

Jüngst, Karl Ludwig; Strittmatter, Peter

Wissensstrukturdarstellung: Theoretische Ansätze und praktische Relevanz

Unterrichtswissenschaft 23 (1995) 3, S. 194-207



Quellenangabe/ Reference:

Jüngst, Karl Ludwig; Strittmatter, Peter: Wissensstrukturdarstellung: Theoretische Ansätze und praktische Relevanz - In: Unterrichtswissenschaft 23 (1995) 3, S. 194-207 - URN: urn:nbn:de:01111-opus-81297 - DOI: 10.25656/01:8129

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:01111-opus-81297>

<https://doi.org/10.25656/01:8129>

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, auführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

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

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

Kontakt / Contact:

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

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung
23. Jahrgang / 1995 / Heft 3

Thema: Vernetztes Denken

Verantwortlicher Herausgeber:
Peter Strittmatter

- Karl Ludwig Jüngst, Peter Strittmatter:
Wissensnetzdarstellung: Theoretische Ansätze und
praktische Relevanz 194
- Martina Schemann:
Diagnose und Wissensstrukturen:
eine empirische Untersuchung 208
- Karl Ludwig Jüngst:
Studien zur didaktischen Nutzung von Concept Maps 229
- Thomas Hippchen:
Begriffsnetzbearbeitung am Computer –
ein Forschungsprojekt 251

Allgemeiner Teil

- Claudia Dolde, Klaus Götz:
Subjektive Theorien zu Lernformen in der betrieblichen
DV-Qualifizierung 264

- ## **Berichte und Mitteilungen** 288
- 193

Karl Ludwig Jüngst, Peter Strittmatter

Wissensstrukturdarstellung: Theoretische Ansätze und praktische Relevanz

Structural knowledge (re-)presentation:
theoretical concepts and practical relevance

Verschiedene Darstellungsmöglichkeiten von Wissensstrukturen werden anhand von JONASSEN et al. (1993) in eine Rahmenstruktur eingeordnet: Techniken zur Repräsentation, zur Übertragung / Vermittlung (i.S. von Instruktion) und zum Erwerb von Wissensstrukturen (i.S. von Selbstinstruktion). Der Einsatz von Strukturdarstellungen bei der Wissensdiagnose wird genauer betrachtet, dabei werden differenzierte, hauptsächlich in der wissenschaftlichen Diagnostik verwendete Methoden ebenso angesprochen wie Möglichkeiten vereinfachter Anwendung in der Unterrichtspraxis. Verschiedene Möglichkeiten des Einsatzes bei der Wissensvermittlung werden vorgestellt und Forschungsdesiderata anhand eines Schemas didaktischer und psychologischer Lernschritte aufgedeckt.

Several possibilities of (re-)presenting knowledge structures are arranged in a frame sensu JONASSEN et al. (1993): techniques for representing, conveying (that means instruction) and acquiring structural knowledge (that means self-instruction). The use of structural representations in the diagnosis of knowledge is regarded in detail. Thereby differentiated methods (specially used in the field of psychological and educational diagnosis) are considered just as possibilities of simple application in the school reality. Several facilities for the use of conveying knowledge are presented and desiderata for research are disclosed by a frame of didactical and psychological learning steps.

Der Gebrauch von Bezeichnungen wie Concept Map, Cognitive Map, Semantic Maps, Mind Mapping u.ä. für grafische Darstellungen von Wissensstrukturen ist in den letzten Jahren fast inflationär geworden. Er bezieht sich auf sehr schlichte Pfad- und/oder Netzdarstellungen überwiegend assoziativer Wissensverbindungen (von PREECE 1976 bis JONASSEN 1987) bis hin zu komplexeren, auch Relationen zwischen den Netzknoten miterfassenden Formen (NOVAK et al. 1983; FISCHER 1990; JÜNGST 1992). Der folgende Beitrag befaßt sich nicht mit Effektivitätsvergleichen zwischen den verschiedenen Darstellungsweisen (vgl. aber JÜNGST, in diesem Heft), sondern zielt auf die unterschiedlichen Forschungsperspektiven, insbesondere bzgl. der didaktischen Verwendbarkeit. Doch zunächst sollen solche grafischen Strukturdarstellungen in größerem Zusammenhang von Wissensnetzdarstellung allgemein gesehen werden.

1. Darstellung von Wissensstrukturen

JONASSEN et.al (1993) geben einen guten deskriptiven (jedoch nicht bewertenden) Überblick über die verschiedenen Darstellungsweisen strukturellen Wissens. Diese Darstellungen gehen zurück auf semantische Netzwerktheorien. Sie können zum Zwecke der Inhaltsanalyse, der Evaluation oder metakognitiven Studien eingesetzt werden, können gewonnen werden durch Free-recall-Protokolle, durch Ähnlichkeits-Ratings oder Wortassoziationen, können dargestellt werden in propositionalen Modellen, dimensional Repräsentationen oder Baumstrukturen, und sie können mittels Ähnlichkeitsmodellen (Experten-Novizen-Vergleiche) evaluiert werden (JONASSEN et.al 1993, 13).

Die Autoren gliedern nach Techniken zur Repräsentation (im diagnostischen Sinne), zur Übertragung/Vermittlung (im didaktischen Sinne / Instruktion) und zum Erwerb von Wissensstrukturen (im Sinne der Selbstinstruktion) und orientieren sich damit an den ursprünglichen Funktionen der jeweiligen Ansätze. Sie zeigen aber durchgehend, daß die Verwendungsmöglichkeiten oft darüber hinausgehen, d.h. daß z.B. Verfahren, die ursprünglich zu diagnostischen Zwecken entwickelt wurden, auch in der Wissensvermittlung oder bei Selbstinstruktion eingesetzt werden können.

