

Helmut Lukesch

# Lehren unter Berücksichtigung von Metakognition und Visualisierung am Beispiel der Technik der Begriffslandschaften („concept maps“)<sup>1</sup>

## 1. Präludien zur Begrifflichkeit

Hauptgeschäft von Lehrern ist Unterrichten und Lehren. Im Unterschied zu einem Kaffeehausgespräch wird unterrichtliches Vorgehen in der Regel nicht in der zufälligen Abfolge mehr oder minder genialischer Gedankenblitze bestehen, sondern „Unterricht ist der Prototyp eines Handlungsbereiches, der nach Planung verlangt“ (Vierlinger 1990, 348). In der konkreten Situation werden zwar immer wieder die Grenzen des Planbaren deutlich (gerade hierzu hat Vierlinger eindrucksvolle Fallanalysen vorgelegt), aber genauso wie man zwischen Kochbuch und Kochen unterscheidet, muß ein Lehrer ein Repertoire unterrichtlicher Methoden zur Erreichung von Lehrzielen kennen, um diese dann situationsgerecht zur Anwendung bringen zu können.

Im schulischen Kontext bedeutet „Lehren“ (in Anlehnung an den Lernbegriff), gezielt Erfahrungen für Lernende herbeizuführen, die wiederum solche Lernprozesse (Veränderungen) in den Lernenden auslösen, deren Ergebnisse intendierten Lehrzielen entsprechen. Lehren bezieht sich also immer auf eine Summe von Aktivitäten eines Lehrers (z.B. Vortragen, Fragen, Übungen durchführen lassen, Verstärkungen herbeiführen, Materialien bereitstellen, Impulse setzen, Beispiele finden lassen). Ob diese Aktivitäten im konkreten Fall die beabsichtigten Lehrziele (im Sinne von Dispositionsänderungen bei

den Lernenden) auch zur Folge haben (d.h. ob Lehren eine hinreichende Bedingung für die Erreichung bestimmter Veränderungen im Dispositionsgefüge eines Lernenden darstellt), bleibt offen.<sup>2</sup> Ebenso muß Lehren nicht notwendige Bedingung für solche Veränderungen sein, Kinder können sich selbst kompetent machen, so die Umstände günstig sind.

Wenn man danach fragt, woher das Wissen über empfohlene unterrichtliche Methoden stammt, so wird man in den meisten Fällen auf das im Laufe der Geschichte der Pädagogik akkumulierte Erfahrungswissen stoßen, das (im Unterschied zu anderen anwendungsorientierten Disziplinen, wie z.B. der Medizin) selten oder nur partiell mit Grundlagentheorien begründet werden kann. Allerdings ist auch dieses Erfahrungswissen immer ein Versuch des Findens von Redundanz, von Regelmäßigkeit, von Invarianz in einem Meer des Chaos, trägt also den Kern einer Theorie in sich. Andererseits können Theorien aus den Grundlagendisziplinen für die Entwicklung praktikabler Methoden anregend sein, selbst wenn die Beziehung zwischen Grundlagentheorie und Anwendung komplex ist (vgl. hierzu z.B. die Übersetzung einer nomologischen Aussage in eine nomopragmatische, um zu einer technologischen Regel zu kommen; Lukesch 1979). Für eine technologische Regel<sup>3</sup> ist es auch nicht Bedingung, daß sie durch eine Theorie begründet ist. Die nachgewiesene Effizienz einer solchen Handlungsempfehlung kann aber Anstoß für eine theoretische Problemstellung sein, durch die erklärt werden soll, warum gerade diese Maßnahmen zur Erreichung eines bestimmten Zieles besser geeignet sind als andere. Zur Zeit scheinen günstige Bedingungen für eine anregende Wechselwirkung zwischen grundlagentheoretischer Entwicklung und Anwendbarkeit im pädagogischen Kontext zu bestehen, und so soll an einem konkreten Bereich der möglichen Verbesserung institutionalisierten Lehrens und Lernens (durch Visualisierungstechniken) gezeigt werden, wie Theorien (aus dem Bereich der kognitiven Psychologie) und andererseits auch praktische Erfahrungen als Problemlieferanten für Theorien Anregungen für effizienteres Handeln liefern und somit zu einer Verbesserung der unterrichtlichen Praxis beitragen können.

## **2. Die Technik des Arbeitens mit Begriffslandschaften als eine Visualisierungsmöglichkeit: Konzept – Anwendungsmöglichkeiten – Kritik**

Eine auf Erfahrung begründete pädagogische Regel ist die nach „Veranschaulichung“ der zu lehrenden Sachverhalte. Anschaulichkeit als didaktisches Prinzip wird z.B. im österreichischen Lehrplan für Volksschulen (Lang 1963, S. 28) gefordert.<sup>4</sup> Was ist aber mit „Veranschaulichung“ gemeint? Vielfältige Möglichkeiten der Veranschaulichung und zugleich die Problematisierung der Selbstverständlichkeit dieser Forderung wurden von Vierlinger (1993) diskutiert: Trotz naheliegender Assoziation (etwas an“schauen“) kann Anschaulichkeit nicht mit Illustration von Texten gleichgesetzt werden.<sup>5</sup> Es muß vielmehr eine Verbindung zwischen Kognition (wie immer man dies auch benennen mag, z.B. mit Begriffserwerb, mentalem Modell über Wirklichkeitsausschnitte oder der Verfügung über Schemata) und darzustellendem Sachverhalt hergestellt werden. Die Technik der Begriffslandschaft ist hierfür eine Brücke.

### **2.1 Bildverwendung zu Lehrzwecken und Metakognition**

#### *2.1.1 Bildverwendung zu Lehrzwecken*

Die Verwendung von Bildern zu Lehr- und Lernzwecken, zur bewußten und auch unterschwelligen Beeinflussung von Menschen, hat eine lange Tradition.<sup>6</sup> Zu den Standardtechniken der Unterrichtsvorbereitung gehört es denn auch, bebilderte Arbeitsblätter (auch Folien oder „Tafelbilder“) zu entwickeln, die den Lernprozeß steuern und das Behalten fördern sollen (vgl. z.B. die zahlreichen Beispiele in Wellenhofer 1985).

Im pädagogischen Kontext wird die Verwendung von Bildern zumeist unter dem Aspekt der Veranschaulichung abstrakter Sachverhalte diskutiert, ohne daß zu diesem Thema eine systematische Forschungstradition eingesetzt hätte (Michael 1983). In der Psychologie hat unter dem Einfluß von Modellvorstellungen zu Prozessen der Informationsverarbeitung und -speicherung eine intensive Beschäftigung mit dieser Thematik eingesetzt, wobei im grundlagenwissenschaftlichen Bereich – wie zumeist – mehr Fragen aufgeworfen wurden als beantwortet werden konnten. In pragmatischer Perspektive wurden aber zumindest fruchtbare Systematisierungen erarbeitet, die für

Lehrzwecke berücksichtigenswert sind (Weidenmann, 1986; 1988).

