-Format“ erforderte dann am wenigsten Zeit, wenn zuvor eine Umcodierung geleistet worden war (Behandlungsgruppen 2 und 3); im Falle der Behandlung 5 blieb dieser Effekt infolge fehlender Vorerfahrung beim Wissenserwerb aus. Bestand die Reproduktionsleistung in einem „Text“, resultierten vergleichbare Bearbeitungszeiten (vgl. die Behandlungen 1, 4, 6 und  $K_2$ ). Die Befunde der Kontrollgruppe  $K_1$  gehen auf Besonderheiten der studentischen Stichprobe zurück. Für den Faktor *Entwicklung* ergab sich

eine eindeutige Überlegenheit der studentischen Vpn gegenüber den Grund- und Realschülern (GS/U:  $|u| = 10.22 > u\alpha$ ; RS/U:  $|u| = 6.17 > u\alpha$ ), die sich wiederum signifikant unterschieden ( $|u| = 3.7 > u\alpha$ ).

**Qualität der Reproduktionsleistungen.** Bei den Reproduktionsleistungen wurde wie beim Wissenserwerb unterschieden in die vier genannten Kriterien, welche die Qualität und Quantität der Leistungen spezifizieren sollten. Für jedes Kriterium wurde eine Varianzanalyse berechnet, nachdem geprüft worden war, daß Kovarianzanalysen wegen des Ausbleibens entsprechender Regressionen zwischen Wissenserwerb und Reproduktion nicht notwendig waren. Übereinstimmend resultierten bei jeder Varianzanalyse Haupteffekte der Faktoren *Behandlung* und *Entwicklung* sowie der Interaktionseffekt zwischen diesen beiden Faktoren. Die übrigen Interaktionen zwischen den Faktoren genügten nicht dem Kriterium ausreichender statistischer Signifikanz. Für das erste Kriterium (d. i. „Anzahl aller richtigen Beschreibungselemente“) zeigte der Faktor *Behandlung* ( $F = 11.35$ ) einen signifikanten Haupteffekt.

Den geringsten Effekt erzielte die Behandlung 1 (B-T-T) und den größten die Behandlung 5 (Doppelcodierung -B), die sich nicht signifikant von der Gruppe  $K_1$  unterschied. Abgesehen von der Behandlung 2 (T-B-B) erwiesen sich gerade die Behandlungen als besonders behaltenswirksam, die eine ikonische Reproduktion im Testteil erforderlich machten (d. s. die Behandlungen 3, 5 und  $K_1$ ). Dies wird auch bei einem Vergleich der Behandlungen 1 und 3 deutlich: Während beim Wissenserwerb (d. h. bei der Umcodierung vom „Bild“ zum „Text“) die Vpn der Behandlungsgruppe 1 tendenziell besser abschnitten als die der Gruppe 3 (bei derselben Aufgabenstellung), resultierte bei der Reproduktion eine signifikante Differenz zwischen beiden Gruppen zugunsten der Behandlung 3 (mit deren Reproduktion in „Bild“-Format). Der signifikante Unterschied der Behandlung 2 ist vermutlich auf die Präsentationsbedingung („Text“) mit der anschließenden Umcodierung („Bild“) zurückzuführen: ein Vergleich mit Behandlung 4 zeigt nicht nur einen entsprechenden Mittelwert der Reproduktionsleistung, sondern auch ein vergleichbares „Abfallen“ der Leistung gegenüber dem Wissenserwerb. Daraus ist abzuleiten, daß diese Behandlung unabhängig von der Art der geforderten Reproduktion zu qualitativ schlechterer Encodierung der geographischen Informationen führte. Dagegen können die miteinander vergleichbaren Resultate der Behandlungen 4, 6 und  $K_2$  auf die geforderte Reproduktionsmodalität zurückgeführt werden: Die Reproduktion der geographischen Beschreibungselemente in Textformat erwies sich als vergleichsweise homogen und der Reproduktion in Bildformat durchgängig als unterlegen, sieht man einmal von dem bereits beschriebenen Sonderfall der Behandlung 2 ab. Zusammenfassend können die Behandlungseffekte folgendermaßen skizziert werden:

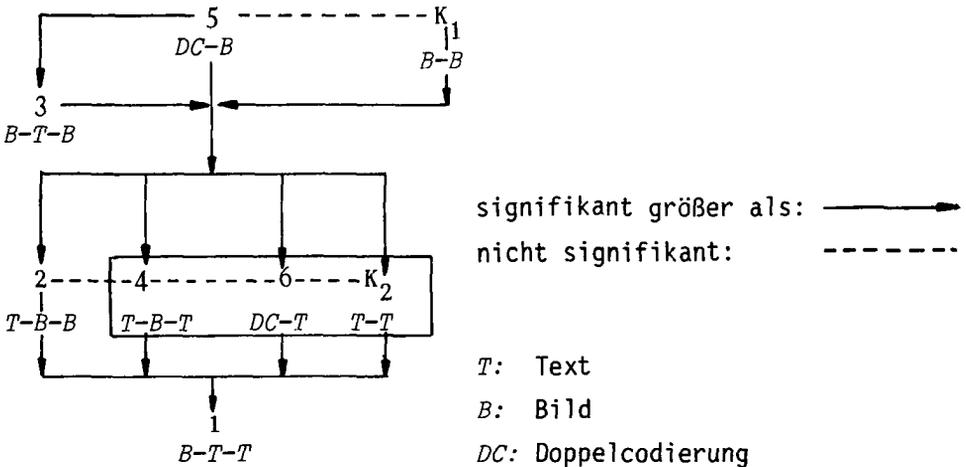


Abbildung 2

Der Haupteffekt des Faktors *Entwicklung* ( $F = 20.93$  bei  $df_1 = 184$  und  $df_2 = 2$ ) zeigte im einzelnen, daß die Realschüler die beste durchschnittliche Reproduktionsleistung erbracht hatten ( $X = 27.83$ ,  $s^2 = 26.56$ ); ihnen folgten die studentischen Vpn ( $X = 24.22$ ,  $s^2 = 58.22$ ), und die Grundschüler schnitten am schlechtesten ab ( $X = 18.74$ ,  $s^2 = 49.83$ ). Die Differenzen der Mittelwerte erwiesen sich in allen Fällen als statistisch signifikant (GS/RS:  $|u| = 3.35$ ).

Auffallend war, daß die Reproduktionsleistungen der Grund- und Realschüler über den Werten beim Wissenserwerb lagen, was auf einen zwischenzeitlichen Lerneffekt schließen läßt, während die studentischen Vpn beim Reproduktionstest signifikant weniger Beschreibungselemente als beim Wissenserwerb wiedergaben.

Diese Unterschiede drückten sich auch in der Interaktion *Behandlung*  $\times$  *Entwicklung* aus ( $F = 6.18$ ).

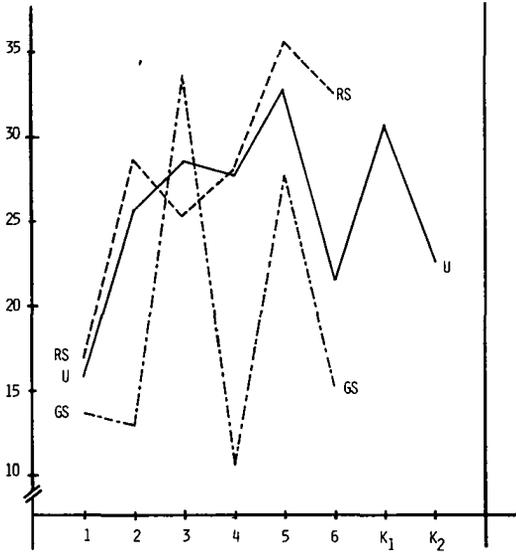


Abbildung 3

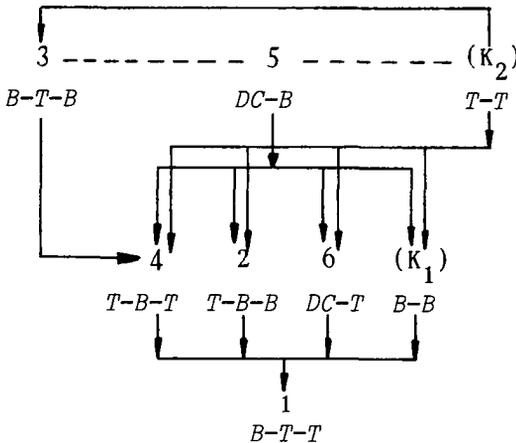


Abbildung 4

gegenüber den Behandlungen 2 und 5 belegt. Die Befunde für  $K_1$  sind ebenso wie die für  $K_2$  auf Besonderheiten der studentischen Stichprobe zurückzuführen. Die fehlende Signifikanz zwischen 2 und 6 geht wohl auf die Wirksamkeit der Doppelcodierung zurück, welche mögliche Defizite kompensiert, die durch die Reproduktionsmodalität bedingt werden.