Bei den *Techniken zur Repräsentation* unterscheiden die Autoren zwischen den einfachen, die lediglich vorhandenes Wissen „hervorholen“ sollen und komplexeren, die zugleich strukturelles Wissen abbilden können.

Unter den ersteren haben *Wort-Assoziations-Verfahren* (JONASSEN et.al 1993, 25-36), ob freiere oder gebundene, lange Tradition. Auf sie soll hier nicht eingegangen werden. Sie lassen sich oft über andere Verfahren in grafische Repräsentationen umsetzen (PREECE 1976). Daneben stehen *Ähnlichkeits-Ratings* (JONASSEN et.al 1993, 37-44), die wie die Multidimensionale Skalierung oder „Pathfinder-Netze“ auf der Annahme basieren, daß die psychologische Nähe und/oder Ähnlichkeit zwischen zwei Konzepten sich in einem entsprechenden Modell räumlich abbilden läßt. Verwandt damit sind *Kartensortieraufgaben* (JONASSEN et.al 1993, 45-52), bei denen vorgelegte Begriffe frei, d.h. nach selbstgewählten Kriterien, zu gruppieren sind.

Die Techniken zur Wissens-Repräsentation, die zugleich Strukturen aufdecken sollen, kommen den unter Übertragung/Vermittlung dargestellten Verfahren (s.u.) teilweise sehr nahe. Es wird dabei unterschieden zwischen „Baum-Konstruktions-Aufgaben“, „Cognitive Maps“, „Pathfinder-Netzen“ und „Ordnungsbaum-Techniken“.

Bei den *Baum-Konstruktions-Aufgaben* (JONASSEN et.al 1993, 55-60), einem bzgl. der Validität fragwürdigen Verfahren, sollen Probanden vorgegebene Begriffe in der Reihenfolge ihrer Wahl zueinander (durch grafische, linienverknüpfte Anordnung) in Beziehung setzen, wobei angenommen wird, daß die Reihenfolge der Wahl die Verknüpfungsstärke ausdrückt. Didakti-

sche Verwendungen des Verfahrens werden nicht gesehen. *Cognitive Maps* dagegen als dimensionale Repräsentationen (JONASSEN et.al 1993, 61-71) basieren auf dem Konzept der Multidimensionalen Skalierung. Während sie psychologisch eine relativ hohe Validität gewährleisten, sind sie zwar in der Forschungspraxis, jedoch kaum in der pädagogischen 'Alltags'-Diagnose verwendbar. Über den diagnostischen Ansatz hinausgehende Anwendungen werden durchaus gesehen, insbesondere wenn Lernende ihre individuellen *Cognitive Maps* mit denen von Experten vergleichen können. In den *Pathfinder-Netzen* sind die Verknüpfungen gewichtet (JONASSEN et.al 1993, 74-81). Ausgehend von Ratings semantischer Ähnlichkeit werden auf graphentheoretischer Basis Distanzen zwischen Netzknoten berechnet, nur die jeweils kürzesten 'Pfade' dargestellt und der 'meistverknüpfte' Knoten in den Mittelpunkt gestellt (SCHVANEVELDT et al. 1989). Außerdiagnostische Anwendungen sind bei der Entwicklung tutorieller (insbesondere Hypertext) Systeme möglich. *Ordnungsbaum-Techniken* gehen von rein hierarchisch organisierten Gedächtnisinhalten aus, erheben deshalb die Über-/Unterordnung zwischen vorgelegten Begriffen. Sie ermöglichen deshalb keine nicht-hierarchischen Strukturdarstellungen. (JONASSEN et.al 1993, 83-88). Außerdiagnostische Verwendungen werden von den Autoren nicht angesprochen.

Bei allen verbalen Tests zur Diagnose von Wissensstrukturen kann - so JONASSEN et.al (1993, 89) - die Reliabilität und Validität in Frage gestellt sein. Wortfreie Alternativen sind aber nicht in Sicht.

Die *Übertragung/Vermittlung* strukturellen Wissens kann mittels impliziter oder expliziter Methoden geschehen. Zu den impliziten Methoden zählen JONASSEN et.al (1993) „Inhaltsstrukturen“, „Elaborationstheorie“ und „Frames and Slots“.

Inhaltsstrukturen (JONASSEN et.al 1993, 101-114), insbesondere bzgl. aufzählender oder sequenzierter Beschreibung, Verursachung, Problemlösung und Vergleich (MEYER 1985), können Textautoren und Instruktionsdesignern als darstellungsleitende Gliederungen dienen, aber auch zur Analyse von Instruktionsmaterial herangezogen werden. *Elaborationstheoretische Strukturen* (JONASSEN et.al 1993, 115-124) werden hierarchisch um eine zentrale Aussage organisiert und können zur Evaluation von Texten oder von Instruktionsdesigns genutzt werden (REIGELUTH & SARI 1980; REIGELUTH & ROGERS 1980). *Frames and Slots* (JONASSEN et.al 1993, 125-134) sind zweidimensionale Strukturgitter für Begriffe und ihre Merkmale und können für Lernmaterialanalysen und zu Schülerübungen benutzt werden (ARMBRUSTER & ANDERSON 1985).

Bei den expliziten Darstellungsmethoden unterscheiden JONASSEN et.al (1993) verbal/tabularische und graphische. Zu den ersteren zählen vorstrukturierende Lernhilfen, also *Advance Organizer* sensu AUSUBEL (1960, 1978). *Kreuzklassifikationstabellen* (JONASSEN et.al 1993, 173-178) zum Vergleichen und/oder Kontrastieren von Objekten mit ähnlichen Eigenschaften.

ten, insbesondere beim Rückblicken und bei Zusammenfassungen, sind im Prinzip von gleicher Struktur wie die o.g. „Frames and Slots“, werden aber wegen des theoretischen Anspruchs (RUMELHART 1980; SCHANK & ABELSON 1977) zu den expliziten Methoden gerechnet. Ebenso zweidimensional-tabularisch ist die *Semantische Merkmalsanalyse* (JONASSEN et.al 1993, 179-188; JOHNSON et al. 1982), bei der die Objekte die eine, die Merkmale die andere Dimension darstellen und die Kreuzungsfelder mit Zutreffen oder Nichtzutreffen (des jeweiligen Merkmals) gefüllt werden; sie eignet sich für unterrichtliche Diskussion und Klärung von Begriffsbedeutungen.