So wurden von Weidenmann (1994, S. 12) *informierende Bilder* (beschreibender Darstellungscode, auch *darstellende Bilder* genannt) von *logischen Bildern* (analytischer Darstellungscode, auch *abstrakte Bilder* genannt) unterschieden. Bei letzteren ist wieder zu differenzieren (Schnotz 1994, S. 97) nach *Charts* (engl. Seekarte, aber auch Tabelle) und *Graphs* (engl. graphische Darstellung, Graphik).<sup>7</sup> Charts stellen Zusammenhänge zwischen qualitativen Merkmalen (z.B. Struktur- und Ablaufdiagramme) und Graphs Zusammenhänge zwischen quantitativen und qualitativen Merkmalen (z.B. Kreisdiagramme) oder zwischen ausschließlich quantitativen Merkmalen (z.B. in Form eines Liniendiagramms) her.

*Informierende Bilder* haben die Aufgabe, Abbild eines Realitätsaspektes zu sein. Die Abbildung kann realistisch (Foto, Zeichnung) oder auch schematisch (abstrahierende Darstellung eines realen Objektes) sein (Weidenmann subsumiert darunter auch Analogiebilder), man kann dabei auch Standbilder von Bewegtbildern (Film/Video) unterscheiden.

Sog. *logische Bilder* sind graphische Repräsentationen von Daten; die Bezeichnung „logisch“ wurde von Weidenmann gewählt, weil er meint, die zu visualisierenden Argumente sind logischer Natur. „Logische Bilder sind ... kulturelle Erfindungen zur Visualisierung von abstrakten Strukturen, Relationen, Mengen und Abläufen. Diese Darstellungscodes sind in hohem Maße konventionalisiert“ (a.a.O., S. 16). Isotypen (International System of Typographic Picture Education, eine auf Otto und Marie Neurath zurückgehende Erfindung der Visualisierung zu pädagogischen Zwecken) sind den logischen Bildern subsumierbar.

Interessant sind dabei *Hybridformen*,

- dabei können z.B. innerhalb eines informierenden Bildes unterschiedliche Abstraktheitsgrade verwendet werden (z.B. bei einer Herzdarstellung wird die linke Hälfte schematisch, die rechte realistisch dargestellt),
- es können innerhalb eines logischen Bildes verschiedene Darstellungsformen miteinander verknüpft werden oder
- es werden informierende und logische Bilder miteinander kombiniert (indem z.B. einem Liniendiagramm ein Bild unterlegt wird, bis hin zu den hoch ästhetisierten Bildern, z.B. die von Imhof (1988, S. 37) entwickelten Kombinationen von Kreis- oder Säulendiagrammen mit Bildern von Kunstwerken).

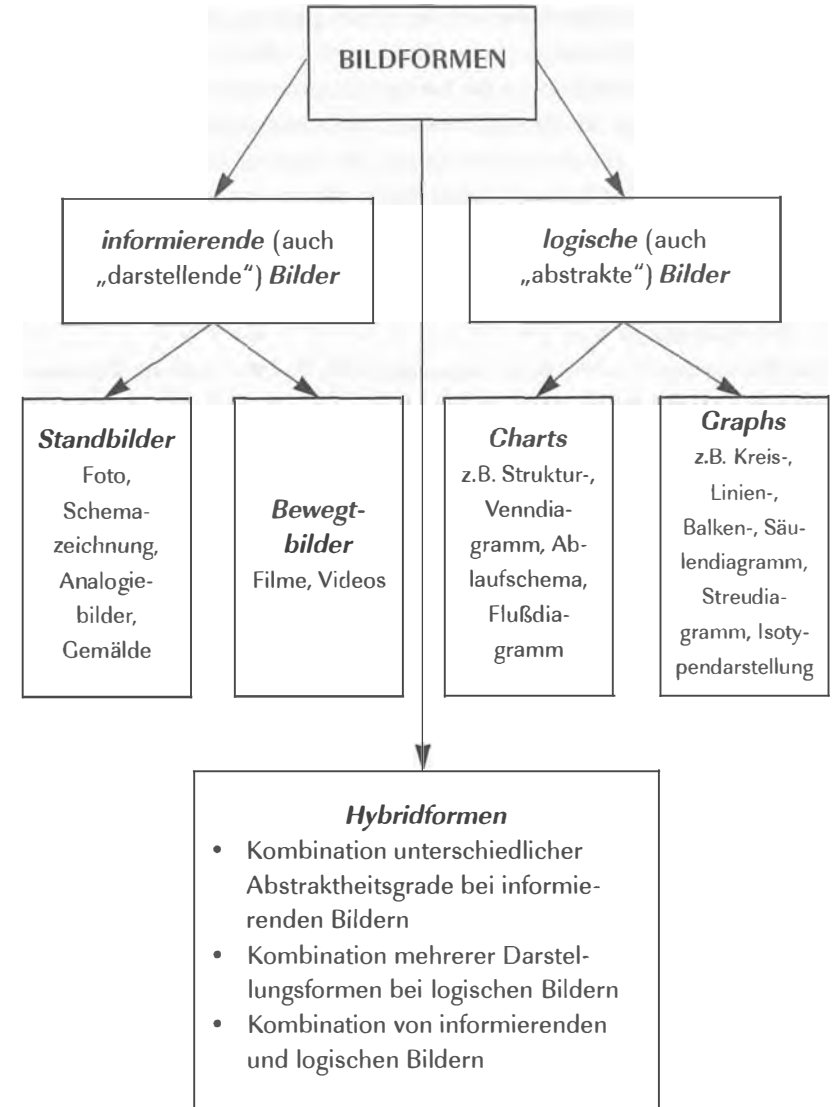


Abbildung 1: Visualisierungsmöglichkeiten von Sachverhalten (ergänzt nach Weidenmann [1994] und Schnotz [1994])

Für den Autor eines Lehrwerkes oder auch einen Lehrer, der ein Arbeitsblatt entwirft, sind zwei Fragen zu prüfen (Weidenmann 1994, S. 12):

- Wird ein Sachverhalt durch die Art der Visualisierung adäquat dargestellt (ist der gewählte *Darstellungscodes* dem Argument angemessen)?
- Ist das Bild so gestaltet, daß es gemäß der Intention des Autors adäquat rezipiert wird (wird der Rezipient durch entsprechende *Steuerungscodes* zu einer angemessenen Rezeption der im Bild enthaltenen Information geführt)?

### 2.1.2 Metakognition

Das Thema der *Metakognition* wurde von Flavell (1976) aus entwicklungspsychologischer Perspektive angesprochen. Unter Metakognition (Flavell, 1984; Brown, 1984) kann man (a) das Wissen des Lernenden über seine kognitiven Aktivitäten (*Kompetenzorientierung*) und (b) die aktive Steuerung und Überwachung (*Performanzorientierung*) seiner eigenen kognitiven Aktivitäten verstehen. In der Zwischenzeit haben sich die Überlegungen zu kognitiven Metaaktivitäten zu einem eigenständigen Forschungsgebiet verselbstständigt (Weinert 1984; Metcalfe/Shimamura 1994).<sup>8</sup>

Von sog. metakognitivem Lernen kann man sprechen, wenn ein Lerner eine allgemeine Strategie einsetzt, die das Lernen oder das Verständnis in einem Wissensbereich erleichtert.<sup>9</sup> Dabei hat Weinert bereits (1984, S. 9) die nicht nur rhetorisch gemeinte Frage gestellt, „lernen wir besser, wenn wir wissen, wie wir besser lernen?“ Auf die wichtige Verbindung zwischen motivationalen Gegebenheiten und dem Einsatz effizienter Lernstrategien kann nur am Rande verwiesen werden (Rheinberg/Donkoff 1993).

