

Schnotz, Wolfgang

Lernen aus Beispielen: Ein handlungstheoretischer Rahmen (Kommentar)

Unterrichtswissenschaft 29 (2001) 1, S. 88-95

urn:nbn:de:0111-opus-76805



in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen / conditions of use

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.

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.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

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

Kontakt / Contact:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft
Informationszentrum (IZ) Bildung
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung
29. Jahrgang / 2001 / Heft 1

Thema: Lernen aus Lösungsbeispielen

Verantwortlicher Herausgeber:
Alexander Renkl

- Alexander Renkl:
Lernen aus Lösungsbeispielen: Einführung 2
- Angela Kroß, Gunter Lind:
Einfluss von Vorwissen auf Intensität und Qualität des Selbsterklärens
beim Lernen mit biologischen Beispielaufgaben 5
- Robin Stark, Hans Gruber, Heinz Mandl, Ludwig Hinkofer:
Wege zur Optimierung eines beispielbasierten Instruktionsansatzes:
Der Einfluss multipler Perspektiven und instruktionaler Erklärungen
auf den Erwerb von Handlungskompetenz 26
- Alexander Renkl:
Explorative Analysen zur effektiven Nutzung von instruktionalen
Erklärungen beim Lernen mit Lösungsbeispielen ~~41~~
- Thomas J. Schult, Peter Reimann:
Automatisierte Hilfe für das Lernen aus Lösungsbeispielen ~~64~~
- Michael Henninger:
Auf dem Highway ist die Hölle los oder Die instruktionale Unter-
stützung bei Lösungsbeispielen auf der Überholspur (Kommentar) 82
- Wolfgang Schnotz:
Lernen aus Beispielen: Ein handlungstheoretischer Rahmen
(Kommentar) ~~88~~

Wolfgang Schnotz

Lernen aus Beispielen: Ein handlungstheoretischer Rahmen (Kommentar)

Beispiele haben in der Praxis des Lehrens und Lernens seit jeher einen hohen Stellenwert. Sie sollen z.B. in neue Themenbereiche einführen, den Lernprozess lebendiger gestalten und so die Lernmotivation erhöhen. Auch erwartet man von ihnen, dass sie abstrakte Aussagen konkretisieren oder überprüfen helfen und zur Vertiefung und Verfestigung von Erkenntnissen beitragen. Darüber hinaus können Beispiele eine Informationsbasis bereitstellen, anhand derer der Lernende selbständig zu für ihn neuen Einsichten gelangt (vgl. Sweller, van Marienboer & Paas, 1998). Eine spezifische Variante von Beispielen sind ausgearbeitete Lösungen von Aufgaben und Problemen. Solche ausgearbeiteten Lösungsbeispiele sollen Lernenden helfen, sich die dem Lösungsprozess zugrundeliegenden Prinzipien bewusst zu machen, um den Transfer auf ähnliche Aufgaben bzw. Probleme zu erleichtern. Diese Prinzipien werden in Form von Erklärungen explizit gemacht, wobei dies sowohl durch den Lehrenden als auch durch den Lernenden selbst erfolgen kann.

Die didaktische Verwendung von Lösungsbeispielen ist seit über einem Jahrzehnt Gegenstand intensiver empirischer Forschung (vgl. Chi, Bassok, Lewis, Reimann & Glaser, 1989; Pirolli & Recker, 1994; Reimann, 1997). Die Artikel dieses Sonderheftes tragen zu einer weiteren Differenzierung der Forschungslage bei. Wie Schult und Reimann in ihrem Beitrag deutlich machen, demonstrieren Lösungsbeispiele die Anwendung allgemeiner Konzepte und Prinzipien, schränken Erwartungen und Informationssuche des Lernenden sinnvoll ein und helfen beim Aufbau elaborierter Wissensstrukturen, wobei sich unterschiedliche Ebenen der Wissensstrukturierung unterscheiden lassen, die das Beispiel, die dahinterstehenden Konzepte und Prinzipien sowie allgemeine Regeln und Schemata umfassen. Da der Prozess des Lehrens und Lernens heute in der pädagogischen Diskussion überwiegend aus einer sozio-konstruktivistischen, handlungstheoretischen Sicht betrachtet wird und da ausgearbeitete Lösungsbeispiele letztlich der Förderung der Handlungskompetenz von Lernenden dienen, soll im folgenden das Lernen mit solchen Lösungsbeispielen in einen handlungstheoretischen Rahmen eingeordnet werden.

1. Handeln und Erklären im Prozess des Lehrens und Lernens

Der Prozess des Lehrens und Lernen soll dazu beitragen, dass Individuen schrittweise vom Status eines Novizen zum Status eines Experten gelangen.

Folgt man dabei einer konstruktivistischen Sicht, so bringt ein Lehrender (als Experte) einem Lernenden (als Novizen) etwas bei, indem er dem Lernenden eine Handlung vormacht (*Modelling*) und dabei auf die relevanten Situations- und Handlungsbedingungen verweist (*Scaffolding*). Wenn der Lernende die Handlung selbst vollzieht, erhält er vom Lehrenden zunächst korrigierende Hinweise (*Coaching*), artikuliert selbst die Gründe für den jeweiligen Handlungsverlauf (*Articulation*) und reflektiert rückblickend über die vollzogene Handlung (*Reflection*). Mit zunehmender Expertise des Lernenden werden die Hinweise des Lehrenden immer mehr zurückgenommen (*Fading Out*), und die Handlungskontrolle geht mehr und mehr vom Lehrenden auf den Lernenden über (Collins, Brown & Newman, 1989).