Die nähere Prüfung der Effekte des Faktors *Entwicklung* erbrachte die gleichen Resultate wie für das erste Kriterium: Die Realschüler reproduzierten die meisten richtigen relevanten Beschreibungsele-

Die graphische Darstellung der Interaktion zeigt, daß mit Ausnahme der Behandlung 3 stets die bereits genannte Abfolge Realschüler-Studenten-Grundschüler auftrat. Behandlung 3 (B-T-B) dagegen erwies sich als besonders wirksam für die Grundschüler, während die Realschüler hier deutlich weniger gut abschnitten ( $u = 2.56$ ). Die Unterschiede zwischen Grundschulern und Studenten sowie zwischen Realschülern und Studenten erwiesen sich in der Behandlung 3 als statistisch nicht-signifikant.

Für das Kriterium „Anzahl der richtigen relevanten Beschreibungselemente“ traten mit einigen Abweichungen gleiche Effekte der *Behandlung* auf wie für das erstgenannte Kriterium ( $F = 9.51$ ).

Die Prüfung der Mittelwertunterschiede erbrachte die in Abbildung 4 zusammengefaßten Resultate.

Sieht man von dem Effekt von  $K_1$  ab, der wohl in erster Linie die besondere Fähigkeit der studentischen Vpn zur Speicherung textlich codierter Informationen wiedergibt, zeigte sich auch bei diesem Kriterium eine Überlegenheit der Doppelcodierung mit ikonischer Reproduktion (Behandlung 5). Auch hier resultierten für die Behandlung 2 die gleichen Befunde wie beim ersten Kriterium, die vermutlich auf die Präsentationsbedingung zurückgehen. Der spezifische Effekt der geforderten Reproduktionsmodalität wird auch durch den signifikanten Unterschied zwischen Behandlung 3 und 4 sowie durch die fehlenden signifikanten Unterschiede

mente ( $X = 14.17, s^2 = 5.61$ ), gefolgt von den Studenten ( $X = 13.22, s^2 = 10.04$ ). Die wenigsten richtigen relevanten Elemente reproduzierten die Grundschüler ( $X = 8.05, s^2 = 7.92$ ). Damit erwiesen sich deren Leistungen denen der beiden anderen Entwicklungsgruppen als signifikant unterlegen.

Der statistisch bedeutsame Interaktionseffekt *Behandlung*  $\times$  *Entwicklung* ( $F = 8.57$ ) spiegelt insgesamt die bereits beschriebenen Haupteffekte wider: Mit Ausnahme der Behandlungen 1 und 3 erzielten die Realschüler stets die beste Leistung, dicht gefolgt (d. h. statistisch nicht-signifikant verschieden) von den Studenten, während die Grundschüler eindeutig die schlechtesten Leistungen erzielten; bei den Behandlungen 1 und 3 zeigten die Studenten die besseren Leistungen, ohne daß die Differenzen gegenüber den Realschülern signifikant waren. Die in Abbildung 3 wiedergegebene besondere Effizienz der Behandlungen 3 und 5 für die Grundschüler zeigte sich auch hier, allerdings stark abgeschwächt. Die signifikanten Unterschiede gegenüber den beiden anderen Entwicklungsgruppen blieben davon unbetroffen. Die nähere Analyse der Haupteffekte erbrachte für die Kriterien „Anzahl aller falschen Beschreibungselemente“ und „Anzahl der falschen relevanten Elemente“ im Vergleich zu den bisher berichteten Befunden ähnliche, allerdings mit umgekehrter Richtung laufende Ergebnisse.

Auch im Hinblick auf die reproduzierten falschen Beschreibungselemente erwies sich die Doppelcodierungsbedingung als besonders behaltenswirksam, wobei allerdings der Anteil falscher relevanter Beschreibungselemente nicht so hoch ausfiel wie bei Berücksichtigung der falschen relevanten und redundanten Elemente. Die bereits dargestellten Besonderheiten verschiedener Behandlungen (z. B. 3 und 5; 2, 4 und 6;  $K_1$  und  $K_2$ ) traten auch bei der Reproduktion falscher Beschreibungselemente auf, so daß hier auf eine weitere Beschreibung verzichtet werden kann. Ebenso kann auf eine detaillierte Darstellung der Haupteffekte des Faktors *Entwicklung* und der Interaktionseffekte verzichtet werden, da die berichteten Eigenschaften der Interaktion und der *Entwicklung* zutrafen.