Im Unterschied zu den im Schulbereich üblichen Lehrformen werden in der Instruktionspsychologie vermehrt Lehr- und Lerntechniken empfohlen, die von Modellvorstellungen der kognitiven Psychologie Gebrauch machen (auch hier lassen sich leider sehr plakative Vermarktungen von guten Ideen, z.B. Kirkhoff (1988), nicht vermeiden). Besonders Gedächtnismodelle, die Inhalte in Form von Netzwerken abbilden, scheinen für eine solche Verwendung attraktiv. Sollte diese theoretische Vorstellung ein geeignetes Modell für die Wissensdarstellung und -speicherung sein, so erscheint es naheliegend, auch den Lehr- und Lernprozeß an diesem Modell zu orientieren. Genau dies wurde von Novak und Gowin (1984) vorgeschlagen, die als metakognitive Lernstrategien „concept maps“ (Begriffs-Landschaften) und „vee diagrams“ (V-Diagramme, auf diese wird im gegebenen Kontext nicht eingegangen;

Gowin 1970) zu verwenden empfohlen. Andere Autoren verwenden für den beabsichtigten Prozeß der Informationsverdichtung unter Benutzung visueller Argumente die Bezeichnungen „networking“ (Danserau et al. 1979), „schematizing“ (Mirande 1986; Camstra/Bruggen 1986) oder „flowcharting“ (Geva 1981).

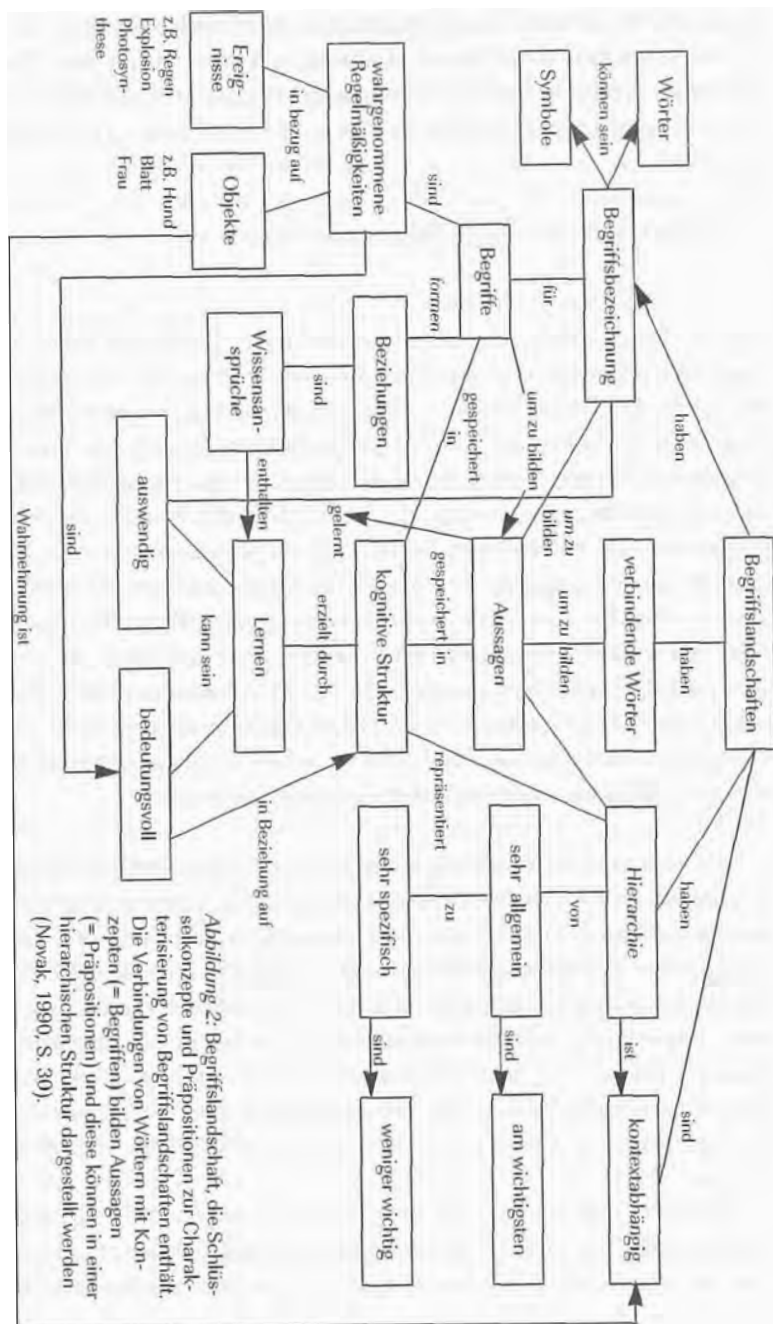
## 2.2 Technik der Begriffslandschaften

### 2.2.1 Bedeutung und Historie

Begriffs-Landschaften sind verbal angereicherte, graphische Repräsentationen der Bedeutung von Begriffen in einem gegebenen Wissensbereich.<sup>10</sup> Weitergehendes Wissen wird in Form von Begriffen und den Relationen zwischen Begriffen abgebildet, wobei die Begriffe als Knoten (in einem semantischen Netzwerk) und die Relationen als Linien (mit unterschiedlicher Bedeutungszuschreibung) dienen. Von Novak (1990, S. 29) wird ein sehr weites Verständnis von 'Begriff' zugelassen („We define *concepts* as a perceived regularity in events or objects, or records of events or objects, designed by a label.“). Begriffe sind durch *Propositionen* miteinander verbunden. Eine extensionale Definition der Bedeutung eines Begriffes könnte die Summe aller propositionalen Verbindungen sein, die eine Person mit einem Begriff bilden kann. Ein Beispiel einer Begriffs-Landschaft ist die von Novak (1990, S. 30) entwickelte über „concept maps“ (vgl. Abb. 2), die allerdings so komplex ausgefallen ist, daß sie nur schwer rezipiert werden kann.

Wie man sieht, ist es zumeist sinnvoll, Begriffslandschaften hierarchisch zu konzipieren (Novak/Gowin 1984, S. 16). Zwischen unterschiedlichen Segmenten der Begriffshierarchie kann es aber auch Querverbindungen („cross links“) geben. Wichtig ist zudem, dasselbe Thema kann in unterschiedlichen Begriffslandschaften dargestellt sein, d.h. die erarbeiteten Lösungen sind nicht eindeutig (vgl. z.B. die wesentlich übersichtlichere Begriffslandschaft zu diesem Konzept von Jüngst 1995, S. 240). Im Grunde entspricht dies einer konstruktivistischen Sicht, bei der Wissen Ergebnis einer sozialen Konstruktion innerhalb einer umgrenzten Gruppe von „Wissenden“ ist (Berger/Luckman 1967).

Historisch gesehen, geht die Idee *kognitiver Landschaften* auf Tolman (1932) zurück. Tolman ging bei seinen Rattenversuchen davon aus, daß diese Tiere bei dem Finden eines Weges durch ein Labyrinth ein Netz von Hand-



lungsabläufen zwischen Ausgang, Mittel- und Zielobjekt ausbilden, also nicht einfache assoziative Reiz-Reaktionsverbindungen aufbauen, sondern eine gegenüber spezifischen Reizgegebenheiten (z.B. Durchlaufen oder Durchschwimmen eines Labyrinths) unabhängige Struktur aufbauen. Ein weiterer wesentlicher Anstoß erfolgte durch die LNR-Gruppe (Norman/Rumelhart 1975), die mit ihren semantischen Netzwerkmodellen nicht nur Möglichkeiten der Wissensspeicherung darstellen wollten, sondern bereits didaktische Anwendungen gesehen haben.

