

Jüngst, Karl Ludwig

Zur Konstruktion von Aufgaben unter dem Aspekt der Optimierung von Lernprozessen

Unterrichtswissenschaft 13 (1985) 3, S. 277-289



Quellenangabe/ Reference:

Jüngst, Karl Ludwig: Zur Konstruktion von Aufgaben unter dem Aspekt der Optimierung von Lernprozessen - In: Unterrichtswissenschaft 13 (1985) 3, S. 277-289 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-295770 - DOI: 10.25656/01:29577

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-295770>

<https://doi.org/10.25656/01:29577>

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
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Zur Konstruktion von Aufgaben unter dem Aspekt der Optimierung von Lernprozessen

Ausgehend von der Tatsache, daß durch Lernprozesse Wissensstrukturen verändert werden, werden aus Modellvorstellungen über Wissensveränderungen Folgerungen für die Konstruktion von Lernaufgaben gezogen: Aus der Analyse des (lehrzielbestimmten) zentralen Schemas einer Lehrstoffeinheit und Diagnose seiner Vorbedeutung oder seiner Voraussetzungs-begriffe in der kognitiven Struktur der Lernenden ergeben sich unterschiedliche Lernaufgaben für die Konstituierung eines neuen Schemas, die Revision eines unangemessenen Schemas oder die Anreicherung eines bestehenden angemessenen Schemas. Ein Schwerpunkt ist der durch Lernaufgaben didaktisch herbeigeführte Konflikt als Grundlage einer ‚Entdeckung‘ eines neuen oder revidierten Schemas. Den Abschluß bilden Vorschläge zur Konstruktion von Lernaufgaben bei Betonung des operativen Aspektes der Schema-Anwendung.

The construction of tasks in order to improve learning processes

Learning tasks are constructed following an analysis of the relevance of content for the cognitive structure of the learner. Learning tasks are seen as means to constitute new schemes, to revise inadequate schemes or to enrich adequate ones. Learning tasks allow to elicit conflicts which lead to the ‚discovery‘ of new or revised schemes.

1. Lernaufgaben – Optimierung von Lernprozessen – Testaufgaben

In einer kognitiven Lehr-Lern-Theorie sind Lernaufgaben als vom Lehrenden zum Zwecke der Lehrzielerreichung induzierte Umgebungsbedingungen deshalb ein bedeutsames Theorieelement, weil deren Bewältigung mittels beobachtbarer Lern-tätigkeiten bzw. mittels daraus erschließbarer Lernprozesse verantwortlich gemacht wird für die Transformation eines Ausgangszustandes in einen lehrzielent-sprechenden Folgezustand der kognitiven Struktur eines Lernenden (*Macke* 1978, S. 212–216; *Seel* 1981, S. 8). Dabei soll der Terminus ‚Lernaufgaben‘ zunächst weit gefaßt sein als eigens zum Zwecke lernender Auseinandersetzung didaktisch ausgewählte oder erstellte, mehr oder weniger komplexe, konkrete oder abstrakte Umgebungszustände, zu denen auch die zugehörigen didaktischen, Lerntätigkeiten initiierenden und steuernden Anweisungen, Hilfen und Fragen zu rechnen sind. Zur validen Erfassung von lehrzielbezogenen Leistungen nach und vor dem Lern-geschehen sind in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte erzielt worden (*Klauer* 1978; 1979; *Schott* 1981; vgl. *Seel* 1981). Ein vergleichbarer Forschungsstand bezüglich der Transformation kognitiver Zustände durch Lernprozesse bzw. durch Lerntätigkeiten an Lernaufgaben ist noch nicht erreicht (*Rumelhart/Norman* 1981, S. 147). Eine diesbezügliche psychologisch fundierte, präzise Theorie wäre aber die Voraussetzung, um gegebene oder zu konstruierende Lernaufgaben im Blick auf Optimierung von Lernprozessen beurteilen zu können. So kann der Aspekt einer Optimierung von Lernprozessen vorläufig nur umschreibend gefaßt werden: Was

kann unter Nutzung kognitionstheoretischer Erkenntnisse Lehrenden bei der Konstruktion von Lernaufgaben derzeit empfohlen werden, damit ein Lernender/eine Lernergruppe ein angestrebtes Lernziel bei vorgegebener Lernzeit vermutlich vollständiger und/oder dauerhafter oder unter der Maßgabe vollständiger und dauerhafter Zielerreichung vermutlich schneller erreicht, als dies in derzeitiger Praxis geschieht? Wiewohl affektive und psychomotorische Ziele als auch innerhalb des kognitiven Bereiches Problemlösen und Metakognition/Selbststeuerung bedeutsame Lehrziele sind, soll der folgende Beitrag sich nur mit Lernaufgaben zum Wissensaufbau beschäftigen.

Lehrstoffanalyse makro- und mikroanalytischer Art gelten inzwischen allgemein als erster Schritt bei der Erstellung lehrzielvalider Testaufgaben zur Diagnose kognitiver Strukturen vor und nach dem Lernen. Dabei wird häufig implizit oder gar explizit Testaufgabe mit Lernaufgabe gleichgesetzt (Seel 1981, S. 59 u. 62; Klauer 1978; 1979). Dies kann so generell nicht gelten. Bei Testaufgaben wird eine bestimmte ‚kritische Information‘ als bereits in der kognitiven Struktur integriert oder daraus erschließbar angenommen, während sie durch eine Lernaufgabe erst in die kognitive Struktur integriert werden soll; d.h. im ersten Fall ist sie als Lösung der Aufgabe selbstverständlich nicht darin enthalten (z.B. ‚Vasco da Gama fand im Jahre ... den Seeweg nach Indien‘), im zweiten Fall muß sie als Bestandteil der Aufgabe oder außerhalb derselben (Geschichtstext, -kartei) beschaffbar oder erschließbar sein, wobei die Aufgabe auf die notwendigen Beschaffungs- oder Erschließungsmittel und auf Wege der Speicherung in die kognitive Struktur hinweisen muß. Bei der Vermittlung von einfachen, verstehbaren Fakten mag es also sicher genügen, zur lehrstoffgenerierten Testaufgabe sensu Klauer einfach die notwendigen didaktischen Hinweise oder Rückmeldungen hinzuzufügen, um daraus eine Lernaufgabe zu machen. Wenn es aber um schwierigere Fälle der Veränderung der kognitiven Struktur geht, müssen andere Wege der Konstruktion von Lernaufgaben beschritten werden. Hierzu bedarf es der genauen Diagnose der vorliegenden kognitiven Struktur und Vorstellungen über deren Transformation mittels einer Lerntätigkeit an einer Lernaufgabe. Und dazu reichen die aus der Gedächtnispsychologie bzw. Psycholinguistik abgeleiteten Verfahren der Aufgabengenerierung nicht aus. Es muß auf Modellvorstellungen von Wissensveränderungen im Langzeitgedächtnis zurückgegriffen werden.