Erst die graphischen expliziten Methoden entsprechen dem, was wir bei unseren Forschungen unter Maps oder Strukturdarstellungen verstehen. Hierzu rechnen JONASSEN et.al (1993) „Semantic Maps“, „Causal interaction Maps“, „Graphic Organizers“ und „Concept Maps“.

Eine *Semantic Map* (JONASSEN et.al 1993, 135-144) rückt ein Schlüsselkonzept in den Mittelpunkt einer Struktur von Betrachtungsaspekten, denen dann Einzelheiten (Beispiele, Merkmale usw.) hierarchisch/subsumierend zugeordnet werden. Diese Methode kann, weil leicht erlernbar, im Unterricht von Schülern verwendet werden. Da Teilkonzepte mit bloßen Linien verbunden werden und diese Linien als Relationen nicht benannt werden, können keine komplexeren Beziehungen dargestellt werden. Dennoch knüpfen einige computergestützte Programme bei den Semantic Maps an, um Wissensstrukturen darzustellen, so KOZMAS (1987) Learning Tool, KOMMERS' (1989) TextVision oder FISCHERs (1990) SemNet.

Causal interaction Maps (JONASSEN et.al 1993, 145-154) greifen LONGs (1983) Ansatz auf, faktorenanalytische Ergebnisse in einem Kausalmodell zu repräsentieren. Die inhaltliche Beschränkung auf Kausalbeziehungen läßt das Modell mit dieser einen Art von Beziehungen (dargestellt als Pfeile) auskommen. Diese Art von Map ist leicht zu lernen und zu interpretieren und scheint sich besonders zu eignen für die Veranschaulichung multipler Verursachung eines Effektes, wobei sogar Kausal-Anteile (im statistischen Sinne) darstellbar sind. In ihrer Spezifizierung auf diese Relation liegt zugleich ihre Begrenzung.

Graphic Organizers, auch *Strukturierte Übersichten* genannt (JONASSEN et.al 1993, 165-172), sind mit AUSUBELs Advance Organizers verwandt (BARRON 1980), können als deren grafische Umsetzung angesehen werden. Sie bedienen sich unbeschrifteter Relationen, knüpfen am Vorwissen an und stellen vor allem einen Überblick über das anstehende/zu lernende Wissen dar.

Die komplexeste Methode stellen sicherlich *Concept Maps* dar (JONASSEN et.al 1993, 155-164). Basierend auf AUSUBELs Theorie entwickelten vor allem NOVAK et al. (1983) diese Darstellungsweise, bei der die Relationen zwischen den Netzknoten beschriftet werden. Den breiten Anwendungs-

möglichkeiten beim Lehren (Überblick, Zusammenfassung, Curriculumentwicklung usw.) und beim Lernen (selbst entwickeln als sog. concept-mapping, üben usw.) steht die Schwierigkeit entgegen, daß manche grafische Realisierungen sehr komplex werden. Defizitär an dieser Methode ist einerseits, daß die Relationen auch nur als Linien dargestellt werden, also nicht (als Pfeile) gerichtet sind. Zum andern fehlt trotz des Hinweises auf die prinzipiell hierarchische Strukturierung die Unterscheidung einer Abstraktions- und Komplexionshierarchie. Dem Ausgleich beider Defizite ist in JÜNGST 1992 Rechnung getragen worden.

Gemeinsam ist allen Verfahren der Übertragung/Vermittlung von Wissensstrukturen, daß sie neben dem Unterricht auch im diagnostischen Bereich und im Bereich der Selbstinstruktion eingesetzt werden können.

JONASSEN et.al (1993) rechnen zu den Verfahren, die als Lernstrategien (Selbstinstruktion) zum Erwerb strukturellen Wissens konzipiert sind: die grafischen „Pattern-Notes“, „Spinnen-Maps“, „Frame Game“ und „Networks“ sowie das verbal-tabulatorische „NAIT“.

Pattern-Notes (JONASSEN et.al 1993, 205-212) gehen auf eine Idee von BUZAN (1974) zurück. Es sind einfache Darstellungen von assoziativen Verzweigungen zu einer 'Hauptidee', wobei die verknüpften Teilideen (ob Knoten oder Relationen) auf/an die verzweigenden Linien geschrieben werden. Ganz ähnlich, allerdings nur mit Unterknoten und nicht mit relationalen Verzweigungen, arbeiten *Spinnen-Maps* (JONASSEN et.al 1993, 213-219), die sich besonders zur 'Selbstorganisation' von Lernmaterial eignen sollen (HANF 1971). *Frame Game* (JONASSEN et.al 1993, 222-229) verwendet eine begrenzte Anzahl von Relationsklassen (CLIFFORD 1981), z.B. Über-Unter-Ordnungen, Sequenzen, Teil-Ganzes-Beziehungen, Ursachen, Analogien usw. Optisch unterstützt werden die wählbaren Relationsklassen durch verschiedene geometrische Figuren und Zeichen, die teilweise zu einer Gesamtgestalt zusammengesetzt werden können. *Network* (JONASSEN et.al 1993, 232-241) geht auf eine grafische Textvisualisierung DANSEREAUS (1978) zurück. Das Verfahren ähnelt grafisch den o.g. Semantic Maps, definiert aber (wie Frame Game) eine begrenzte Zahl von Relationen (Unterbegriff, Teil, Konsequenz, Analogie, Charakteristik und Evidenz), die wiederum nur als ungerichtete Linien, nicht als Pfeile dargestellt werden; wegen der schwierigen Erlernbarkeit wurde es bisher nur im hochschuldidaktischen Bereich eingesetzt. *NAIT* (Node Acquisition and Integration Technique) ist das verbal-tabularische Analogon zum Networking (JONASSEN et.al 1993, 244-253). Es basiert u.a. auf dem Verarbeitungstiefe-Gedächtnismodell (DIEKHOF et al. 1982), indem die Verknüpfungen als retrieval-cues genutzt werden sollen.