## 5. Interpretation der Ergebnisse

Die vorliegende Studie demonstriert in eindeutiger Weise, daß beim Verarbeiten und Abrufen topographischer Informationen zum einen entwicklungsbedingte Unterschiede und zum anderen die Präsentationsbedingungen eine bedeutende Rolle spielen.

Die *entwicklungsbedingten Effekte* wurden bereits beim Wissenserwerb (d. h. bei der Präsentation und Umcodierung) deutlich: Die Studenten benötigten durchschnittlich die geringste Zeit bei der Umcodierung und hielten dabei die meisten relevanten und redundanten topographischen Informationseinheiten fest, wobei sie zudem die wenigsten Fehler machten. Die Realschüler standen hierin allerdings den Studenten kaum nach, auch wenn sie mehr Zeit benötigten. Die Grundschüler aber waren trotz erhöhtem Zeitaufwand nicht annäherungsweise zu vergleichbaren Leistungen in der Lage.

Dieses Ergebnis resultierte ähnlich auch für die Reproduktionsleistungen, obwohl die Grundschüler deutlich eine Verbesserung gegenüber dem Wissenserwerb im Sinne eines allgemeinen Lerneffekts erzielten, allerdings nur bei dem Kriterium „Anzahl der richtigen relevanten und redundanten Beschreibungselemente“. Bei den anderen Kriterien blieben die Daten stabil. Eine Erklärung für das vergleichsweise schlechte Abschneiden der Grundschüler liegt sicherlich in der noch unzureichenden Entwicklung des topographischen Wissens, wie sie auch aus anderen Experimenten bekannt ist (vgl. Allen et al. 1979; Cohen et al. 1979; Curtis et al. 1981). Vor allem bei der Verarbeitung der präsentierten Textinformationen hatten die Grundschüler erhebliche konzeptuelle Probleme: zum Teil kannten sie spezifi-

sche Begriffe (wie „Ringverkehr“) nicht, zum Teil lagen noch keine präzisen und reliablen Konzepte von Richtungen vor.

Die durchgängig schlechteren Ergebnisse der Grundschüler im Vergleich zu den älteren Vpn können auch auf die ineffektive Nutzung von Abrufstrategien zurückgeführt werden (vgl. hierzu den Beitrag von Seel in diesem Heft), die wiederum bedingt wird durch unzureichende Encodierungen der Informationen in einer semantisch bedeutsamen Art (vgl. *Jacoby & Craik 1979*): Der Mangel an spezifischer Informationsencodierung reduziert die Wahrscheinlichkeit einer Integration in bestehende Bedeutungsstrukturen und somit erfolgreiches Abrufen (vgl. *Tulving 1979*). Dem widersprechen zum Teil die Befunde von *Ackerman & Hess (1982)*, nach denen die Input-Unterscheidbarkeit nur einen gemäßigten Effekt auf die Abrufleistung hat; hierfür sind eher entwicklungsbedingte Unterschiede in Gedächtnisstrategien ausschlaggebend. Insgesamt belegen unsere Ergebnisse diesen Befund von *Ackerman & Hess*, daß jüngere Kinder (hier: Grundschüler) beim Input weniger distinktiv encodieren und beim Abrufen stärker variieren als Jugendliche und Erwachsene; außerdem sind sie weniger kompetent, sich beim Abrufen an eine inkompatible Encodierung der Informationen anzupassen.

Überraschend waren für uns die Reproduktionsleistungen der Realschüler in qualitativer und quantitativer Hinsicht bei einem Vergleich mit den Studenten. Wir hatten aufgrund theoretischer Vorüberlegungen angenommen, daß Studenten wegen ihres fortgeschrittenen und elaborierteren topographischen Wissens die besten Reproduktionsleistungen erzielen müßten. Demgegenüber zeigten die Befunde unseres Experimentes durchgängig Leistungen, die dem Kriterium statistischer Signifikanz nicht genügten, bzw. in einigen Fällen Leistungen der Realschüler, die denen der Studenten signifikant überlegen waren. Ähnlich wie die Grundschüler konnten die Realschüler die Reproduktionsleistungen gegenüber dem Wissenserwerb partiell verbessern, während die Studenten über alle Behandlungsbedingungen eine statistisch signifikante Verschlechterung der Ergebnisse zeigten. Wir führen dieses Ergebnis in erster Linie auf situative Bedingungen zurück: Die Realschüler (und Grundschüler) nahmen die Experimentalsituation entsprechend der Situation von Klassenarbeiten oder Tests wahr, während die Studenten das Experiment eher als (willkommene) Abwechslung betrachteten und infolgedessen nicht mit derselben Konzentration und Aufmerksamkeit an die Aufgaben herangingen wie die Schüler. Darauf deuten u.E. die Bearbeitungszeiten hin.