2. Modellvorstellungen über Wissensveränderung

Neuere Kognitionstheorien stimmen im Grunde hinsichtlich des Gedächtnisses als aktivem strukturellem Netzwerk (aus Begriffen und diese verbindenden Relationen) überein (Norman/Rumelhart 1975; Anderson 1980; Aebli 1980, 1981). Darin werden individuelle verallgemeinerte Erfahrungen aus einem Realitätsbereich, die als organisierte Informationseinheiten (Teilnetzwerke) repräsentiert sind, ‚Schemata‘ genannt (Kötter/Mandl 1983, S. 17). Solche Schemata enthalten Variablen mit bestimmten Zulässigkeitsbegrenzungen für ihre qualitativen oder quantitativen

Ausprägungen. Beim Verstehen einer Situation wird eine passende Schemakonfiguration aktiviert und die Komponenten der Situation an die Variable des Schemas ‚gebunden‘; wenn nun die Situationskomponenten innerhalb der zulässigen Variablenausprägungsgrenzen liegen, wird die Situation als Beispiel für das Schema interpretiert, wenn nicht, bleibt sie entweder unverstanden, wird falsch interpretiert oder das Schema wird verändert. So wird z.B. jemand, in dessen ‚Viehzucht-Schema‘ die Variable ‚Viehaufenthalt‘ auf ein Gebäude/Unterbringung begrenzt ist, angesichts einer Rentierhaltung zwar das Viehzuchtschema aktivieren, die Situation aber nicht ohne Schemaänderung als ‚Viehzucht‘ interpretieren. Obwohl nach Aebli (1983) zwischen Begriffs-, Handlungs- und Operationsschemata unterschieden werden müßte, soll angesichts der Möglichkeit, letztlich alle begrifflich zu fassen, im folgenden vorwiegend von Begriffen die Rede sein.

Für die Aneignung von Wissen unter schematheoretischen Modellvorstellungen haben Rumelhart/Norman (1981) drei Lernarten – Schema-Anreicherung (accretion), Schema-Feinabstimmung (tuning) und Schema-Umstrukturierung (restructuring) – beschrieben, die in bisherigen Darlegungen zu Lernaufgaben kaum konsequent berücksichtigt wurden (vgl. Seel 1981). Im Grunde handelt es sich dabei um die Piagetsche Dualität von Assimilation und Akkomodation, wobei letztere hier in tuning und restructuring unterteilt wird.

Die *Schema-Anreicherung* bedeutet Subsumierung neuer Fakten in bereits vorhandene Schemata, ohne daß diese verändert werden. Die Autoren bezeichnen diese am häufigsten vorkommende Lernart als „natürliches Nebenprodukt des Verstehensprozesses, der darin besteht, die Interpretation der tatsächlichen Ereignisse zu speichern“ (Rumelhart/Norman 1981, S. 140). Die nicht ganz präzise Abgrenzung zwischen *Schema-Feinabstimmung* und *Schema-Umstrukturierung* bei Rumelhart/Norman (1981, S. 141–146) läßt sich präzisieren, wenn man die Verbindung zur Sprache als Schema-‚Bezeichnung/Terminus/Wortmarke‘ herstellt und außerdem nach Dörner (1976) unterscheidet zwischen einer Abstraktionshierarchie (z.B. von ‚Hund‘ ausgehend zu den Oberbegriffen ‚Säugetier – Tier – Lebewesen usw.‘ oder zu den Unterbegriffen bzw. Beispielen ‚Dackel – Rauhaardackel – dieser Rauhaardackel‘) und einer Komplexionshierarchie (z.B. wiederum von ‚Hund‘ ausgehend zu den Teilbegriffen ‚Hundekopf – Hundehirn – Hundehirnzelle – Hundehirnmoleküle usw.‘ bzw. zu den Komplexionsbegriffen ‚Haushalt – Haus – Straße – Dorf usw.‘); Nachbarbegriffe wären dann im Blick auf die nächsthöhere Komplexion (Haushalt), z.B. Katze, Familienmitglieder, Möbel usw., im Blick auf den höheren Oberbegriff (Säugetier) z.B. Katze, Rind, Maus. *Umstrukturierung* eines Schemas liegt dann vor, wenn zu einem bestehenden Schema durch Ersetzung von konstanten Ausprägungen durch variable ein neuer Oberbegriff (z.B. ‚Rombus‘ über ‚Quadrat‘) oder durch Ersetzung von variablen Ausprägungen durch konstante ein neuer Unterbegriff (z.B. ‚Wachtelhund‘ unter ‚Hund‘) gebildet wird und zugleich mit der neuen über- oder untergeordneten Informationseinheit der neue Schematerminus erstmals verbunden wird, wobei der alte Begriff aber im Grunde unverändert bleibt. Diese Vorgänge wurden bereits bei Dörner (1976) und Jüngst (1978) als Synthese von Abstrakta (Oberbegriffsbil-

dung) bzw. als Zerlegung von Abstrakta (Unterbegriffsbildung), also als Veränderung in der Abstraktionshierarchie durch Bildung über- oder untergeordneter Knoten beschrieben. Sie decken aber nicht alle Arten der Begriffskonstituierung ab. Erstaunlich ist, daß – vermutlich aufgrund aristotelischer Denktradition bezüglich des Begriffsdefinierens und aufgrund einer denkpsychologischen Forschungstradition der Begriffsidentifizierung (Ach 1921; Hull 1965; Bruner u. a. 1956; vgl. Aebli 1981) bisher vornehmlich Wissensveränderung in der Abstraktionshierarchie systematisch untersucht wurde. Wissensvermittlung als Begriffskonstituierung durch Synthese von Komplexion respektive Zerlegung von Komplexionen (Dörner 1976, S. 116–128; Jüngst 1978, S. 17–20) sind in psychologisch fundierten Didaktiken – so auch bei dem Modell von Rumelhart/Norman – nicht genügend berücksichtigt worden. Lediglich Aebli befaßt sich mit dieser Art der Begriffsbildung (z. B. Aufbau des Begriffs ‚Schutzfarbe‘ als Teilnetzwerk auf einer einzigen Abstraktionsebene und allenfalls gestützt und/oder erläutert an einem einzigen Beispiel (Aebli 1980). Er sieht darin die ausschließliche Art von Begriffsbildung und nimmt deshalb auch keine deutliche Abgrenzung zur Synthese bzw. Zerlegung von Abstrakta vor. Es ist zu vermuten, daß ein großer Anteil der Begriffsvermittlung, die sich tagtäglich quasi nebenbei (d. h. wo ein Begriff unklar, aber nicht fachcurriculares Element und nicht durch Synonyme erklärbar ist) im Unterricht ereignet, dieser Form der Zerlegung und/oder Synthese von Komplexionen zuzurechnen ist.