Gemeinsam ist allen diesen Lernstrategie-Verfahren, daß sie auch im diagnostischen Bereich und im Bereich der Übertragung/Vermittlung, also im Unterricht eingesetzt werden können.

Tab.1: Überblick über die angeführten Verfahren

		Form			Verwendung bei			Tabelle, Graphik o. Netz für Lernende	Inhib. für Lehrende u. Interaktionsdesigner konzipiert	Reklamation zw. Kindern können erfüllt bzw. abgestellt werden	
		rein verbal	tabularisch	Graphik/Netz	Diagnose	Instruktion	Selbstinstruktion				
Techniken zur Repräsentation (Diagnose)	einfache	Wort-Assoziations-Verfahren		+			+	(+)			
		Ähnlichkeits-Ratings			+			+	(+)		
	komplexe	Kartensortieraufgaben		+				+			+
		Baum-Konstruktions-Aufgaben				+				+	
		Cognitive Maps				+					+
		Pathfinder-Netze				+	+	+	+		+
Techniken zur Übertragung/ Vermittlung (Instruktion)	implizite	Ordnungsbaum-Techniken				+	+			+	
		Inhaltsstrukturen				+	+	+	+	+	+
		Elaborationstheoretische Strukturen				+					+
	explizite	verbal/ tabula- torische	Frames und Slots			+			+		+
			Advance Organizer		+				+		
		graphische	Kreuzklassifikationstabellen			+			+	+	+
			Semantische Merkmalsanalyse			+	+	+	+	+	+
			Semantic Maps			+	+	+	+	+	+
			Causal Interaction Maps			+	+	+	+	+	+
			Graphic Organizer			+	+	+	+	+	+
Concept Maps			+	+	+	+	+	+			
Techniken als Lernstrategien (Selbstinstruktion)	Pattern-Notes			+	+	+	+	+	+		
	Spinnen-Maps			+	+	+	+	+	+		
	Frame Game			+	+	+	+	+	+		
	Network			+	+	+	+	+	+		
	NAIT			+		+	+	+	+		

(+) = erst verwendbar, wenn in grafische Technik „übersetzt“

2. Einsatz von Strukturdarstellungen bei der Wissensdiagnose

Es wird im folgenden vornehmlich auf Statusdiagnose abgestellt, Prozeßdiagnose (mit Ausnahme des Aspektes der anzunehmenden Veränderung zwischen zwei Status) ausgeklammert. Die methodologisch bedeutsamen Aspekte der Angemessenheit des Repräsentationssystems, der Validität der Erhebung und der Bewertung der individuellen Wissensrepräsentation wurden von TERGAN (1988) behandelt und werden hier nur am Rande gestreift (vgl. aber Beitrag SCHEMANN in diesem Heft). Auch auf die Art der Erhebung soll hier nicht näher eingegangen werden. Es liegt aber auf der Hand, daß „Kategorisieren“ (sorting) und „Befragen“ eher eine direkte Strukturierung ermöglichen als „lautes Denken“ und „freies Reproduzieren“ (free recall) (KLUWE 1988).

Greift man nun hier auf JONASSEN zurück, so können bei der Erhebung gespeicherter Wissensstrukturen, sei es im Sinne von „Vorwissen“, sei es im Sinne eines vermittelten, angezielten lehrzielbezogenen Wissens, zunächst die Verfahren ins Auge gefaßt werden, die speziell zu diagnostischen Zwecken entwickelt wurden (JONASSEN et.al 1993, Part II). Darüber hinaus aber müßten prinzipiell alle genannten Verfahren im diagnostischen Bereich verwendet werden können. Eingeschränkt ist dies, wo keine expliziten Angaben über Möglichkeiten der Erhebung gemacht werden (z.B. MEYER 1985). Be-

grenzt verwendbar, weil didaktisch nicht leicht mit entsprechenden Konsequenzen im Unterricht verknüpfbar, sind diejenigen Verfahren, bei denen die zu Testenden eine Strukturdarstellung selbst gar nicht zu Gesicht bekommen, wo solche eben vom Auswerter / Forscher aus Verbalerhebungen, z.B. aus einem Interview (COBERN 1993), erschlossen werden.

Aber auch dort, wo die Erhebung mittels der Strukturdarstellungsverfahren selbst erfolgt, wie z.B. bei den „Baum-Konstruktions-Tests“ beim Einsatz von „Concept Maps“ (s.o.) oder bei der „Struktur-Lege-Technik“ (vgl. Beitrag SCHEMANN in diesem Heft), so können Schwierigkeiten insbesondere dort entstehen, wo dieses Verfahren seinerseits einer gewissen Vertrautheit bedarf, um adäquat gehandhabt werden zu können. Außerdem müßte gerade hier jeweils die Frage der Reliabilität und vor allem der Konstruktvalidität gestellt und empirisch geprüft werden.