Während die Befunde des Experimentes die angenommenen entwicklungsbedingten Effekte insgesamt voll bestätigen, trifft dies für die anderen Untersuchungshypothesen nur teilweise zu.

Unsere Hypothese bezüglich der besonderen Wirksamkeit der *Kongruenz* zwischen Encodierungs- und Abrufmodus wurde in eindrucksvoller Weise bestätigt. Es ist dies vielleicht das prägnanteste Ergebnis unseres Experimentes, zumal es in Übereinstimmung mit den experimentellen Befunden von *Cohen et al. (1979)* und *Siegel et al. (1979)* steht. Vor allem für die jüngeren Vpn hat diese Kongruenz von Encodierungs- und Retrievalmodus eine besondere Relevanz (vgl. *Cohen et al. 1980*): Die Reproduktion des topographischen Wissens in Bild-Format erfolgte zwar nicht

schneller als die in Text-Format, aber sie stellte sich eindeutig als leistungssteigernd heraus. Dabei waren aber stets entwicklungsbedingte Unterschiede feststellbar; zum Beispiel erwies sich die Kontrollbedingung  $K_2$ , die für Studenten nur eine Textpräsentation und -reproduktion realisierte, bei den richtig reproduzierten relevanten Elementen als hochwirksam. Dies läßt nicht nur auf eine spezifische Fähigkeit dieser Vpn in bezug auf die Identifizierung relevanter topographischer Elemente schließen, sondern insbesondere auch auf deren Kompetenz, Textinformationen adäquat zu verarbeiten und abzurufen. Zugleich bestätigt dieses Ergebnis wiederum die Bedeutung der Kongruenz zwischen Encodierungs- und Abrufmodus. Wie die Ergebnisse für die Behandlungsbedingung 2 (T-B-B) zeigen, reicht allerdings diese Kongruenz für überdurchschnittliche Reproduktionsleistungen nicht aus; von grundlegender Bedeutung hierfür ist vielmehr der Modus der Repräsentation, was unter anderem auch durch die ungewöhnlich deutlichen Effekte der Doppelcodierungsbedingung (ohne Umcodierung) herausgestellt wird. Damit aber ist die Hypothese widerlegt bzw. stark zu relativieren, die davon ausging, daß Umcodierungen wegen der damit verbundenen Wiederholungen und Restrukturierungen des Informationsangebots lern- und behaltenswirksamer sind als doppelcodiert präsentierte Informationen. Generell belegen unsere Daten eher das Gegenteil; lediglich bei Verrechnung der richtigen relevanten und redundanten Reproduktionen resultierte ein besonderer Umcodierungseffekt, der aber auf die Grundschüler beschränkt blieb. Diese profitierten in der Tat von der Umcodierung vom Bild zum Text, wobei allerdings die Reproduktion im Bild-Format erfolgte, so daß auch auf die Wirksamkeit der Kongruenz im oben dargestellten Sinne geschlußfolgert werden kann.

Die Befunde unserer Untersuchung weisen primär den sog. „Bild-Effekt“ (d.i. der „picture-superiority-effect“) nach, der eine breite empirische Basis in zahlreichen Experimenten gefunden hat und der unter anderem auch auf *Paivio* zurückgeht. Danach haben Bilder generell einen erleichternden Effekt, wenn sie als Stimuli oder als Cue-Items verwendet werden (vgl. *Postman* 1978). Da die meisten Experimente hierzu Paar-Assoziationsaufgaben verwendet haben, sind Zweifel angebracht, ob der „Bild-Effekt“ auch bei komplexerem Material wie beispielsweise dem unseren eintritt. In Übereinstimmung mit verschiedenen Experimenten (vgl. z.B. *Standing* 1973) weist unsere Untersuchung deutlich bessere und akkuratere Reproduktionsleistungen für Bildmaterial im Vergleich zu Textmaterial nach.