Feinabstimmung eines Schemas liegt dann vor, wenn ein Schema selbst durch Ersetzung von konstanten Ausprägungen durch variable in der Abstraktionshierarchie nach oben verlagert wird (z. B. ‚Brötchen‘ von einem Kind nicht mehr nur für ‚Heidelbeerbrötchen‘, sondern für ‚alle Brötchen‘ verwendet wird), sowie umgekehrt, wenn es in der Abstraktionshierarchie nach unten verlagert wird (z. B. ‚Brötchen‘ nicht mehr für ‚Brötchen und Wecken‘, sondern nur noch für ‚Brötchen‘ verwendet wird). In beiden Fällen wird im Gegensatz zur Umstrukturierung kein Ober- oder Unterbegriff gebildet, sondern nur der Geltungsbereich des Begriffs-Terminus/der Schema-Wortmarke erweitert bzw. eingeengt. Diese Vorgänge sind bei Dörner (1976) noch nicht berücksichtigt oder zumindest nicht von denen der Umstrukturierung abgehoben, bei Jüngst (1978) sind sie unter dem Prozeß der ‚Konzeptrevision‘ zu fassen.

Für die Fälle, daß durch Feinabstimmung der Geltungsbereich erweitert wird (z. B. ‚Viereck‘ gilt statt bisher nur für ‚Quadrat‘ nun für ‚alle Vierecke‘), zugleich aber das (bisher falsche) Begriffsschema mit einem neuen Terminus (in diesem Fall ‚Quadrat‘) als Unterbegriff zum nun gewandelten Schema belegt wird, bzw. der umgekehrte Fall (Geltungsbereichseinsengung und neuer Terminus als Oberbegriff zu gewandeltem Schema) sind nicht als eigene Lernarten in den bisherigen Modellvorstellungen angesprochen worden.

Wissensaufbau ist sicherlich ein lebenslanger Vorgang und besteht wohl zum überwiegenden Teil – auch bei schulischem Lernen – aus Anreicherung bestehender Schemata (Rumelhart/Norman 1981, S. 140) mit neuen Fakten, wodurch die Schemata ihrerseits „gestärkt“ werden (Jüngst 1978, S. 23–25). Die dabei sich vollziehenden Lernprozesse lassen sich mit den Operationsgrundtypen der Be-

griffsanwendung (Klassifizieren, Konkretisieren usw.) beschreiben (Jüngst 1978), und entsprechend unproblematisch scheint auch die zugehörige Konstruktion von Lernaufgaben. Die von Aebli (1983) vorgeschlagene Trennung von Übung/Wiederholung vs. Anwendung läßt sich dabei nicht stringent durchhalten. Solange also in natürlichen, außerschulischen Lernsituationen eintreffende Information von bestehenden Schemata interpretiert werden kann, besteht kein Anlaß zur Schema-Änderung. So können immer neue Fakten unter zwar subjektiv angemessenen, aber möglicherweise objektiv falschen Schemata subsumiert werden (z.B. Vorurteilsbildung). Erst wenn eine auftretende *Diskrepanz* (zwischen Information und Schema) aufgrund interner oder externer negativer Rückmeldung erkannt wird (Rumelhart/Norman 1981, S. 140–147), kann Feinabstimmung (bei Jüngst 1978 ‚Begriffsrevision‘) oder Umstrukturierung (bei Jüngst 1978 ‚Begriffskonstituierung‘) des betreffenden Schemas erfolgen. Aber selbst dann müssen solche Schema-Änderungen nicht zwangsläufig eintreten; denn eine Information kann angesichts unzureichender Interpretationsmöglichkeiten auch unverstanden bleiben. Indem aber neue oder revidierte Schemata fernerhin angewendet, angereichert und möglicherweise wieder revidiert werden, findet fortdauerndes Lernen statt.

Demgegenüber sollen sich institutionalisierte Lernprozesse gerade dadurch von solchen natürlichen unterscheiden, daß anstelle des unsystematischen oder zufälligen Zusammentreffens neuer Information mit vorhandenen Schemata und anstelle möglicher aber nicht gesicherter Diskrepanz und darauf aufbauender Schema-Änderung nun in systematischer Weise für einen objektiv richtigen Wissensaufbau gesorgt wird. Dabei scheint es von entscheidender Bedeutung, ob die Diskrepanz als fruchtbarer Konflikt, als „Motor“ zur selbständig entdeckenden Feinabstimmung oder Umstrukturierung genutzt, ja initiiert werden kann.

3. Konstruktion von Lernaufgaben

Als möglicher Algorithmus für die Konstruktion von Lernaufgaben ergibt sich der in Abbildung 1 dargestellte Analyse-, Diagnose- und Planungsverlauf.

3.1 Analyse und Diagnose

Am Anfang hat eine detaillierte Mikroanalyse der anstehenden Lehrstoffeinheit zu stehen (A1; vgl. Klauer 1979; Schott 1981). Dabei ist das jeweils zentrale (ggf. auch mehrere) Schema (Begriff, Regel, Handlung, Operation) herauszuarbeiten, unter das die übrigen Fakten zu subsumieren sind; wenn z.B. für die Ursachenklärung der Windbewegung (vgl. Seel 1981, S. 94–95) das zentrale (physikalische) Schema ‚Ausgleichen eines Luftdruckunterschiedes‘ herausgestellt wird, ist der gesamte Sachverhalt Windbewegung nur ein Fall, ein Faktum, ein Beispiel für diese Gesetzmäßigkeit, diesen Begriff. Im nächsten Schritt ist zu klären (A2), ob aufgrund früherer Lernerfahrungen für dieses zentrale Schema (unter dieser oder ähn-