Zielt man nicht auf eine psychologisch differenzierte und konstruktvalide Diagnose ab, sondern fragt, welche Instrumente im pädagogisch-diagnostischen Alltag, z.B. im Sekundarschulwesen einsetzbar sind, so macht diese Aufgabe zwei Kriterien erforderlich: Zum einen müssen Schüler von vornherein damit leicht umgehen können, sowohl inhaltlich (darstellen, was sie meinen/wissen) als auch handwerklich (zeichnen, beschriften, Kategorien und/oder Relationen wählen usw.). Zum andern muß das so Dokumentierte auch ökonomisch von Lehrenden auswertbar sein, will er überhaupt didaktische Konsequenzen daraus ziehen können.

Wenn die Grundannahme der meisten Strukturdarstellungen zutrifft, daß das Wissen im Langzeitgedächtnis netzanalogue, d.h. als ein System mit Elementen / Knoten und verbindenden Relationen, gespeichert ist, dann sollten Wissensbestände möglichst schon in dieser Form präsentiert, zumindest aber zusammengefaßt, durchgearbeitet und wiederholt werden. Dies führt dann zu einer zunehmenden Routine des Verstehens struktureller Darstellungen und vermutlich auch zu selbständiger Verwendung solcher Verfahren. Erst so wird ein solches Verfahren auch diagnostisch ökonomisch verwendbar, weil es dann nicht erst eigens zu einem Testzweck gelernt werden muß, sondern als Metastrategie zur Verfügung steht.

Die Verwendung einer solchen Darstellung im Unterricht und beim Testen als einem Prüfen der Lehrzielerreichung erfordert aber auch, daß das Verfahren als solches nicht zu komplex und nicht fachspezifisch orientiert ist. Wenn das Verfahren prozedural genutzt werden soll, so muß die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses mitberücksichtigt werden. Das bedeutet, daß vor allem die Zahl nichtfachspezifischer Relationen eines solchen Systems, die gleichsam als Kategorien solcher Verknüpfung ständig im Denkprozeß zur Verfügung gehalten werden müssen, 7 ± 2 nicht übersteigen sollte (JÜNGST 1992, S.24). Dies ist z.B. bei dem Verfahren der „Inhaltsstrukturen“ mit fünf Relationen (MEYER 1982; ARMBRUSTER 1984) und bei CLIFFORDs (1981) Frame Game mit sieben Relationen berücksichtigt worden. Und dies ist der gewichtigste Grund, weshalb komplexe Verfahren wie z.B. die Heidelberger Struktur-Lege-Technik mit mindestens 15 Relationen (SCHEELE & GROE-

BEN 1984; vgl. Beitrag SCHEMANN in diesem Heft) in der schulischen Praxis nicht angewandt werden können.

Für diese Schulpraxis stellt sich noch ein weiteres Problem der Diagnoseökonomie, insbesondere bei der Vorwissenserhebung. Wenn eine Lehrkraft die Vorwissensstrukturen ihrer Schüler individuell erhebt, wie soll sie sie vergleichen? Ohne aufwendige Verrechnungsverfahren scheint dies nicht möglich. Es wurde deshalb als ein praktikables Verfahren für die Unterrichtspraxis vorgeschlagen (JÜNGST 1992, S.48-50 und 62-67): Lehrende erstellen eine grafische Strukturdarstellung als Lehrzielstruktur. Sie erheben (vor dem Hintergrund und im Hinblick auf diese Zielstruktur) das Vorwissen der Schüler durch gezielte Befragung der gesamten Klasse; die Ergebnisse werden notiert und in der Nachbereitung dazu bzw. in der Vorbereitung des eigentlichen Unterrichts der Begriffsvermittlung in dieser Zielstruktur mit entsprechenden Markierungen für „erfüllt/vorhanden/gewußt“, für „nicht gewußt/defizitär“ und „abweichend/teilweise falsch“ eingetragen; bei fortschreitender Routine können solche Erhebungen auch direkt in die Zielstruktur (die den Schülern aber noch nicht präsentiert wird) eingetragen werden. Dies ist insofern lehrökonomisch, als die bereits beherrschten Zielbereiche nicht mehr eigens vermittelt werden müssen. Ein besonderes Problem ergibt sich aber daraus, daß hierbei keine individuellen Strukturen, sondern quasi kollektive erhoben werden analog zum Ansatz der Zusammenfassung von subjektiven Theorien (BIRKHAN 1987; vgl Beitrag SCHEMANN in diesem Heft). Gehen bei dieser Befragung nun Schülermeinungen auseinander, können die entsprechenden Verteilungen der Ansichten erhoben, als errechnete oder geschätzte prozentuale Gewichtungen ebenfalls notiert werden und bei der Beseitigung von Defiziten berücksichtigt werden.

Beim Testen der tatsächlich durch den Unterricht erreichten (individuellen) Zielstrukturen können die grafischen Darstellungen erfolgreich eingesetzt werden, wenn die zu prüfenden Anforderungen auf einfachem Wissensniveau liegen. Analog zu Lückentexten werden in den Maps die kritischen Stellen gelöscht (FISHER 1990), wobei allerdings einige Regeln zur Ausgewogenheit zu beachten sind (JÜNGST 1992, S.48-50 und 71) (vgl. auch Beitrag JÜNGST in diesem Heft).

Wenn Schüler mit Strukturgraphen vertraut sind, kann die Testaufgabe auch darin bestehen, selbst eine solche Darstellung zu entwerfen/zu zeichnen. Daß sich darin Instruktionseffekte niederschlagen, zeigten WALLEES & MINTZES (1990). Das liegt u.a. daran, daß concept mapping von vornherein als ein reaktives Diagnoseinstrument zu gelten hat, was sich in diesem Zusammenhang von Instruktion und Testen noch potenzieren mag, aber pädagogisch hier durchaus nicht unerwünscht ist. Eine besondere Nutzungschance für das concept mapping scheint in der Weiterbildung zu liegen, wenn Lehrende bei heterogenen Wissensvoraussetzungen der Lernenden nach der gemeinsamen Basis für ihre Vermittlung suchen.