Aus der Schule Ausubels nimmt Novak (1990; Ausubel et al., 1981) für sich in Anspruch, der eigentliche Erfinder (etwa um 1970) der Technik der Begriffslandschaften zu sein. In Deutschland hat Klauer (1974) auf die Möglichkeit der Verwendung von Strukturgraphen zur Lehrzielpräzisierung für diagnostische und auch für didaktische Zwecke hingewiesen, aber auch Aebli (1978) bringt ausgefeilte Beispiele, ohne allerdings einen entsprechenden Fachterminus dafür gebildet zu haben.

### 2.2.2 Zielsetzungen und Einsatzmöglichkeiten

Mit dem Verfahren der Konstruktion von Begriffslandschaften können unterschiedlichste Ziele angestrebt werden (Fischer/Gräsel/Kittel/Mandl 1995, S. 6; Tergan 1988):

(1) Einsatz zur Lehrplanung – „Roadmapping“ als Methode zur Lernweg-  
erläuterung

Die Begriffslandschaften können als Landmarken für ein Monats- oder Jahrescurriculum eingesetzt werden. Wie bei einem Reiseplan können bei bestimmten Punkten höhere Auflösungs-niveaus sinnvoll sein (z.B. wie ein Stadtplan, wenn diese Stadt auf einer Reiseroute genauer erfahren werden soll). Solche Pläne könnten für ein Fach in der Schulklasse aufgehängt werden, damit die Schüler wissen, wo sie sich gerade befinden.

Edmondson (1994) erläutert solche Anwendungsbeispiele von Begriffslandschaften im Rahmen des veterinärmedizinischen Unterrichts. Diese seien nützlich, um das zu lehrende Curriculum (Schlüsselbegriffe, Grundprinzipien) einzugrenzen. Sie können dann auch bei der Fallarbeit als Leitfaden verwendet werden.

### *(2) Begriffslandschaften als Mittel zur Vorstrukturierung (advance organizer) schulischen Unterrichts*

Der Einsatz von Organisationshilfen (Ausubel 1960) wird in der Literatur zum Lehren immer wieder empfohlen und als effizient dargestellt (Gage/Berliner, 1979, S. 145; Grell/Grell 1979). Als Beispiele für Organisationshilfen gelten Vorstrukturierungen (Gliederung eines Vortrages), die Angabe von wichtigen Regeln oder Prinzipien bzw. die Erläuterung von Begriffen, die später gebraucht werden. Der Lehrende versucht damit, das bereits vorhandene Wissen bei den Lernern zu aktivieren.

Die Befunde zur Effizienz von Begriffslandschaften als Organisationshilfen sind allerdings heterogen: Während Barnes und Clauson (1975) keine Vorteile dieser Technik fanden, konnten nachfolgende Metaanalysen von Stone (1982) Effektgrößen von .48 bzw. von Walberg (1984) von .20 finden. In einer Studie von Willerman und Mac Harg (1991) wurde im Fach Physik zu Beginn einer zweiwöchigen Lehrereinheit eine Experimentalgruppe mittels einer Begriffslandschaft in das zu behandelnde Thema eingeführt. Die Schüler bekamen bei dieser Vorstrukturierung ein Blatt mit leeren Kreisen, die mit Pfeilen verbunden waren, der Lehrer entwickelte seine Begriffslandschaft und die Schüler mußten die Begriffe in das Blatt eintragen. Nach Abschluß der Lehrereinheit wurde ein Leistungstest durchgeführt, aus dessen Resultaten die Überlegenheit der Experimentalgruppe hervorging. Den Leistungsvorteil erklären die Autoren durch die Güte der durch die Lehrer angefertigten Begriffslandschaft sowie durch die aufgrund der Vorstrukturierung erfolgten Aufmerksamkeitslenkung auf die wesentlichen Aspekte des Themas.

### *(3) Darstellung von Wissensstrukturen*

Begriffslandschaften können in vielfältiger Weise zum *Einsatz in Unterrichtssituationen* kommen, um Lernenden komplexe Informationen strukturiert zu vermitteln.

Soyibo (1991) untersuchte den Effekt eines Concept-mapping-Verfahrens mit dem herkömmlichen Klassenunterrichts in Biologie (Schüler aus 4. Klassen einer Secondary School). Außerdem wurde ein sozialer Aspekt des Lernens variiert – ein Teil der Lerngruppen wurde zu Intragruppenkooperation angehalten (kooperatives Lernen), ein anderer zu Intragruppenkooperation bei gleichzeitigem Intergruppenwettbewerb (kooperativ-kompetitives Lernen) und ein dritter Teil der Schüler sollte individualistisch lernen.

Sowohl die Lehrmethode wie auch die Sozialform erwiesen sich als einflußreich. Schüler, die Begriffsmapping-Techniken anwandten, erzielten einen fast doppelt so hohen Lerngewinn, zudem war der Lernzuwachs in kooperativ-kompetitiven Gruppen am größten, gefolgt von den kooperativen, am geringsten war der Zuwachs bei individualistisch vorgehenden Lernern.

Nach Jüngst (1994; 1995) ist die Präsentation bzw. das Durcharbeiten eines Begriffsnetzes signifikant lernwirksamer als das Durcharbeiten eines informationsgleichen Textes. Lernende, die mit einem Begriffsnetz unterrichtet wurden, zeigten in sechs von 13 Unterrichtsexperimenten statistisch signifikante und in weiteren fünf numerisch bessere Behaltensleistungen als Lernende, die zusammenfassende Texte durcharbeiteten. In einem zweiten Experiment wurde von Jüngst (1995, S. 238) der Einsatz eines Begriffsnetzes im Vergleich zu einem zusammenfassenden Text für Wiederholungsaufgaben geprüft. Dazu wurden nach einer Unterrichtseinheit mit Text- oder Netzwerkdarstellung ein Lückentest vorgegeben und darauf bezogen drei verschiedene Formen der Rückmeldung, die unterschiedliche elaborative Prozesse auslösen könnten: (a) markierte Fehler plus der alternativen Darbietungsversion in vollständiger Form, d.h. entweder korrekte Text- oder Netzdarstellung („variante Rückmeldung“, bedeutungsvoll-rezeptives Lernen), (b) markierte Fehler plus identische korrekte Darbietungsform („invariante Rückmeldung“, mechanisch-rezeptives Lernen) sowie (c) markierte Fehler ohne weitere Rückmeldung (bedeutungsvoll-entdeckendes Lernen). In der Unterrichtsstunde nach der Rückmeldung wurde der Wissenstest erneut vorgegeben. Wegen der sich einstellenden Deckeneffekte konnten keine üblichen Signifikanztests gerechnet werden; bei der Netzversion waren in 69%, bei der Textversion in 44% der Fälle Deckeneffekte gegeben; am häufigsten traten diese bei dem invarianten Rückmeldemodus auf, am zweithäufigsten bei der varianten Rückmeldung und am seltensten bei keiner Lösungsvorlage. Letztere Varianten schnitten im Sinne eines Wechselwirkungseffektes besonders schlecht bei der Netzdarstellung ab. In der subjektiven Bewertung schnitt die invariante Rückmeldeform am besten, die variante am zweitbesten ab.