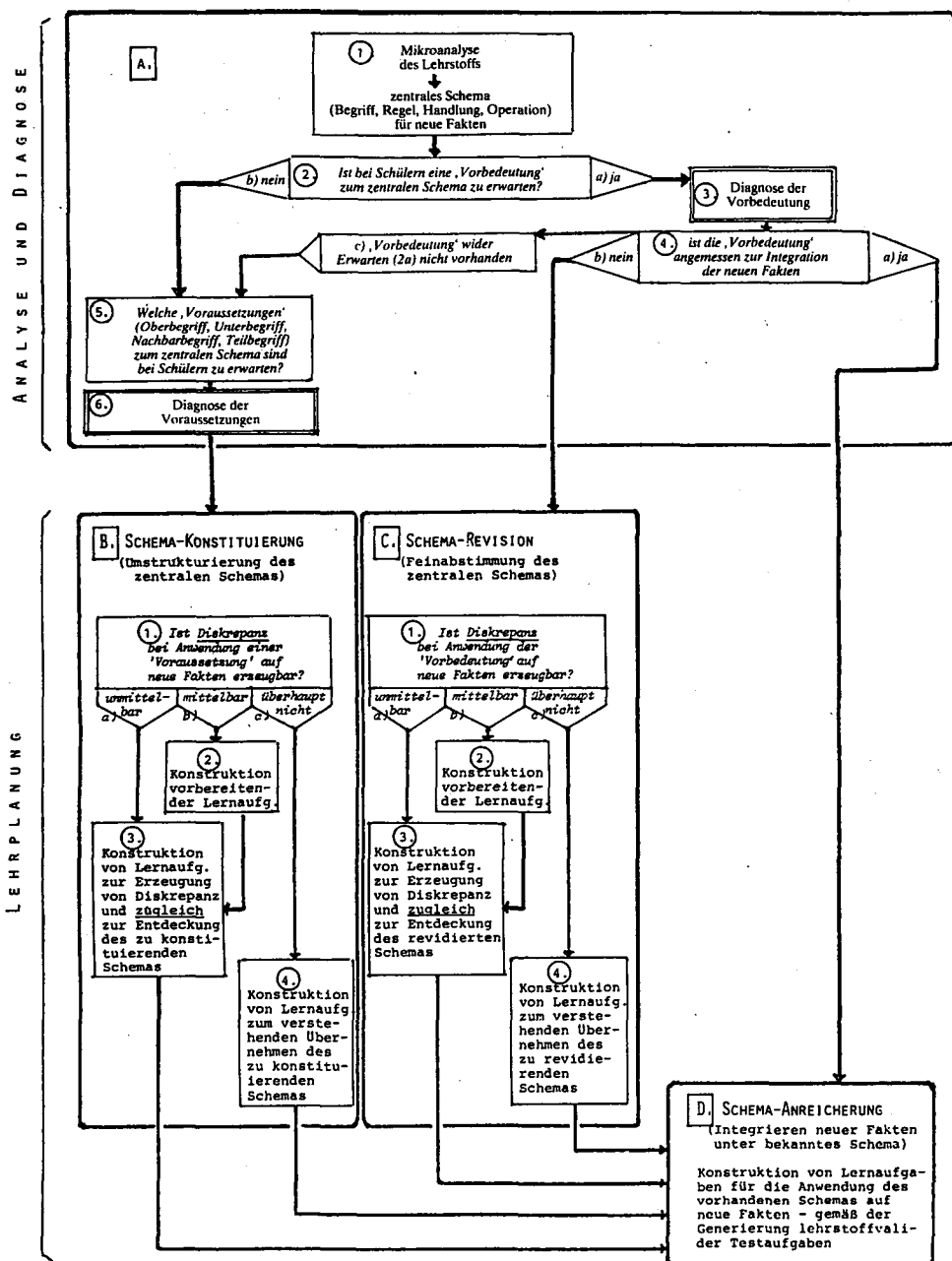


Abbildung 1: Analyse und Diagnose von Voraussetzungen sowie eigentliche Lehrplanung zur Konstruktion von Lernaufgaben unter dem Aspekt der Optimierung von Lernprozessen

licher Bezeichnung) vermutlich eine ‚Vorbedeutung‘ im Sinne von Vorbegriff erwartet werden kann. Dies kann einerseits durch Analyse vorausgehender Curriculumeinheiten geschehen, ist aber andererseits bezüglich der Einschätzung außer-curricularer Erfahrungen äußerst schwierig. Wird eine Vorbedeutung in der kognitiven Struktur der Schüler erwartet (A2a), sollte diese genauer diagnostiziert werden (A3). Erweist sich die Vorbedeutung aufgrund der Diagnose als vermutlich hinreichend angemessen, um die spätere neue Information zu subsumieren/verstehen zu können (A4a), folgt im Lehrhandeln eine Stärkung bzw. Anreicherung dieses zentralen Schemas (D).

Erweist sich der Vorbegriff als nicht hinreichend angemessen, um die neuen Fakten verstehen zu können, muß eine Schemarevision/-feinabstimmung (C) erfolgen. Erweist sich der Vorbegriff (gar wider Erwarten gemäß Schritt 2) als in einer Klasse überhaupt nicht oder doch bei der Mehrheit der Schüler nicht vorhanden, muß mit Schritt A5 fortgefahren werden.

Wird keine Vorbedeutung erwartet bzw. gefunden (A2b), so ist – entsprechend Schritt A2 – zu klären, welche „umgebenden“ Bedeutungen (Oberbegriff, Unterbegriff, Nachbarbegriff, Teilbegriff, Komplexionsbegriff) als Voraussetzungen erwartet werden können (A5). Diese sind anschließend – entsprechend Schritt A3 – zu diagnostizieren (A6).

Im Idealfall können die Diagnosen (A3, A6) durch lehrstoffvalide Testaufgaben erfolgen, doch läßt sich im täglichen Unterrichtsgeschäft unter entsprechendem Präzisions- und Ausführlichkeitsverlust ein Kontinuum über informelle, testanaloge Erhebungen bis zu bloßen Lehrerfragen denken. In jedem Falle aber sollten die Schritte B und C nicht in der gleichen Unterrichtsstunde wie A erfolgen, weil die Konstruktion entsprechender Lernaufgaben exakter Planung bedarf.

3.2 Lehrplanung

Die Schema-Anreicherung/Begriffsstärkung (D) erfolgt durch Anwendung des bestehenden Schemas auf die neu zu integrierenden Fakten. Dazu sind „lediglich“ Lernaufgaben mit Anwendungscharakter zu konstruieren. Zwar wird auch bei solchen Lernaufgaben durch Schüler selbstständigkeit in der Bearbeitung eine größere Behaltensleistung zu erwarten sein, doch scheint hier das oft mit ‚Selbständigkeit‘ konfundiert gesehene ‚Entdeckende Lernen‘ (vgl. Neber 1981) nur in Ausnahmefällen vorzuliegen, wenn als Verhaltenskomponente des Lehrziels der Anwendungsalgorithmus und nicht das Ergebnis im Vordergrund steht (wie z.B. bei schwieriger Pflanzenbestimmung). Entdeckendes Lernen dürfte seinen funktional angemessenen Platz bei Schemakonstituierung (B) und gegebenenfalls bei Schemarevision (C) haben.