3. Einsatz von Strukturdarstellungen bei der Wissensvermittlung

Wie bereits erwähnt scheint es zweckmäßig, bereits bei der Wissensvermittlung Strukturdarstellungen zu verwenden. Dabei sollten die Netzdarstellungen mit Elementen und Relationen (z.B. Pathfinder-Netze oder Concept Maps, s.o.) wegen der Analogie zu postulierten Gedächtnisstrukturmodellen favorisiert werden.

Zwei Verwendungsmöglichkeiten solcher Netzdarstellungen bieten sich an: Zum einen kann die Struktur den Lernenden präsentiert werden. Dies gilt vor allem beim Einstieg in ein Stoffgebiet, sei nun die Netzdarstellung eigens zu diesem Zwecke konzipiert (Advance Organizer, Graphic Organizer, s.o.) oder nicht. Es gilt aber auch besonders bei Zusammenfassungen und anschließendem Durcharbeiten (sensu AEBLI 1983), sowie beim Üben und Wiederholen. Auch bei Erarbeitungen kann die direkte Präsentation zweckmäßig sein, wenn die Strukturierung selbst das eigentliche Erarbeitungsziel ist.

Zum andern kann die Strukturdarstellung von Lernenden selbst erarbeitet werden, sei es direkt aus einem vorliegenden Text oder aus verschiedenen Quellen gewonnen. Dies ist in empirischen Studien häufig belegt worden (z.B. FISHER 1990; MAHLER & HOZ 1991; BARENHOLZ & TAMIR 1992). Dies setzt ein Vertrautsein mit dem concept mapping als Verfahren voraus, was nach unseren Erfahrungen - je nach Komplexität des Verfahrens - erst nach Erstellung von 10-15 eigenen Maps (Concept Maps sensu JÜNGST 1992) der Fall sein dürfte; bei einfachen Verfahren, insbesondere solchen, bei denen die Relationen nicht als Pfeile gerichtet und definiert sind (Semantic Maps, Spinnen-Maps u.a., s.o.) kann sich dieser Lernaufwand erheblich reduzieren, aber eben auf Kosten der Differenziertheit der zu gewinnenden Wissensabbildung.

Kombiniert werden beide Möglichkeiten, wenn solche von Lernenden (als Novizen) selbstgestellten Maps mit der Zielstrukturdarstellung von Lehrenden (als Experten) verglichen und in den Übereinstimmungen das bereits Gelernte sowie in den Abweichungen die Defizite verdeutlicht werden. Eine Übergangsform zwischen Präsentation und Selbsterstellen von Maps bildet das Ergänzen und/oder Erweitern von Maps, wie dies WILLERMAN & HARG (1991) oder RINK et al. (1994) vorgeschlagen haben.

Als verwandte Techniken sind diejenigen nicht-grafischer Form anzusehen, die mit zweidimensionalen Tabellen arbeiten, sofern sie für den didaktischen Bereich verwendbar sind (vgl. Tab.1). Was die Schüler dabei an „Struktur“ lernen, ist zumindest der vorgestellte zweidimensionale Zusammenhang, in dem immer eine bestimmte Relation (z.B. Unterbegriffe, Eigenschaften usw.) ausgedrückt ist.

Eine besondere Funktion des concept-mappings (Selbsterstellen einer Strukturgrafik) wird bei den Lehrenden bzw. Instruktionsdesignern gesehen. Man-

che Ansätze sind eigens zu diesem Zwecke konzipiert worden (s. Tab.1). Von rund 50 grob inhaltsanalytisch ausgewerteten Literaturbeiträgen weisen immerhin 15 auf diese Funktion hin. Doch sollte dabei differenzierter unterschieden werden, ob es sich um Hilfen und/oder Wirkungen in der inhaltlichen oder in der methodisch-didaktischen Lehrplanung handelt. Außerdem scheint unterscheidenswert, ob sich das concept-mapping nur bei der Kognition der Lehrenden, in ihrer unterrichtspraktischen Umsetzung oder bei der Überprüfung der Zielerreichung auswirkt.

Mit Kognitionswirksamkeit bzgl. der Lehrinhalte beschäftigten sich z.B. STARR & KRAJCIK (1990), NOVAK (1990) und HOZ & TOMER (1990). Mit der entsprechenden Wirksamkeit bzgl. der Lehrplanung befaßten sich z.B. KEITH (1989), BEYERBACH & SMITH (1990) und RINK et al. (1994). Für die inhaltliche Lehrplanung einschließlich deren Umsetzung im Unterricht ist unter den oben angeführten Verfahren (s. Tab.1) vor allem das der Concept Maps geeignet. Mit der Umsetzung methodisch-didaktischer Planungen befaßten sich BARENHOLZ & TAMIR (1992), NOVAK (1990) und ROTH & ROYCHOUDHURY (1992). Über die Wirkung der Verwendung des concept-mappings durch Lehrende auf deren Tätigkeit der Lehrzielüberprüfung ist außer einigen Hinweisen bei JONASSEN et al. (1993) wenig zu finden.