### *(4) Hilfsmittel zum selbstgesteuerten Lernen*

Mit Begriffslandschaften können die Lernenden (im Schul- und im Universitätsunterricht) selbst Informationen organisieren und reduzieren (Heinze-Fry/Novak 1990). Solche Anforderungen stellen sich z.B. :

- bei der Extraktion des Inhalts von Büchern (Probleme des sinnentnehmenden Lesens),
- bei der Extraktion von Ergebnissen aus Untersuchungen (Feld- oder Laborstudien, was sind die zentralen Begriffe, wie werden diese umgesetzt, was soll beobachtet werden?),
- beim Lesen eines Artikels in einer Zeitschrift,
- bei der Planung einer Arbeit (Notieren wesentlicher Begriffe, dann Ausarbeitung von Interrelationen ...).

Roth und Roychoudhury (1992) verweisen darauf, daß die Erarbeitung von Begriffslandschaften eine Methode ist, Schülern wissenschaftliches Denken nahezubringen.

In der Studie von Heinze-Fry und Novak (1990) über den Einsatz von Mapping-Techniken in einem Selbstlernkurs in Biologie waren trotz numerischer Differenzen zugunsten des Mappingverfahrens keine statistisch nachweisbaren Effekte zu objektivieren. Ein Interaktionseffekt in Zusammenhang mit dem Vorwissen zeigt, daß Mapping bei hohem Vorwissen besonders merkförderlich ist. In Einzelfällen wurde diese Lerntechnik *spontan* auch in anderen Bereichen verwendet.

#### (5) Diagnose von Wissensstrukturen

Für die Anregung zum (einsichtsgeleiteten) Lernen ist die Kenntnis des Wissensstandes eines Lerners wesentlich (Schemann 1995). Durch die Ausarbeitung von Begriffslandschaften können sowohl *Wissenslücken* in einem bestimmten Gegenstandsbereich wie auch *Fehlvorstellungen* (misconceptions) über die Bedeutung von Begriffen aufgedeckt werden (Novak/Gowin 1984, S. 20). Eventuell können damit auch *Denkfehler* ermittelt werden, die einer fehlerhaften Aufgabenlösung zugrunde liegen (Tergan 1988, S. 400). Im einzelnen kann damit untersucht werden:

- Erforschung dessen, was ein Lernender bereits weiß (Vorwissen als wesentliche Bedingung für weiteres Lernen, „preinstruction mapping“). Damit kann ein Ausgangspunkt für weiteres Lernen gefunden werden, z.B. auch in Form von Gruppendiskussionen über notwendige Erweiterungen, Verfeinerungen etc. (Nowak/ Gowin, 1984, S. 40ff.).
- Rückmeldungsinstrument für Lernfortschritt beim *Lerner* selbst, z.B. durch den Vergleich früherer mit späteren Begriffslandschaften. Ein Vorteil ist zugleich, daß ihre Erarbeitung eine Aktivität des Lerners voraussetzt, d.h. immer eine elaborative Technik zur besseren Speicherung von Information ist.

- Die Ausarbeitung von Begriffslandschaften durch die Lernenden kann eine wichtige Rückmeldungshilfe für einen *Lehrenden* sei. Gerade im Universitätsunterricht ist man mit einem Vielerlei an diffusen Wissensbeständen konfrontiert; diese Vagheiten können durch die Aufforderung an die Studierenden, das Wissen in Form einer Begriffslandschaft darzustellen, aufgezeigt und letztlich auch beseitigt werden. Vorhandene Fehler können damit spezifisch korrigiert werden.
- Auch im Rahmen der Entwicklung *Intelligenter Tutorieller Systeme* muß eine Modellierung der Wissensstruktur des Lernenden (Lernermodell) mit der angestrebten Wissensstruktur (Expertenmodell) geleistet werden (Mandl/Hron 1986). Eine solche Wissensdiagnose kann mittels „concept maps“ geleistet werden.

#### 2.2.3 Kritikpunkte

Selbstverständlich ist auch dieses Vorgehen nicht ohne Kritik geblieben (Fischer et al., 1995); zu erwähnen sind folgende Aspekte:

- (1) *Darstellungsmittel*. Warum wird bei der Darstellung nicht von dem allgemeinen Instrument der formalen Logik bei der Auswahl der Relationen Gebrauch gemacht? Warum müssen jeweils eigenwillige Darstellungsmittel vorgeschlagen werden?
- (2) *Lernaufwand*. Die Lernenden müssen sich zuerst das Darstellungsverfahren aneignen. Bei Verfahren mit geringen Darstellungsmöglichkeiten ist der Aufwand geringer, jedoch leidet die Adäquatheit der Darstellung. Aus praktischen Erfahrungen heraus sollte man aber „nicht päpstlicher als der Papst sein“, d.h. im unterrichtlichen Bereich (nicht aber zu Forschungszwecken) kann eine selbstentworfenen Symbolik (für Relationen und Konzepte) ausreichend sein.
- (3) *ATI-Effekte*. Lernende mit guten Lernvoraussetzungen (z.B. operationalisiert über Schulnoten, logische Fähigkeiten) können Mappingverfahren besser nutzen. Das Vorwissen ist ebenfalls sehr wesentlich (bei geringem Vorwissen ist es schwer, die relevanten Konzepte und Relationen zu erkennen), es kann aber auch hinderlich sein (wenn das Expertenwissen hochkomplex ist). Pflugradt (1985, S. 130) findet in ihrer Studie, daß die Verstehens- und Behaltensleistung durch die Anwendung von Mapping-Techniken besonders dort gefördert wird, wo kein Mangel an Strukturiertheit besteht, also bei einem gut strukturierten Text oder einem gut organisierten Lerner. Wie so oft in pädagogischen Kontexten, bewahrheitet sich

auch hier das sog. Matthäus-Prinzip, nach dem „dem gegeben wird, der bereits hat“ und denen, die noch nichts haben, zwar das wenige nicht genommen, ihnen aber zumindest weniger gegeben wird.

- (4) *Handhabbarkeit*. Darstellungen, die mit Papier und Bleistift erarbeitet werden, lassen sich nur schwer verändern. Computerunterstützte Verfahren (wie das von Fischer et al. (1995) entwickelte) können hier Abhilfe schaffen.

Dennoch: Visualisierungstechniken sind ergänzende Alternativen im Vergleich zu dem häufig gepflogenen Verbalismus in Schule und Hochschule. Die *Visualisierung* von Prozessen und Relationen kann sowohl beim Wissenserwerb wie auch bei dem längerfristigen Zugriff auf Information von Vorteil sein. Dies heißt aber keineswegs, daß sich diese Verfahren gegen eine kognitive Orientierung des Unterrichts wenden, im Gegenteil, mit ihnen kann „Einsicht“ in komplexe Zusammenhänge eher erreicht werden als nur allein mit verbal gestützten Darstellungsverfahren.