Bei der Lehrplanung zur *Schema-Konstituierung* soll zunächst geklärt werden (B1), ob es möglich ist, Diskrepanz bei der Anwendung eines unangemessenen ‚Voraussetzungsbegriffs‘ auf die neuen Fakten zu erzeugen; (als möglicher Anknüpfungs- oder Ausgangspunkt sollte derjenige ‚Voraussetzungsbegriff‘ gewählt

werden, mit dem eine solche Diskrepanz am ehesten erzielt werden kann). Ist dies unmittelbar der Fall (B1a), so sind Lernaufgaben zu konstruieren, die Schüler durch Anwendung eines unangemessenen Voraussetzungsschemas (aus A5) auf Fakten zu einem Konflikt führen und zugleich direkt im Anschluß Schülern Entdeckungschancen für das neu zu konstruierende Schema bieten (B3).

Rumelhart/Norman (1981) betonen zwar, daß wir vom prozeduralen Ablauf der Schemabildung noch wenig wissen, und meinen, „die gesamte Literatur über Lernen durch ‚Einsicht‘ und Problemlösen, über Kreativität und Entdeckendes Lernen usw. läßt sich vielleicht als Forschungsbericht darüber auffassen, wie neue Schemata gebildet werden“ und daß dieser Vorgang der Umstrukturierung „beträchtliche Analysetätigkeit“ voraussetzt (*Rumelhart/Norman* 1981, S. 147–148). Dieser Teilschritt der Schemakonstituierung (B3) erscheint aber insofern wohl begründet, als zum einen, wie *Hermann* (1981) in der Zusammenfassung seiner Reanalyse zahlreicher empirischer Forschungen zum Entdeckungslernen betont, diese Lernform vermutlich günstig ist, „wenn Versuchspersonen über ein geringes Vorwissen verfügen“, wobei gelenkte Entdeckung besser als selbständige Entdeckung erscheint (*Hermann* 1981, S. 177), und zum andern die Diskrepanz/Konfliktbildung motivationspsychologisch dem Motiv ‚epistemische Neugier‘ (*Neber* 1981, S. 214; *Berlyne* 1981, S. 228) zugrunde liegt; schon *Herbart* (1824–1825) hatte erkannt, „daß uns die Neigung, neue Ereignisse in Begriffen früherer wahrzunehmen, besonders sensitiv für Abweichungen vom Erwarteten macht“ (zit. in *Berlyne* 1981, S. 235).

Die von *Berlyne* genannten Unterkategorien des Konfliktes, ‚Überraschung‘, ‚Zweifel‘, ‚Verwirrung‘, ‚Verblüffung‘ und ‚Widerspruch‘ (*Berlyne* 1981, S. 229–232) sind nicht so trennscharf expliziert, daß unmittelbar didaktische Folgerungen für die Konstruktion von Lernaufgaben gezogen werden könnten. Aber ein anderes didaktisches Konzept scheint hier neu verstehbar zu werden, nämlich das des ‚Fruchtbaren Momentes im Bildungsprozeß‘ (*Copei* 1950; *Kötter* 1981), da man solche Momente – wenn überhaupt – in diesem Teilschritt (B3) ansiedeln kann.

Wie die Reinterpretation eines von *Kötter* (1958) beschriebenen Beispiels eines solchen fruchtbaren Momentes im Unterricht zeigt, war für dortige Grundschüler das zu vermittelnde ‚zentrale Schema‘, die Operation ‚Flächenmessung/-berechnung von Rechtecken‘ (Länge mal Breite), noch nicht vorhanden, mußte also neu konstituiert werden. Und dies sollte unter Verwendung eines kognitiven Konfliktes bei der Anwendung vorhandener Schemata und durch Entdeckung des neuen Schemas geleistet werden. Als ‚Voraussetzungen‘ bei den Schülern lagen vor: als Nachbarbegriff ‚Streckenmessung‘, als Oberbegriff ‚Messung allgemein‘, als Teilbegriff ‚Felddezimeter (dm^2) als Maßeinheit für Flächen‘ und als Unterbegriff ‚Operation, konkrete Flächengrößen mittels diskreter Einheiten (Ziegel auf Dach, Plättchen auf Kuchenblech usw.) zu bestimmen‘. Aufgrund der Vermutung, daß die Rechteckseiten das kurz zuvor hochgeübte Schema ‚Streckenmessung‘ aktivieren, wurde eine Lernaufgabe konstruiert, bei der die konkretisierende Anwendung dieses Schemas zu der Diskrepanz/Irritation führt, daß zwei Glasscheiben zwar gleichen Umfangs (Strecke), aber „offensichtlich“ unterschiedlicher Größe/Fläche gleichviel kosten sollen. Die Entdeckung des neuen Schemas (Operation der Flächenmessung) gelang deshalb selbstständig, weil unter impliziter Beibehaltung des Oberbegriffs (Messen allgemein) ein konkretes Beispiel für das Teilschema (Maßeinheit) kurz zuvor – wenn auch ohne Kenntnis der Verwendungsfunktion – hergestellt worden war und – vielleicht angeregt durch die feine Markierung der dm -Grenzen am Rande der zu messenden Fläche – als „Brückenfaktor“/Verbindungselement dienen konnte, um die Varia-

blenbegrenzung des zuvor bereits anwendend geübten Operationsschemas (Unterbegriffs) ‚Flächengrößenbestimmung mittels diskreter Einheiten‘ auf Kontinuitäten zu erweitern und damit das neue Schema ‚Flächenmessung allgemein‘ zu konstituieren.

Analoges läßt sich an Copeis Musterbeispiel des Fruchtbaren Momentes, der ‚Höhenmessung von Bergen‘ (Copei 1950, S. 110) zeigen: Bei der Aufgabe, die Höhe eines (nicht kegelförmigen) Berges im Sandkasten zu messen, wurde das Voraussetzungsschema ‚Größenbestimmung von Objekten als Streckenmessung entlang Objektoberflächen‘ aktiviert, führte aber durch Messen an verschiedenen Hangstellen (Oberfläche) zu verschiedenen ‚Höhen‘ und damit zur Diskrepanz. Daß die Entdeckung (Meßstab senkrecht in Bergspitze stecken), die ‚Größenbestimmung von Objekten mittels Streckenmessung durch Körper hindurch‘ gelang, hing von der Übertragung des zuvor geübten Teilschemas ‚Messen senkrechter Objekte‘, oder auch von der nach Copei begabungsbedingten und damit nicht didaktisch herbeiführbaren Idee ‚Höhe $\triangleq$ Senkrechte‘ ab und war in der Tat unwahrscheinlich.