Die allgemein berichteten erleichternden Bedingungen der Präsentation in Bild-Format werfen die Frage auf nach der Kapazität und Modalität der Abspeicherung von Informationen. Damit stellen „Bild-Effekte“ ein bedeutendes theoretisches Problem dar: Zunächst einmal muß geklärt werden, warum bei Variation bildhafter und verbaler Präsentationsarten so deutliche und zugleich reliable Effekte über eine Vielzahl von Aufgaben resultieren. Zum anderen ergibt sich aus der Überlegenheit der Encodierung, Repräsentation und Verfügbarkeit spezifischer Bildinformationen das Problem, ein Speicher-Format, d.h. die Modalität der mentalen Repräsentation zu spezifizieren. Zur Zeit kommen hierfür vier Erklärungsansätze in Betracht:

- (a) Eine Erklärung der Bild-Wort/Text-Differenzen in Termen der Komplexität und Diskriminierbarkeit,
- (b) in Termen von „Verarbeitungstiefen“ (nach dem „levels-of-processing“-Ansatz),
- (c) in Termen der Doppelcodierungstheorie (z.B. *Paivio*) und ihrer Varianten,
- (d) in Termen einer Theorie abstrakt-propositionaler Repräsentationen (vgl. *Madigan* 1983).

Nach dem ersten Erklärungsansatz gehen die Wort-Bild-Differenzen auf die größere Unterscheidbarkeit der Reizkonfigurationen zurück (vgl. *Anderson & Paulson* 1978), wobei entwicklungsbedingte Effekte zu berücksichtigen sind (vgl. *Akkerman & Hess* 1982). Zahlreiche Experimente verglichen die Effekte von Input- oder Lern-Formaten (Wörter vs. Bilder), wobei sie im Test nur das Wort-Format zugrundelegten (vgl. *Scarborough et al.* 1979). Die Befunde zeigten dann generell, daß ein Formatwechsel (bei der Präsentation: „Bild“, beim Test: „Wort/Text“) das Wiedererkennen etwas beeinträchtigt; ein Beibehalten des Formats „Bild“ konserviert den „Bild-Effekt“, während ein Wechsel von Bild zum Wort immer noch bessere Ergebnisse zeitigt als die Wort-Wort-Bedingung. Von hier aus wird dann geschlossen, daß der „Bild-Effekt“ in hohem Maße ein Input- oder Encodierungseffekt sei.

Dem widersprechen allerdings unsere Befunde: Nach dem dargestellten Erklärungsansatz hätte die Behandlungsbedingung 1 (Bild-Text-Text) bessere Ergebnisse erbringen müssen als die Bedingung 4 (Text-Bild-Text). Unsere Befunde, die aus einem „free-recall“-Test stammen, der Bild- vs. Wort-/Text-Format zugrundelegte, belegen eher, daß der „Bild-Effekt“ auf eine Kongruenz zwischen Encodierungs- und Retrievalmodalität zurückgeht und demzufolge wahrscheinlich eine Mischung von Input- oder Encodierungs- und Recodierungseffekten darstellt.

Auch im „levels-of-processing“-Ansatz kommt der anfänglichen Encodierung eine zentrale Bedeutung zu. *Durso & Johnson* (1980) nehmen aufgrund ihrer experimentellen Befunde an, daß der „Bild-Effekt“ abhängig ist von den Verarbeitungsstrategien der Personen. Zum Teil hängen diese davon ab, ob die Verarbeitung der Information den Zugriff auf oder die Aktivierung von Repräsentationen der Realwelt-Referenten beinhaltet oder nicht. Die Idee dabei ist, daß Bildpräsentationen semantische Codes leichter abrufbar machen als Wort-/Textdarbietungen. Dies entspricht dem sensorisch-semantischen Modell von *Nelson* (1979), das annimmt, daß Bilder und Wörter einen gemeinsamen Bedeutungscode zugänglich machen, daß aber Bilder dies direkter als Wörter ermöglichen. Wörter müssen nämlich vorher (phonemisch) verarbeitet werden, ehe die semantischen Codes aktiviert werden können. Demzufolge sind sprachliche Informationen nach *Mani & Johnson-Laird* (1982) schwieriger zu lernen und abzuspeichern, konservieren aber die Bedeutungen in größerer Übereinstimmung mit der Präsentation. Dies ist nach unseren Befunden aber eindeutig abhängig von der kognitiven Entwicklung und der Kompetenz zu adäquater Verarbeitung sprachlicher Informationen.

Da sich Bilder und Wörter in ihren physikalischen Merkmalen und in dem Ausmaß

unterscheiden, in dem sie die Realwelt symbolisch repräsentieren, nehmen wir an, daß der „Bild-Effekt“ auf die größere Anschaulichkeit (d. h. Nähe zur Realität) zurückzuführen ist.