4. Forschungsdesiderata

Will man grafische Wissensstrukturdarstellungen künftig didaktisch noch effektiver nutzen, dann muß psychologisch differenzierter untersucht werden, wie Lernende damit umgehen. Die didaktischen Nutzungsbereiche lassen sich leicht nach den wichtigen Phasen/Schritten der Instruktion gliedern in „Vorwissensdiagnose und -aktivierung“, „Erarbeitung einschließlich Zusammenfassen und Durcharbeiten“, „Wiederholen und Anwenden mit dem Ziel besserer Sicherung“ und „Behaltens-/Lerndiagnose, die auf das Erinnern des Gelernten zielt“ (s. Tab.2). Diese Abfolge entspricht einer 'natürlichen' psychologischen Reihenfolge, wie sie heutige Instruktionsdesigns, aber auch frühere Lehrmethoden vorsehen. Es scheint nun zweckmäßig, die didaktischen Phasen von der psychologischen Abfolge zu trennen, ja beide als zwei getrennte Dimensionen zu betrachten. Dies eröffnet u.E. einige Perspektiven für Forschungsdesiderata. So kann z.B. auch dann, wenn Strukturdarstellungen nur zur Vorwissensdiagnose verwendet würden, gefragt werden, welche Informationen dabei wie wahrgenommen und/oder verarbeitet werden. Oder es kann beim Einsatz zur Sicherung (Wiederholen und Anwenden) gefragt werden, welche Voraussetzungen gegeben sind, wie diese das Lernen (hier das Sichern) hemmen oder fördern.

Eine grob inhaltliche Analyse von 60 Literaturbeiträgen unter diesen Perspektiven lieferte die in Tab. 2 dargestellten Ergebnisse. Herangezogen wurden nur solche Beiträge, die sich theoretisch und vor allem empirisch explizit mit der Fragestellung des jeweiligen 'Feldes der Matrix' befassen.

Tab.2: In der Literatur angesprochene Nutzung von Wissensstrukturdarstellungen im Bezug zu didaktischen und psychologischen Schritten des Lernens

Psychol. Gegebenh. und Verarbeitung		diagnostischer Bereich			
		operatorischer Bereich			
		welche Voraussetzungen sind gegeben	welche Information (Wissensinhalt) wird wie	welche Information (Wissensinhalt) wird wie	welche Information (Wissensinhalt) wird wie
		- hemmen Lernen - fördern	-währgenommen oder -verarbeitet	- gespeichert	- erinnert/reproduz.
Einsatz von Concept Maps in bestimmten didakt. Phasen		V	A	S	E
Vorwissens- diagnose - test	V	3			11
Vorwissens- aktivrg.					
Erarbeitung (Zusammenfassung)	A	4	27	2	25
Durcharbeiten (Zusammenfassung)					
Wiederholen					
Sichern	S			2	1
Anwenden					
Behaltens- diagnose Lern- test	E				20
Erinnern					

Herangezogen wurden 60 Literaturbeiträge. Die Ziffern geben die Anzahl von Beiträgen an, die sich mit der betreffenden Kategorie (Zelle) auseinandersetzen.

Die Ergebnisse zeigen, daß überwiegend die Spalte der psychologischen Perspektive des Erinnerns und die Zeile der didaktischen Perspektive der Erarbeitung 'besetzt' ist. Keine Hinweise bzw. nur wenige finden sich darüber, wie solche Darstellungen bei ihrem diagnostischen Einsatz verarbeitet werden (V-A) und welche Informationen dabei gespeichert werden (V-S), welche Voraussetzungen das Sichern fördern oder hemmen (S-V), welche Informationen wie wahrgenommen und verarbeitet werden, wenn die Darstellung speziell zum Zwecke der Lernsicherung eingesetzt wird (S-A) und was dann unter dieser Bedingung gespeichert (S-S) und tatsächlich erinnert wird (S-E) (vgl. JÜNGST, in diesem Heft, 2.Studie). Ebenso nicht erforscht sind Voraussetzungen (E-V), Wahrnehmung und Verarbeitung (E-A) und Speicherung (E-S), wenn Strukturdarstellungen nur zum Zwecke der Lerndiagnose eingesetzt werden.

Diese bisher 'weißen Flecke' der Forschungslandkarte zu beseitigen, bedarf es Untersuchungen unter streng individuell-kontrollierten Bedingungen. Dies wird unter anderem in unserem DFG-Projekt „Begriffsstrukturen“ angestrebt (vgl. Beitrag HIPPCHEM in diesem Heft).

Literatur

- AEBLI, H. (1983): Zwölf Grundformen des Lehrens, Stuttgart: Klett
- ARMBRUSTER, B.B. (1984): The problem of „inconsiderate text“. In: G.G. DUFFY; L.R. ROEHLER & J. MASON (Eds.), *Comprehension instruction: Perspectives and suggestions*, New York: Longman
- ARMBRUSTER, B.B. & ANDERSON, T.H. (1985): *Frames: Structures for informative text*. In: D.H. JONASSEN (Ed.), *Technology of text (Vol.2)* Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications
- AUSUBEL, D.P. (1960): The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 5, 267-272
- AUSUBEL, D.P. (1978): In defense of advance organizers. A reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48, 251-257
- BARENHOLZ, H. & TAMIR, P. (1992): A comprehensive use of concept mapping in design instruction and assessment, *Research in Science and Technological Education* 10 (1), 37-52
- BARRON, R.F. (1980): A systematic research procedure, organizers, and overviews: An historic perspective. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 198 508), angeführt in JONASSEN, D.H.; BEISSNER, K. & YACCI, M. 1993, 171
- BEYERBACH, B.A. & SMITH, J.M. (1990): Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers thinking about effective teaching, *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 961-971
- BIRKHAN, G. (1987): Die Sicht mehrerer Subjekte: Probleme der Zusammenfassungen von subjektiven Theorien. In: J.B. BERGOLD & U. FLICK (Hrsg), *Ein-Sichten: Zugänge zur Sicht des Subjekts mittels qualitativer Forschung*, Tübingen: DGVT, 230-246
- BUZAN, T. (1974): *Use both sides of your brain*. New York: E.P. Dutton
- CLIFFORD, M. (1981): „Ed Syke: The frame game“. *Supplement to Practicing educational psychology*, New York: Houghton Mifflin
- COBERN, W.M. (1993): College students conceptualizations of nature: An interpretive world view analysis, *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8), 935-951
- DANSEREAU, D.F. (1978): The development of a learning strategies curriculum. In: H.F. O Neil, Jr. (Ed.), *Learning strategies*, New York: Academic Press
- DIEKHOFF, G.M.; BROOKS, P.J. & DANSEREAU, D.F. (1982): A prose learning strategy training program based upon network and depth-of-processing models. *Journal of Experimental Education*, 50, 180-184
- FISHER, K.M. (1990): Semantic networking: The new kid on the block. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (11), 1001-1018
- HANF, M.B. (1971): Mapping: A technique for translating reading into thinking. *Journal of Reading*, 14, 225-230
- HOZ, R. & TOMER, Y. (1990): The relations between disciplinary and pedagogical knowledge and the length of teaching experience of biology and geography teachers, *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 973-985
- JOHNSON, D.D.; TOMS-BRONOWSKI, S. & PITTELMAN, S.D. (1982): An investigation of the effectiveness of semantic mapping and semantic feature analysis