Kötter schlägt für den Fall einer eventuell zu großen Kluft zwischen Diskrepanz-erzeugender Voraussetzung und neuem Schema vorausgehende, die Entdeckung vorbereitende oder ermöglichende *Lernaufgaben* zur Erzeugung von unterschwelligen „Alternativ-sets/-Routinen“ (Kötter 1981) vor. Diese sind hier (Abbildung 1, B2) ebenfalls aus den in A5/6 identifizierten Voraussetzungen des zentralen Schemas (Teilbegriffen, Nachbarbegriffen usw.) auszuwählen. Aus motivationspsychologischen Gründen (dosierte Diskrepanzerlebnisse/mittlere Schwierigkeit) sollte die Kluft zum neuen Schema auch nicht zu klein sein, um das Entdeckungserlebnis zu erhalten.

Wie Kötters und Copeis Beispiel, aber auch praktische Erfahrungen zeigen, wird nämlich, wenn die Kluft zum neuen, zu entdeckenden Schema zu groß ist, mit Hinweisen, Hilfen und „leichteren“ Fragen als Überbrückung gearbeitet; dabei besteht allerdings die Gefahr, daß die Diskrepanz schrittweise so verringert wird, daß eine echte Entdeckung schließlich nicht mehr geschehen kann. Im Zweifelsfalle sollte die Kluft mit Rücksicht auf die Mehrheit der Schüler, die sonst nicht zur Entdeckung gelangen (vgl. Resnick 1981), eher klein als groß sein.

Was hätte im Copeischen Sandkastenbeispiel als vorbereitende Lernaufgabe fungieren können? Vielleicht die Anlegung eines Brunnens (zu einer Höhenburg auf der Bergspitze) bis auf den „Talgrund“, bei dessen Tiefenmessung ‚senkrecht‘ (als notwendiges Teilschema) betont wird, vielleicht auch – und das würde zugleich eine Generalisierung des neuen Schemas auf Höhenmessung „undurchdringlicher“ Berge erlauben und damit realitätsgerechter sein – die waagerechte Übertragung von Höhen auf eine senkrechte Meßplatte, was Schüler sicher von eigener Körpermessung beim Arzt kennen und ebenfalls das ‚senkrecht‘ als Teilschema hervorhebt. Vermutlich würden solche Lernaufgaben die Diskrepanz zum neuen Schema senken und damit die Entdeckungschance erhöhen.

Aebli (1983) hat den hierzu erforderlichen didaktischen Schritt als eine Grundform des Lehrens herausgestellt. Indem er aber dieses ‚Problemlösende Aufbauen‘ (B3) als ersten Schritt eines darüberhinaus noch ‚Durcharbeiten‘, ‚Üben‘, ‚Wiederholen‘ und ‚Anwenden‘ umfassenden Lernprozesses betont, mag diese Abfolge allzu leicht in übergeneralisierender Weise als einziger und ausschließlich zu verwendender Algorithmus der Wissensvermittlung mißverstanden werden, statt auch verkürzte Formen (B4, C4 und D) zu praktizieren.

Wenn nämlich schließlich weder direkt (B3) noch indirekt (B2) eine Diskrepanz mit Konfliktlösung erzeugbar erscheint, müssen Lernaufgaben für unmittelbares verstehendes Übernehmen des neu zu konstituierenden Schemas (B4) konstruiert werden.

Die *Schema-Revision* (C) erfolgt ganz analog der Konstituierung eines neuen; allerdings ist dabei in Schritt (C3) von dem unangemessenen Vorbegriff auszugehen und in Schritt (C2) von solchen Voraussetzungen (Teil-, Nachbarschemata usw.), die speziell die noch unangemessenen Strukturteile betreffen.

Ein schönes Beispiel der Begriffsrevision haben *Bogojawlenski/Mentschinskaja* (1962, S. 222–225) beschrieben. ‚Frucht‘ war insofern für dortige Grundschüler ein unangemessener Vorbegriff, als die wesentliche Variable ‚Samen‘ fehlte, während unwesentliche wie ‚essbar‘ und ‚wachsen‘ bei der Anwendung auf neue Fakten herangezogen wurden, woraus der erkenntnistiftende Konflikt entstand.

Ein anderes Beispiel liefert die Situation, wenn im Sachunterricht der Grundschule ‚Wasser (in verschiedenen Aggregatzuständen)‘ das zentrale Schema darstellt. Die Unangemessenheit des Vorbegriffs ‚Wasser (in flüssigem Zustand)‘ kann durch eine Sequenz ‚Gefrieren, wieder Auftauen, Verdampfen, wieder Kondensieren‘, alles unter ‚Erhaltung der Wassermenge‘ diskrepant erlebt werden; der Konflikt kann dazu führen, daß die Variablengrenzung ‚flüssiger Zustand‘ aufgehoben bzw. auf die Variablenbegrenzung ‚drei Zustände‘ erweitert wird. Daß dabei für jeden Zustand ein eigener Terminus mitvermittelt wird, spielt für die Geltungsbereichserweiterung des Schemas ‚Wasser‘ nur eine untergeordnete Rolle.

Bei beiden Lernarten der Schema-Änderung, Konstituierung (B) und Revision (C) müssen zur Erzielung dauerhafter und transferwirksamer kognitiver Strukturen früher oder später Lernaufgaben der Übung/Wiederholung sowie insbesondere der Anwendung auf neue Fakten folgen. Die Bewältigung solcher Lernaufgaben erfolgt als *Schema-Anreicherung* (D). Was dabei an Fehlern geschieht, ist dann – nun ein exaktes zentrales Schema vorausgesetzt – auf Mängel in den Anwendungsoperationen zurückzuführen und durch dementsprechende Fehlerrückmeldung zu korrigieren. Daß auch in solchen Lernaufgaben, wenn sie genügend komplex sind, Chancen zum Entdeckenden Lernen geschaffen werden können, wurde bereits angesprochen, doch zielen diese dann auf die angemessene Ausführung der Anwendungsoperationen, nicht mehr auf den Aufbau oder die Revision des zentralen Schemas. Auch die Methode des ‚sokratischen Dialoges‘, neuerdings von *Collins* (1977) wieder aufgegriffen und von *Resnick* „als einzigartige Theorie instruktionaler Konversation mit hohem präskriptiven Stellenwert“ (zit. in *Seel* 1981, S. 101) gepriesen, macht sich die Diskrepanz- und Widersprüchlichkeit zunutze, ist aber, da sie nach *Collins’* Absicht zur Internalisierung und Speicherung vorher gebotener Information eingesetzt werden soll, auch dieser Lernart der Schema-Anreicherung (D) zuzurechnen.