Die Befunde unserer Studie belegen grundsätzlich die Wirksamkeit einer doppelcodierten Präsentation, so daß die entsprechende Theorie bedeutsam wird. Da die Doppelcodierungstheorie und ihre Varianten andernorts hinreichend beschrieben wurden (vgl. *Paivio* 1983; *Bleasdale* 1983), kann hier darauf verzichtet werden. Eine neuere zentrale Annahme lautet, daß „imaginale Codes“ dann weniger effizient sind, wenn temporale und sequentielle Informationen vorliegen; hierfür sind „verbale Codes“ wirksamer bzw. angemessen. Sind aber räumliche Informationen zu verarbeiten, dann sind Vorstellungsbilder wirksamer (vgl. *Battacchi et al.* 1981; *Metcalfe et al.* 1981; *Paivio & Lambert* 1981).

Eine Erklärung des „Bild-Effekts“ nach der Doppelcodierungstheorie ist dann nicht zufriedenstellend, wenn diese in Termen eines einfachen „Code-Redundanz-Mechanismus“ erfolgt und dabei von einem additiven Zusammenwirken des ikonischen und verbalen Codes ausgeht. Denn dann wäre eine inhärente Überlegenheit ikonischer Codes zu postulieren, die im Sinne von *Nelsons* sensorisch-semantischem Modell erklärbar wäre und die Doppelcodierungstheorie überflüssig machte (vgl. *Madigan* 1983). Problematisch ist auch, daß die meisten Experimente bisher solche bildhaften Darbietungen verwendeten, die rasch und unschwer mit Namen versehen werden konnten. *Schiano & Watkins* (1981) verglichen die Gedächtnisspannen für Wort- und Bild-Listen und fanden dabei nur kleine (d. h. nicht-signifikante) Bild-Wort-Unterschiede. Dies veränderte sich gravierend, wenn ein „free-recall“-Test durchgeführt wurde; dann wurde der „Bild-Effekt“ wieder hochbedeutsam, was mit unseren Ergebnissen übereinstimmt.

Aus der Sicht der Propositionstheorie sind „Bild-Effekte“ wie die in unserer Untersuchung nicht einfach zu erklären. Das liegt z. T. daran, daß die entsprechenden Experimente sich vornehmlich mit Textmaterial befaßt haben. Einerseits bestätigt unsere Studie die Auffassung von *Stopher & Kirsner* (1981), daß es kein gemeinsames abstrakt-amodales Repräsentations- und Speichersystem für Bilder und Wörter gibt. Dafür sprechen unsere Befunde beim „Wissenserwerb“: Durchgängig (d. h. unabhängig von entwicklungsbedingten Unterschiedlichkeiten) waren die Vpn signifikant fähiger, textlich präsentierte geographische Informationen in ein Bild zu transformieren, als umgekehrt eine Bilddarbietung in einen Text umzu-codieren. Das kann auf spezifische frühere Wahrnehmungserlebnisse zurückgeführt werden, die zur Herausbildung entsprechender bildhafter mentaler Repräsentationen führten. Andererseits zeigen unsere Befunde, daß für die Repräsentation topographischen Wissens offensichtlich eine entwicklungsabhängige alterskorrelierte Veränderung zu berücksichtigen ist. Bei der Reproduktion relevanter topographischer Informationen waren unsere studentischen Vpn bei einer Textdarbietung und einer entsprechenden Reproduktion im Text-Format am erfolgreichsten. Dies läßt darauf schließen, daß bei der Gegenüberstellung von Doppelcodierungstheorie und Propositionstheorien grundsätzlich Entwicklungsaspekte einzubeziehen sind, wie dies *Piaget et al.* (1975) realisiert hat. Als Fazit unserer Befunde und Überlegungen

können wir festhalten, daß für die Verarbeitung und Abspeicherung topographischer Informationen visuelle Vorstellungen eine bedeutende Funktion erfüllen. Vorstellungsbilder konservieren die präsentierten Informationen und sind offensichtlich propositionalen Codes der Repräsentation dann überlegen, wenn räumliche mentale Abbildungen zu erzeugen sind. Die Generierung von Vorstellungsbildern kann auf der Darbietungs- und Reproduktionsebene durch die Verwendung des Bild-Formats wesentlich erleichtert werden. Dies hat eine grundsätzliche didaktische Bedeutung, auf die im folgenden eingegangen wird.