### 3. Erklärung der Effizienz der Technik der Begriffslandschaft

Einleitend wurde die mangelnde Fundierung pädagogischer Handlungsempfehlungen in theoretischen Kontexte beklagt. Man muß deshalb in bezug auf das besprochene Verfahren, dessen Effizienz als nachgewiesen gelten kann, fragen, worin die Unterschiede zwischen der üblichen Verarbeitung von Text und von strukturierten bildlichen Darstellungen (darunter wären auch Begriffslandschaften zu rechnen) bestehen (Fischer et al. 1995), durch welche Prozesse also die überwiegend positiven Effekte für das Lernen erklärbar sind. Naheliegender Weise können durch den Bezug auf psychologische Modellvorstellungen über Informationsverarbeitung und -speicherung mehrere theoriegeleitete Begründungen gegeben werden:<sup>11</sup>

- (1) *Visualisierung*. Durch die graphische Darstellung könnte es sein, daß eine reichhaltigere Gedächtnisspur als bei Wörtern allein entsteht (Paivio 1986). Eventuell wird aber auch ein Bild oder eine Graphik als eine Einheit verarbeitet, wodurch eventuell alle Bestandteile simultan verfügbar sind, während verbale Information sequentiell verarbeitet und erst hin-

terher durch Kohärenzbildung integriert werden muß. Von Winn (1993, zit. n. Jüngst 1995, S. 230) wird betont, bereits ein Diagramm stelle ein „visuelles Argument“ dar, d.h. bei der Suchzielfestlegung würden Symbole oder Symbolcluster besonders beachtet; hierbei spielen Wahrnehmungshierarchien eine Rolle (z.B. von der Ganzheit zu den Einzelheiten). Bei der Informationsentnahme kommen zudem gut gelernte visuelle Routinen zum Einsatz (z.B. Aufmerksamkeitswechsel, erinnerungsbezweckendes Markieren von Symbolen und Textteilen).

- (2) *Aktive Auseinandersetzung mit der Information*. Ein Lernender, der eine Information mittels eines Mapping-Verfahrens darstellt, muß sich aktiv mit der gegebenen Information auseinandersetzen (insbesondere Umformungen treffen); herbeigeführte Eigenaktivität ist eine wichtige Lerneffektivitätsdeterminante (elaborierende Wiederholung). Die gemeinsame Erarbeitung von Begriffslandschaften kann noch zu dem zusätzlichen Effekt führen, daß die Schüler einen Anlaß für ein wissenschaftliches Gespräch haben (Roth/Roychoudhury 1992), während bei dem üblichen Einsatz von Gruppen- und Partnerarbeit häufig die eigenen sozialen Themen im Vordergrund stehen.
- (3) *Reduktion von Komplexität eines Inhaltes*. Die Information wird auf die wesentlichen Aspekte reduziert. Dies kann nur durch intensive Auseinandersetzung geleistet werden. Zu große Komplexität (wie z.B. durch das Lernen an Fallbeispielen) kann zu einer Überforderung führen, der Lernende kann nicht alle Ressourcen bereitstellen, die für eine Verarbeitung wichtig wären.
- In dem Textverarbeitungsmodell von Kintsch und van Dijk (1978) wird auf ähnliche Konsequenzen für die Anwendung hingewiesen: Eine mögliche pädagogische Anwendung dieses Modells ist es, Abschnitte in einem Text finden, Zusammenfassungen anfertigen, Titel für eine Geschichte etc. erarbeiten zu lassen. Diese Strukturen sind am dauerhaftesten im Langzeitgedächtnis gespeichert. Pflugradt (1985, S. 20) diskutiert diese *Bildung von Makrostrukturen* im Zusammenhang mit Mapping-Techniken. Auch bei diesen soll ein Text ja nicht vollständig abgebildet werden, sondern es soll „das Wesentliche“ eines Textes dargestellt werden. Die dargestellten Makrooperatoren könnten Mittel zur Informationsextraktion sein.
- (4) *Verbesserung der Rückmeldung über eigenes Wissen*. Die erarbeitete externale Struktur des Wissens kann leicht daraufhin überprüft werden, ob



das Wissen vollständig und korrekt abgebildet ist. Mapping-Techniken können damit *metakognitive Prozesse der Kontrolle* des eigenen Vorgehens anregen.

- (5) *Bedeutungsvolles Lernen*. Heinze-Fry und Novak (1990) argumentieren, daß die Verwendung der Technik der Begriffslandschaften eine Methode des bedeutungsvollen Lernens im Unterschied zu sog. mechanischem Lernen sei. Bei mechanischem Lernen werde (angeblich) nur eine Summe von Propositionen memorisiert, ohne daß aber Verbindungen zwischen diesen Aussagen gesucht würden. Das Mappingverfahren setzt eine hohe Lerneraktivität voraus. Begriffe werden nicht isoliert gelernt, es werde vielmehr ein ganzes kognitives Netz über einen Gegenstandsbereich damit abgebildet. Dadurch können auch neue Einsichten über den Zusammenhang von Begriffen erworben werden (sog. „cross links“).

Das vorgeschlagene Verfahren der Ausarbeitung von Begriffslandschaften ist ein Beispiel für eine nicht nur zufällig als effizient entdeckte unterrichtsmethodische Variante, sondern auch ein Beleg für die enger werdende Beziehung zwischen psychologischer Grundlagenforschung und pädagogischer Umsetzung.

#### ANMERKUNGEN

- 1 Herrn Kollegen Rupert Vierlinger in fachlicher und persönlicher Verbundenheit anläßlich seines 65. Geburtstages zugeeignet. Ad multos annos!
- 2 Vgl. hierzu den Erziehungsbegriff von Brezinka (1978, 45), für den der Versuchskarakter erzieherischer Handlungen konstitutiv ist. Die Problematik eines alternativen Verständnisses von „Erziehung“ im Sinne eines Wirkungsbegriffes wird hier ebenfalls erläutert.
- 3 Technologische Regeln sind durch drei Aspekte gekennzeichnet: (a) Sie bestehen in einer Handlungsempfehlung, (b) die zu Erreichung eines Zieles vorgeschlagen wird und zwar (c) bei Vorliegen bestimmter Ausgangsbedingungen (Perrez 1983). Zumindest sollten Kennwerte über die Effizienz dieser Handlungsempfehlungen vorhanden sein, und diese sollte nicht auf Voraussetzungen beruhen, die mit dem Korpus des rationalen Wissens nicht vereinbar sind.
- 4 „Das Prinzip der Heimat- und Lebensnähe verlangt auch, daß der Lehrstoff in unmittelbarer oder mittelbarer Anschauung (Lehrausgang, Modell, Bild, Film, Funk, Fernsehen) dargeboten werde. Auch die Aufgaben der sprachlichen und zahlenmäßigen Darstellung verlangen – der konkreten Denkweise des Schülers bis hin in die Reifezeit entsprechend – eine ausreichende anschauliche Fundierung. Ein Unterricht, in dem das Bildungsgut nur in sprachlicher Form dargeboten wird, genügt in den meisten Fällen nicht dem Anschauungsprinzip“ (Lang 1963, 28). Bereits in einer Verord-

nung des Ministeriums für Kultur und Unterricht vom 29. September 1905 wird die Anschaffung von „Veranschaulichungsmitteln“ gefordert (Reichsvolksschulgesetz, 1929, 63).