In Absetzung von dieser Methode sowie vom Vorgehen programmierter Unterweisung in kleinsten Schritten sollten unter Lernaufgaben (der Schema-Anreicherung, -revision oder -konstituierung) nur Umgebungszustände verstanden werden, die Schülern eine etwas umfangreichere/komplexere Leistung der Informationsverarbeitung abverlangen (*Grell/Grell* 1979, S. 232–273). Insofern wäre dann auch ‚Üben‘ und ‚Wiederholen‘ in/an nicht neuen Gegebenheiten (z.B. Einmal-Eins-Kopfrechnen, ABC-Aufsagen) von Lernaufgaben abzusetzen. Wie schon erwähnt, sind Lernaufgaben der Schema-Anreicherung durch Ergänzung lehrstoffvalider Testaufgaben um die Komponente der Rückmeldung/Hinweise auf Lösung zu konstruieren. Dazu stehen die von *Klauer* (1978, 1979) oder *Schott* (1981) vorgeschlagenen Verfahren zur Verfügung.

Soll aber in solchen Lernaufgaben der Schema-Anreicherung die Handlungs-/Ver-

haltens-Komponente besonders berücksichtigt werden, kann auf das ‚System von Operationsgrundtypen beim Aufbau von Konzepten durch Unterricht‘ (Jüngst 1978) zurückgegriffen werden, die sich teilweise auch für andere Schemata (Regeln, Operationen, Handlungen) anwenden lassen. Die dabei vorgeschlagenen Verlaufsmuster (Operationsgrundtypen) können für die Struktur der Lernaufgaben nutzbar gemacht werden. Die folgende Auflistung solcher Anwendungsoperationen ist jeweils an zwei Beispielen zentraler Schemata (ZS: „Rechteck“ und „zweiseitiger Hebel“) erläutert.

1. *Klassifizieren* eines gegebenen Objektes als Beispiel/Nichtbeispiel unter das ZS, z.B. „Ist diese Figur ein Rechteck?“ oder „Ist eine Wippschaukel ein zweiseitiger Hebel?“ Der Algorithmus dieser Anwendungsoperation setzt sich aus dem Identifizieren aller wesentlichen Merkmale des Schemas am Objekt (ggf. anhand einer Prüfliste) und aus der daraus folgenden Klassifikationsschlußfolgerung zusammen. Auf das sicherlich nicht selten vorkommende Sonderproblem des Klassifizierens unter unscharfen bzw. nicht wohldefinierten Begriffen, sowie das Klassifizieren durch Vergleich mit typischen Beispielen (Prototypen) (Jüngst 1983) kann hier nicht eingegangen werden.

2. *Konkretisieren* als Aufzeigen, Explizieren der Merkmale des ZS an einem gegebenen Beispiel, z.B. „Wie lang ist die Seite d in einem Rechteck, wenn die Seite b 5 cm lang ist?“ oder „Welche Kraft ist bei einem Lastarm von 10 cm und einem Kraftarm von 100 cm aufzuwenden, um mit einem Brecheisen einen Block von 100 kg anzuheben?“ Beim Konkretisieren sind alle oder einzelne geforderte Merkmale des Schemas am Objekt zu identifizieren sowie gegebenenfalls bestimmte Voraussetzungen und Folgerungen einzubringen. Je nach Aufgabenstellung und Objekt spielen sich beim Verstehen der Aufgabe und bei der Lösung nicht nur top-down-Prozesse (vom Schema zum Objekt/Aufgabe), sondern auch bottom-up-Prozesse ab. So muß im Rechteckbeispiel, bevor ‚Länge d = Länge b = 5 cm‘ gefunden wird, ‚d als Gegenseite von b‘ erkannt werden, um dann über das Merkmal ‚Gegenseiten im Rechteck sind gleichlang‘ zur Lösung zu gelangen. Für solche Art Aufgaben (zu denen wohl alle arithmetischen und naturwissenschaftlichen Sachaufgaben zu rechnen sind), bei denen das Verstehen der Aufgabe wesentlich zum Lösungsansatz beiträgt, können folgende Fragen hilfreich sein (wobei Schritt 1 ggf. nach Schritt 2 folgen kann):

1. Welche Merkmale (Teile, Eigenschaften, Maße usw.) des Objektes/der Aufgabe sind speziell gefragt?
2. Welche Merkmale sind gegeben?
3. Welche aus dem Schema bekannten Relationen bestehen zwischen gegebenen und gefragten Merkmalen?
4. Welche Teilstrukturen des Schemas können die Lücke schließen?
5. Ausführung der Lösung.

Bei Sachaufgaben, bei denen das zu konkretisierende Schema nicht angegeben, sondern gefunden werden muß, ist die Lösung wegen zuvor notwendigem Klassifi-

zieren (welche Art von Regel anzuwenden sei) erschwert (Niegemann/Ullrich 1982).

3. *Komponieren* eines Beispiels zu einem ZS aus gegebenen konkreten Teilen und/oder Eigenschaften, z.B. „Konstruiere ein Rechteck mit den Seitenlängen 5 cm und 3 cm!“ oder „Baue aus diesem 1 m langen Eisen mit diesem 10 cm dicken Holzstück (Drehpunkt) einen zweiseitigen Hebel!“ Der Algorithmus des Komponierens setzt sich – von den gegebenen Teilen und/oder Eigenschaften ausgehend – aus einem spiralförmigen Wechsel zwischen Konkretisierungen weiterer Merkmale und Klassifizierungen als Kontrollprozesse bezüglich der Vollständigkeit zusammen. Dabei müssen die jeweils nächsten ‚gefragten‘ Merkmale aus dem Schemawissen heraus jeweils selbst gesetzt werden.

4. *Identifizieren* von Beispielen des ZS innerhalb eines gegebenen Komplexionszusammenhangs, z.B. „Wo gibt es an diesem Gebäude Rechtecke?“ oder „Wo gibt es an dieser Maschine zweiseitige Hebel?“ Dabei ist analog dem Klassifizieren und Konkretisieren jedes Merkmal des Schemas in der Komplexion aufzudecken und die Merkmale zu einem Objekt/Beispiel zusammenzufügen, wobei wieder top-down- und bottom-up-Prozesse eine Rolle spielen.

5. *Ordnen des ZS* innerhalb „gleichrangiger“ Schemata nach einem oder mehreren bestimmten Merkmalen, z.B. „Ordne das Rechteck und andere Vierecke nach der Anzahl gleicher Winkel!“ Hierbei geht es um das Rangieren von Schemata nach einer oder mehreren Dimensionen der Ausprägung von Variablen. Sinnvoll zur Schema-Anreicherung (schemastärkenden Anwendung) sind als Ordnungsgesichtspunkte allerdings nur Variablen hinsichtlich derer sich Unterbegriffe, Nachbarbegriffe oder andere „umgebende“ Schemata unterscheiden.