## 6. Didaktische Überlegungen

Die Beschäftigung mit topographischen Eigenschaften der Umwelt findet im Grundschulbereich systematisch im geographischen Lernbereich statt. Aufbauend auf den individuellen Raumerfahrungen sollen räumliche Beziehungen zunächst auf der Basis von Aktionssequenzen erfahren werden, wobei die eigene Wohnung und das Wohngebiet die jeweilige Umgebung bilden. In der zweiten Klassenstufe der Grundschule ersetzen gewöhnlich Unterrichtsgänge die Erfahrungsbasis, die dann zu „Bildkarten“ umgesetzt werden. Der systematische Erwerb des symbolischen Codierungssystems „Karte“ wird dann in der dritten Klassenstufe entscheidend vorangetrieben. Dabei werden gegebenenfalls auch Modelle im Sandkasten als Übergang zur symbolischen Repräsentation zwischengeschaltet.

Die Befunde unserer Studie legen die Annahme nahe, daß hierbei Vorstellungsbilder erzeugt und elaboriert werden, die als kognitive Schemata fungieren und die Informationsverarbeitung determinieren. Die Grundschüler unserer Stichprobe waren grundsätzlich zur Verarbeitung der topographischen Informationen in der Lage, was auf frühere spezifische Lernerfahrungen zurückzuführen ist. Allerdings belegen unsere Daten auch, daß mit der fortschreitenden kognitiven Entwicklung entscheidende Verbesserungen der Encodierung und Gedächtnisstrategien einhergehen.

Unser Experiment könnte in zweierlei Hinsicht didaktisch relevant sein:

- Für die Verarbeitung topographischer Informationen ist die Darbietungsmodalität ein hochbedeutsamer Faktor: offensichtlich wirkt vor allem lernerleichternd und behaltenssteigernd, wenn Informationen doppelcodiert dargeboten werden. Es ist anzunehmen, daß die Präsentation von Text oder verbaler Information zusätzlich zu Bild-Informationen grundsätzlich Reorganisationen der Inputinformationen und Aufmerksamkeitszentrierungen auf relevante ikonische Elemente bewirkt. Die Doppelcodierung führt zu einer gründlicheren visuellen Durchmusterung und unterstützt dadurch die Erzeugung adäquater Vorstellungsbilder.

Für Grundschüler eignen sich aber offensichtlich auch andere Verfahren, um diese behaltenssteigernden Effekte zu erzielen: Umcodierungen ikonisch dargebotener Informationen in Sprache erwiesen sich in unserer Studie gerade für Grundschüler als wirksame Strategie des Wissenserwerbs.

Die Generierung von Vorstellungsbildern auf der Basis sprachlicher Informationen erwies sich demgegenüber durchgängig als vergleichsweise ineffektive Strategie – vor allem bei den Grundschulern. Hieraus kann die didaktische Präskription abgeleitet werden, topographische Informationen grundsätzlich in Form von Bildkarten zu präsentieren und zu dieser Präsentation entweder gleich die verbale Beschreibung beizusteuern (i. S. einer Doppelcodierung) oder von den Schülern entwickeln zu lassen. In diesen Fällen kann der in unserer Untersuchung ebenfalls nachgewiesene „Bild-Effekt“ didaktisch genutzt werden.

- Unser Experiment hat darüber hinaus gezeigt, daß die Kongruenz von Encodierungs- und Abrufmodalität aus didaktischer Sicht von Bedeutung ist, insofern die Schüler in der Regel auch bei bildhaften Präsentationen ihr Wissen sprachlich mitteilen (müssen). Unsere Daten belegen demgegenüber, daß besondere Behaltensleistungen dann resultieren, wenn eine Kongruenz zwischen Präsentation und Reproduktion gestattet wird. Das heißt: wenn Schüler die Möglichkeit haben, ihr topographisches Wissen in dem Format wiederzugeben, in dem sie das Wissen erworben haben, dann steigen die Leistungen. Da hierbei gleichfalls Bild-Effekte zu berücksichtigen sind, erhält die Kongruenz „Bild-Präsentation“ und ikonische Reproduktion ihren besonderen didaktischen Stellenwert.

Verfasser:

Prof. Dr. P. Strittmatter, Fachrichtung 6.1. Allgemeine Erziehungswissenschaft; Dr. N. M. Seel, Arbeitsstelle Medienforschung und -dokumentation der Philosophischen Fakultät, Universität des Saarlandes, D-6600 Saarbrücken