- with intermediate grade level children (Program Report 83-3). Madison, Wisconsin: Wisconsin Center for Educational Research
- JONASSEN, D.H. (1987): Assessing cognitive structure: Verifying a method using pattern notes. *Journal of Research and Development in Education*, 20 (3), 1-14
- JONASSEN, D.H.; BEISSNER, K. & YACCI, M. (1993): *Structural knowledge: Techniques for Representing, Conveying and Acquiring Structural Knowledge*, Hillsdale, New Jersey : Erlbaum
- JÜNGST, K.L. (1992): *Lehren und Lernen mit Begriffsnetzdarstellungen - Zur Nutzung von concept-maps bei der Vermittlung fachspezifischer Begriffe in Schule, Hochschule, Aus- und Weiterbildung*, Frankfurt: Afra
- LONG, J.S. (1983): *Confirmatory factor analysis*. Newbury Park
- KEITH, D. (1989): Refining concept maps: Methodological issues and an example. Special Issue: Concept mapping for evaluation and planning, *Evaluation & Program Planning*, 12 (1), 75-80
- KLUWE, R.H. (1988): Methoden der Psychologie zur Gewinnung von Daten über menschliches Wissen. In: H. MANDL & H. SPADA (Hrsg), *Wissenspsychologie*, München - Weinheim: Psychologie Verlags Union, 359-385
- KOMMERS, P (1989): *Textvision*. Enschede, NL: University of Twente
- KOZMA, R. (1987): The implications of cognitive psychology for computer-based learning tools. *Educational Technology*, 27 (11), 20-25
- MAHLER, S. & HOZ, R. (1991): Didactic use of concept mapping in higher education: Applications in medical education, *Instructional Science*, 20 (1), 25-47
- MEYER, B.J.F. (1982): Reading research and the composition teacher: The importance of plans, *College Composition and Communication*, 33, 37-49
- MEYER, B.J.F. (1985): Signaling the structure of text. In: D.H. JONASSEN (Ed.), *Technology of text (Vol.2)* Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications
- NOVAK, J.D.; GOWIN, D.V. & JOHANSEN, G.T. (1983): The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67, 625-645
- NOVAK, J.D. (1990): Concept mapping: A useful tool for science education, *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 937-949
- PREECE, P.F.W. (1976): Mapping cognitive structure: A comparison of methods. *Journal of Educational Psychology*, 68, 1-8
- REIGELUTH, C.M. & SARI, F. (1980): From better tests to better texts: Instructional design models for writing better textbooks. *NSPI Journal*, 19 (8), 4-9
- REIGELUTH, C.M. & ROGERS, C.A. (1980): The elaboration theory of instruction: Prescriptions for task analysis and design. *NSPI Journal*, 19 (8), 16-26
- RINK, J.E.; FRENCH, K.; LEE, A.M; SOLMON, M.A. et al. (1994): A comparison of pedagogical knowledge structures of preservice students and teacher educators in two institutions, *Journal of Teaching in Physical Education*, 13 (2), 140-162
- 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 (5), 531-557
- RUMELHART, D.E. (1980): Schemata: the building blocks of cognition. In: R.J. SPIRO, B.C. BRUCE & W.F. BREWER (Eds.), *Theoretical issues in reading comprehension: Perspectives from cognitive psychology, linguistics, artificial intelligence, and education*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum
- SCHANK, R.C. & ABELSON, R.P. (1977): *Scripts, plans, goals and understanding*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum

- SCHEELE, B. & GROEBEN, N. (1984): Die Heidelberger Struktur-lege-Technik (SLT), Weinheim-Basel: Beltz
- SCHVANEVELDT, R.W.; DURSO, F.T. & DEARHOLT, D.W. (1989): Network structures in proximity data. In: G. BOWER (Ed.), The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory (Vol.24, pp. 249-284). New York: Academic Press
- STARR, M. & KRAJCIK, J. (1990): Concept maps as a heuristic for science curriculum development: Toward improvement in process and product, Journal of Research in Science Teaching, 27 (10), 987-1000
- TERGAN, S.-O. (1988): Qualitative Wissensdiagnose - Methodologische Grundlagen. In: H. MANDL & H. SPADA (Hrsg), Wissenspsychologie, München - Weinheim: Psychologie Verlags Union, 400-422
- WALLES, J.D. & MINTZES, J.J. (1990): The concept map as a research tool exploring conceptual change in biology. Journal of Research in Science Teaching, 27, 1033-1052
- WILLERMAN, M. & Mac HARG, R.A. (1991): The concept map as an advance organizer, Journal of Research in Science Teaching, 28 (8), 705-711

Anschrift der Autoren:

Dr. Karl Ludwig Jüngst, Prof. Dr. Peter Strittmatter, Universität des Saarlandes, Fachrichtung Erziehungswissenschaft, Geb. 8, D-66041 Saarbrücken.