6. *Ordnen von Beispielen* innerhalb des ZS hinsichtlich eines oder mehrerer bestimmter Merkmale, z.B. „Ordne diese Rechtecke nach der Länge der Seite a!“ oder „Ordne diese zweiseitigen Hebel nach der Größe des Verhältnisses zwischen Kraftarm und Lastarm!“ Hier gilt entsprechendes wie bei 5., wobei allerdings zunächst das ordnungsbestimmende Merkmal an allen Beispielen zu konkretisieren ist.

Der dargelegte Ansatz zur Konstruktion von Lernaufgaben sollte insofern zur Optimierung von Lernprozessen beitragen, als je nach vorliegenden (zu diagnostizierenden) internen Bedingungen der Schüler sowohl unökonomische Lernwege (Entdeckenlassen, wo angemessenes Schema bereits vorliegt) als auch uneffektive Lernwege (Anreicherung eines unangemessenen Schemas bzw. Versuch der Anreicherung eines überhaupt noch nicht vorliegenden Schemas) vermieden werden können.

Literatur

Ach, N.: Über die Begriffsbildung. Buchner, Königsberg 1921.

Aebli, H.: Denken: das Ordnen des Tuns, Bd. I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Klett-Cotta, Stuttgart 1980.

Aebli, H.: Denken: das Ordnen des Tuns, Bd. II: Denkprozesse. Klett-Cotta, Stuttgart 1981.

- Anderson, J. R.: Cognitive psychology and its implications. Freeman & Co., San Francisco 1980.
- Berlyne, D. E.: Neugier und Erziehung. In: *Neber, H.* (Hrsg.): Entdeckendes Lernen – Neuausgabe. Beltz, Weinheim 1981, 222–243.
- Bogojawlenski, D. N., N. A. Mentschinskaja: Psychologische Probleme des Kenntniserwerbs in der Schule. Volk und Wissen, Berlin 1962.
- Bruner, J. S., J. J. Goodnow, G. A. Austin: A Study of Thinking. Wiley, New York 1956.
- Collins, A.: Processes in acquiring knowledge. In: *Anderson, R. C., R. J. Spiro, W. E. Montague* (Eds.): Schooling and the acquisition of knowledge. Hillsdale, New York 1977, 339–363.
- Copei, F.: Der Fruchtbare Moment im Bildungsprozeß: Quelle & Meier, Heidelberg ²1950.
- Dörner, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Kohlhammer, Stuttgart 1976.
- Grell, J., M. Grell: Unterrichtsrezepte. Urban & Schwarzenberg, München 1979.
- Hermann, G.: Lernen durch Entdeckung: Eine kritische Erörterung von Forschungsarbeiten. In: *Neber, H.* (Hrsg.): Entdeckendes Lernen – Neuausgabe. Beltz, Weinheim 1981.
- Hull, C. L.: Quantitative Aspekte der Begriffsentwicklung. In: *Graumann, C. F.* (Hrsg.): Denken. Kiepenheuer & Witsch, Köln 1965, 359–391.
- Jüngst, K. L.: Ein System von Operationsgrundtypen beim Aufbau von Konzepten durch Unterricht. Arbeitsberichte aus der Fachrichtung Allgemeine Erziehungswissenschaft – Erziehungswissenschaft I: Prof. Dr. L. Kötter – Nr. 3, Saarbrücken 1978.
- Jüngst, K. L.: Prototypen im Zusammenhang des Lehrens und Lernens von Begriffen. In: *Kötter, L., H. Mandl* (Hrsg.): Kognitive Prozesse und Unterricht – Jahrbuch für Empirische Erziehungswissenschaft 1983. Schwann, Düsseldorf 1983, 77–107.
- Klauwer, K. J.: Kontentvalidität. In: *Klauwer, K. J.* (Hrsg.): Handbuch der pädagogischen Diagnostik, Bd. 1. Schwann, Düsseldorf 1978, 225–255.
- Klauwer, K. J.: Lehrtextbezogene Tests: Transformation von Lehrtexten in Universa von Testaufgaben. In: *Klauwer, K. J., H. J. Kornadt* (Hrsg.): Jahrbuch für Empirische Erziehungswissenschaft 1979. Schwann, Düsseldorf 1979, 33–52.
- Kötter, L.: Wie teuer ist die Scheibe? In: *Westerm. Päd. Beitr.* 10, 488–491.
- Kötter, L.: Fruchtbare Moment im Bildungsprozeß – Ein problematisches Konzept? In: *Groth, G.* (Hrsg.) Horizonte der Erziehung: Zu aktuellen Problemen von Bildung, Erziehung und Unterricht. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1981, 17–188.
- Kötter, L., H. Mandl: Kognitionstheoretische Ansätze und Forderungen gegenwärtiger Unterrichtsforschung. In: *Kötter, L., H. Mandl* (Hrsg.): Kognitive Prozesse und Unterricht – Jahrbuch für Empirische Erziehungswissenschaft 1983. Schwann, Düsseldorf 1983, 11–44.
- Macke, G.: Lernen als Prozeß – Überlegungen zur Konzeption einer operativen Lehr-Lern-Theorie. Beltz, Weinheim 1978.
- Neber, H. (Hrsg.): Entdeckendes Lernen – Neuausgabe. Beltz, Weinheim 1981.
- Niegemann, H. M., L. Ullrich: Problemverstehen und Anwenden von Wissen: Theoretischer Überblick und zwei Explorationsstudien – Arbeitsberichte aus der Fachrichtung Allgemeine Erziehungswissenschaft der Universität des Saarlandes – Allgemeine Erziehungswissenschaft II: Prof. Dr. L. Kötter – Nr. 14, Saarbrücken 1982.
- Norman, D. A., D. E. Rumelhart (Eds.): Explorations in cognition. Freeman & Co., San Francisco 1975.
- Resnick, L. B.: Die Bedeutung von Erfindungen in der Entwicklung mathematischer Kompetenz. In: *Kluwe, H. R., H. Spada* (Hrsg.): Studien zur Denkentwicklung. Huber, Bern 1981.
- Rumelhart, D. E., D. A. Norman: Fakten sammeln, Schemaoptimierung und Umstrukturieren: Drei Arten des Lernens. In: *Neber, H.* (Hrsg.): Entdeckendes Lernen – Neuausgabe. Beltz, Weinheim 1981, 132–150.
- Seel, N. M.: Lernaufgaben und Lernprozesse. Kohlhammer, Stuttgart 1981.
- Schott, F., K.-E. Neeb, H.-J. W. Wieberg: Lehrstoffanalyse und Unterrichtsplanung. Westermann, Braunschweig 1981.

Verfasser:

Dr. Karl Ludwig Jüngst, Fachrichtung Allgemeine Erziehungswissenschaft, Universität des Saarlandes, 6600 Saarbrücken