- 5 Daß Bilder zu besseren Behaltenseffekten führen *können*, ist selbst ein erklärungsbedürftiges Faktum. Auch wurde nachgewiesen, daß Videosequenzen im Vergleich zu Farb- oder Schwarz-Weiß-Bildern einen Behaltensvorteil aufweisen (Vilsmeier/ Fiedler-Breuherr 1996), ohne daß aber eine eindeutige Erklärung dieser Effekte möglich wäre (z.B. offene Fragen einer daten- oder konzeptgetriebenen Reizverarbeitung; Effekte visueller Reichhaltigkeit).
- 6 In einer illiteraten Gesellschaft waren Bilder (oder andere Werke der bildenden Kunst) in einem viel umfassenderen Sinn von Bedeutung. So mußten (praktisch bis zur Durchsetzung der allgemeinen Schulpflicht im zweiten Drittel des 18. Jhs.) religiöse Aussagen primär über Bilder transportiert werden. Man könnte in der Barockzeit aus katholischer Sicht sogar ein vorwiegend visuelles Argument im Zuge der Gegenreformation sehen. Im schulischen Bereich ist als Meilenstein der Bildverwendung der *Orbis sensualium pictus* (1658) von Johann Amos Comenius zu erwähnen, mit dem noch der junge Goethe gelernt haben soll.
- 7 Schnotz (1994, 97) verweist darauf, daß die Terminologie nicht einheitlich ist: Auch Tabellen werden bisweilen als Charts bezeichnet, anstelle von Charts und Graphs wird bisweilen von Diagrammen gesprochen, zu denen aber auch wieder realistische Schemazeichnungen (die in diesem Kontext als informierende Bilder benannt wurden) gezählt werden. Welche Art von Bild stellt Abbildung 1 dar? Wo sind in diesem Kontext die Begriffslandschaften (s.u.) einzuordnen?
- 8 Man spricht von *Metalehren*, wenn man das Lernen des Lernens meint, unter der Bezeichnung *Metagedächtnis* wird das Wissen um das Funktionieren des Gedächtnisses zusammengefaßt, einschließlich der mehr oder minder effizienten Methoden, die zu lernenden Inhalte dauerhaft abzuspeichern. Bisweilen wird der Begriff *Meta*-wissen auch verwendet, wenn auf das Wissen, wie „Wissen“ hergestellt wird, Bezug genommen wird (Novak/ Gowin 1984, 8). Flavell (1984, 24 f) schließt in den Begriff des metakognitiven Wissens Wissen um Person- (intra- oder interindividueller und universeller Art), Situations- und Strategievariablen ein. Chi (1984) betont die Bedeutung *metakognitiver Strategien* (neben der Wissensbasis und dem Einsatz allgemeiner Strategien) als Determinanten der individuellen Lernleistung. Die Wissensbasis wird weniger als Faktenwissen angesehen, sondern als Begriffs- und Regelwissen. Die Verwendung von Strategien (z.B. Aufbau von Selbstkontrollsystemen) kann als eine Form des Einsatzes prozeduralen Wissens angesehen werden.
- 9 *Metawissen*: Die Vorgehensweisen in den Wissenschaften, mit denen neues Wissen geschaffen wird, sind aus den methodischen Grundlagen der Einzeldisziplinen bekannt (Bunge 1967). Diese Vorgehensweisen können auch gelehrt werden bzw. der Lehrprozeß kann sich an dem Prozeß der Entstehung des Wissens orientieren.
- 10 Mit *Mapping-Techniken* sind die Versuche gemeint, Wissensbestände graphisch darzustellen. Mappingverfahren sollen es erlauben, „aus der Vielfalt an Information die wichtigste zu erkennen und sie von der sequentiellen Kodierung im Text in eine strukturierte graphische Darstellung überzuführen“ (Pflugradt 1985, 8). Die Mapping-Verfahren unterscheiden sich danach, welche Relationen zugelassen werden. Einen Überblick zu mehr als 20 Verfahren geben Jonassen, Beissner und Yacci (1993). Auf einzelne Techniken soll hier allerdings nicht eingegangen werden. Im deut-

schen Sprachraum wurden spezielle Systeme in Anlehnung an die S-L-T (Scheele/Groeben, 1984) für diesen Zweck adaptiert; Jüngst (1992) hat ein sehr überzeugendes Einführungsprogramm in diese Technik entwickelt; Fischer et al. (1995) stellen unter dem Namen *InStructure-Tool* ein computergestütztes Verfahren vor, das sie für die Mediziner Ausbildung entwickelt und evaluiert haben.

- 11 Von Jüngst (1995, 230) wird auch ein Vergleich zwischen der Wirksamkeit von Begriffslandschaften und dem Lernen mit Diagrammen vorgenommen, bei dem auf z.T. ähnliche Prozesse verwiesen wird.

## LITERATUR

- Aebli, H. (1978\*). Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf kognitionspsychologischer Grundlage. Stuttgart.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful material. *Journal of Educational Psychology* 51, S. 267-272.
- Ausubel, D. P./ Novak, J. D./ Hanesian, H. (1981?). *Psychologie des Unterrichts* (2 Bd.). Weinheim.
- Barnes, B. R./ Clauson, E. U. (1975). Do advance organizers facilitate learning? Recommendations for further research based on an analysis of 32 studies. *Review of Educational Research* 45, S. 637-659.
- Berger, P./ Luckman, T. (1967). *The social construction of reality*. London.
- Brezinka, W. (1978). *Metatheorie der Erziehung. Eine Einführung in die Grundlagen der Erziehungswissenschaft, der Philosophie der Erziehung und der Praktischen Pädagogik*. München.
- Brown, A. L. (1984). Metakognition, Handlungskontrolle, Selbststeuerung und andere, noch geheimnisvollere Mechanismen. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): *Metakognition, Motivation und Lernen*. Stuttgart, S. 60-109.
- Bunge, M. (1967). *Scientific research*. New York.
- Camstra, B./ Bruggen, J. V. (1986). Schematizing – the empirical evidence. In: C.D. Holley/ D.F. Danserau (Hrsg.): *Spatial learning strategies: Techniques, applications, and related issues*. New York.
- Chi, M. T. H. (1984). Bereichsspezifisches Wissen und Metakognition. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): *Metakognition, Motivation und Lernen*. Stuttgart, S. 211-232.
- Comenius, J. A. (1978). *Orbis sensualium pictus*. Dortmund (Nachdruck der Ausgabe Nürnberg 1658, 2. Auflage).
- Danserau, D. F./ McDonald, B. A./ Collins, K. W./ Garland, J./ Holley, C. D./ Dieckhoff, G. M./ Selby, H. E. (1979). Evaluation of learning strategy system. In: O'Neil, H. F./ Spielberger, C. D. (Hrsg.): *Cognitive and affective learning strategies*. New York, S. 3-43.
- Edmondson, K. M. (1994). Concept maps and the development of cases for problem-based learning. *Academic Medicine* 69, S. 108-110.
- Fischer, F./ Gräsel, C./ Kittel, A./ Mandl, H. (1995). Entwicklung und Untersuchung eines computerbasierten Mappingverfahrens zur Strukturierung komplexer Information (Forschungsbericht Nr. 57). München: Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In: Resnick, L. (Hrsg.): *The nature of intelligence*. Hillsdale, N.J.
- Flavell, J. H. (1984). Annahmen zum Begriff Metakognition sowie zur Entwicklung von Metakognition. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): *Metakognition, Motivation und Lernen*. Stuttgart, S. 23-30.
- Gage, N. L./ Berliner, D. C. (1979?). *Pädagogische Psychologie*. München.
- Geva, E. (1981). Flowcharting expository texts and reading comprehension. University of Illinois (zit. n. Pflugradt 1985).
- Cowin, D. B. (1970). The structure of knowledge. *Educational Theory* 20, S. 319-328.
- Grell, J./ Grell, M. (1979). *Unterrichtsrezepte*. München.
- Heinze-Fry, J. A./ Novak, J. D. (1990). Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science Education* 74, S. 461-472.
- Imhof, A. (1988). *Die Lebenszeit. Vom aufgeschobenen Tod und von der Kunst des Lebens*. München.
- Jonassen, D. H./ Beissner, K./ Yacci, M. (1993). Structural knowledge. Techniques for representing, conveying and acquiring structural knowledge. Hillsdale.
- Jüngst, K. L. (1992). *Lehren und Lernen mit Begriffsnetzdarstellungen*. Frankfurt a.M.
- Jüngst, K. L. (1994). *Lehren und Lernen von Begriffsinhalten mit Concept Maps – Feldexperimente zur Wirksamkeit von Begriffsnetzdarstellungen bei Zusammenfassung und Wiederholung sowie beim Durcharbeiten*. Universität des Saarlandes, Fachrichtung Erziehungswissenschaft (Hrsg. von Prof. Dr. P. Strittmatter): Arbeitsbericht Nr. 64.
- Jüngst, K. L. (1995). Studien zur didaktischen Nutzung von Concept Maps. *Unterrichtswissenschaft* 23, S. 229-250.
- Kintsch, W./ van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review* 85, S. 363-394.
- Kirkhoff, M. (1988). *Mind mapping. Die Synthese von sprachlichem und bildhaften Denken*. Berlin.
- Klauer, K. J. (1974). *Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse*. Düsseldorf.
- Lang, L. (1963?). *Lehrplan der Volksschule*. Wien.
- Lukesch, H. (1979). Forschungsstrategien zur Begründung einer Technologie erzieherischen Handelns. In: Brandstädter, J./ Reinert, G./ Schneewind, K. A. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie. Probleme und Perspektiven*. Stuttgart, S. 329-352.
- Mandl, H./ Hron, A. (1986). Wissenserwerb mit intelligenten Tutoriellen Systemen. *Unterrichtswissenschaft* 16, S. 358-371.
- Metcalfe, J./ Shimamura, A. P. (Hrsg.): (1994). *Metacognition. Knowing about knowing*. Cambridge, Mass.
- Michael, B. (1983). *Darbieten und Veranschaulichen. Möglichkeiten und Grenzen von Darbietung und Anschauung im Unterricht*. Bad Heilbrunn.
- Ministerium für Kultus und Unterricht (1929\*). *Das Reichsvolksschulgesetz*. Wien.
- Miranda, M. J. A. (1986). Schematizing: Technique and applications. In: Holley, C. D./ Danserau, D. F. (Hrsg.): *Spatial learning strategies: Techniques, applications, and related issues*. New York.
- Norman, D. A./ Rumelhart, D. E./ LNR Research Group (1975). *Explorations in cognition*. San Francisco.
- Novak, J. D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science* 19, S. 29-52.
- Novak, J. D./ Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York.
- Paivio, A. (1986). *Mental representation. A dual coding approach*. New York.

- Perrez, M. (1983). Wissenschaftstheoretische Probleme der Klinischen Psychologie: Psychotherapeutische Methoden – zum Stand ihrer metatheoretischen Diskussion. In: Minsel, W.-R./ Scheller, R. (Hrsg.): *Forschungskonzepte der Klinischen Psychologie*. München, S. 148-163.
- Pflugradt, N. (1985). Förderung des Verstehens und Behaltens von Textinformation durch „Mapping“ (Forschungsbericht Nr. 34). Tübingen: Universität Tübingen, Deutsches Institut für Fernstudien.
- Rheinberg, D./ Donkoff, D. (1993). Lernmotivation und Lernaktivität. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 7, S. 117-123.
- Roth, W.-M./ Roychoudhury, A. (1992). The social construction of scientific concepts or the concept map as conscription device and tool for social thinking in high school science. *Science Education* 76, S. 531-557.
- Scheele, B./ Groeben, N. (1984). Die Heidelberger Struktur-lege-Technik (SLT). Weinheim.
- Schemann, M. (1995). Diagnose von Wissensstrukturen: Eine empirische Untersuchung. *Unterrichtswissenschaft* 23, S. 209-228.
- Schnotz, W. (1994). Wissenserwerb mit logischen Bildern. In: Weidenmann, B. (Hrsg.): *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen*. Bern, S. 95-147.
- Soyibo, K. (1991). Impacts of concept and vee mappings and three modes of class interaction on students' performance in genetics. *Educational Research* 33, S. 113-122.
- Stone, C. (1982). A meta-analysis of advance organizer studies. Paper presented at the annual meeting of the American Research Association, New York (zit. n. Willerman/Mac Harg 1991).
- Tergan, O. (1988). Qualitative Wissensdiagnose – Methodologische Grundlagen. In: Mandl, H./ Spada, H. (Hrsg.): *Wissenspsychologie*. München, (S. 400-422).
- Tolman, E. C. (1932). *Purposive behavior in animals and men*. New York.
- Vierlinger, R. (1990). Unpädagogische Nebenwirkungen von Planungsritualen im Unterricht. Fallanalytische Exerzitien aus der Sekundarstufe I. *Pädagogische Welt* 44, S. 347-351.
- Vierlinger, R. (1993). Anschaulichkeit des Unterrichts vor dem Horizont der Text-Bild-Forschung. In: Dirscherl, K. (Hrsg.): *Bild und Text im Dialog*. Passau, S. 451-466.
- Vilsmeier, M./ Fiedler-Breuherr, G. (1996). Effekte sensorischer Merkmale auf Rekognition und Reproduktion von Videosequenzen und Fotografien. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie* (zur Veröffentlichung vorbereitet).
- Walberg, H. J. (1984). Improving the productivity of America's schools. *Education Leadership* 41, S. 19-26.
- Weidenmann, B. (1986). Psychologie des Lernens mit Medien. In: Weidenmann, B./ Krapp, A./ Hofer, M./ Huber, G. L./ Mandl, H. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch*. München, S. 493-554.
- Weidenmann, B. (1988). *Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern*. Bern.
- Weidenmann, B. (1994). Informierende Bilder. In: Weidenmann, B. (Hrsg.): *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen*. Bern, S. 9-58.
- Weinert, F. E. (1984). Metakognition und Motivation als Determinanten der Lerneffektivität: Einführung und Überblick. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): *Metakognition, Motivation und Lernen* (S. 9-21). Stuttgart.
- Weinert, F. E. (Hrsg.). (1984). *Metakognition, Motivation und Lernen*. Stuttgart.
- Wellenhofer, W. (1985). *Handbuch der Unterrichtsgestaltung*. 9. Schuljahr (Band 9). München.
- Willerman, M./ Mac Harg, R. A. (1991). The concept map as an advance organizer. *Journal of Research in Science Teaching* 28, S. 705-711.
- Winn, W. (1993). An account of how readers search for information in diagrams. *Contemporary Educational Psychology* 18, S. 162-185.