Das Lösen einer Beispielaufgabe lässt sich innerhalb dieses Bezugsrahmens als ein kognitives Handeln interpretieren. Wird ein ausgearbeitetes Lösungsbeispiel vorgegeben, so handelt es sich um eine Variante des *Modelling*. Wird der Lösungsprozess auch vom Lehrenden erläutert, so spricht man von einer instruktionalen Erklärung, die man auch als Fremderklärung bezeichnen kann. Erläutert der Lernende den Lösungsprozess selbst, so spricht man von einer Selbsterklärung. Sowohl bei einer instruktionalen Fremderklärung als auch bei einer Selbsterklärung müssen das der Beispiellösung zugrundeliegende konzeptuelle Wissen über die Domäne sowie das deklarative Handlungs- und Situationswissen explizit gemacht werden. Auf diese Weise soll dem Lernenden geholfen werden, bei neuen Anforderungen nicht einfach standardisierte Handlungsroutinen mechanisch und automatisiert anzuwenden, sondern die Anforderungssituation adäquat zu strukturieren und dementsprechend kompetent zu handeln (siehe Stark, Gruber, Mandl und Hinkofer, in diesem Heft). Löst der Lernende eine Beispielaufgabe selbst, so kann man dies als ein *Learning by Doing* ansehen. Erhält er dabei noch Hilfestellung durch den Lehrenden, so entspricht dies dem o.g. *Coaching*. Vollzieht der Lernende den Lösungsprozess selbständig und erläutert auch dessen Ablauf, so entspricht dies der *Articulation* (während der Lösungsfindung) bzw. (retrospektiv nach vollzogener Lösung) der *Reflection*.

Sowohl das ausführende Handeln beim Lösen einer Beispielaufgabe als auch das kommentierende Erklären des Handlungs- bzw. Lösungsverlaufs können also durch den Lehrenden und durch den Lernenden erfolgen. Damit ergeben sich 2x2 Möglichkeiten der Kombination von Lehrer- und Lerneraktivität, die in Tabelle 1 schematisch dargestellt sind. In der Kombination 1.1 dieser Tabelle ist der Lernende noch Novize; der Lehrende zeigt ihm den Lösungsablauf und bietet die entsprechende Erklärung. In der Kombination 2.2 hat sich der Lernende bereits weitgehend dem Expertenstatus genähert, so dass er sowohl selbständig handeln als auch den Lösungsprozess erklären kann. Die Kombinationen 1.2 und 2.1 sind Übergangsformen, bei denen der Lernende als "Semi-Experte" angesehen werden kann. Im einen Fall (1.2) vollzieht der Lernende einen vorgegebenen Lösungsprozess nur nach, kommentiert diesen jedoch selbständig durch Erläuterungen; dies entspricht dem Selbsterklären ausgearbeiteter Lösungsbeispiele. Im anderen Fall (2.1) voll-

zieht der Lernende zwar den Lösungsprozess selbst, allerdings unter Anleitung durch den Lehrenden, was dem o.g. *Coaching* entspricht.

Tabelle 1:

Schema der möglichen Kombinationen von Lehrer- und Lerneraktivität beim ausführenden Handeln und kommentierenden Erklären von Beispielaufgaben

		Erklärender	
		Lehrender	Lernender
Handelnder	Lehrender (<u>Modelling</u>)	1.1: Novize: Fremderklären von Lösungsbeispielen	1.2: Semi-Experte: Selbsterklären von Lösungsbeispielen
	Lernender (<u>Learning by Doing</u>)	2.1: Semi-Experte: Angeleitetes Handeln, <u>Coaching</u>	2.2: Experte: Selbständiges Handeln, <u>Articulation, Reflection</u>

2. Fremderklären versus Selbsterklären

Das jeweils angemessene Verhältnis von instruktionaler Erklärung (als Fremderklärung) und Selbsterklärung ändert sich mit zunehmender Expertise des Lernenden. Wie Renkl in seinem Beitrag deutlich macht, müssen instruktionale Erklärungen deshalb wohl dosiert eingesetzt werden. Renkl schlägt hierbei ein minimalistisches Prinzip vor, wonach so wenig Fremderklärung wie möglich anzubieten und so viel Selbsterklärung wie möglich zu realisieren ist. Das gleiche Konzept wird auch von Kroß und Lind vertreten: Die Autoren gehen davon aus, dass für jeden Lernenden beim Selbsterklären ein je nach Vorwissen unterschiedlicher Schwierigkeitsbereich von Lösungsbeispielen angegeben werden kann, der weder unter- noch überschritten werden sollte. Letztlich wird damit auf das Konzept der Zone der nächsten Entwicklung von Wygotski (1964) zurückgegriffen, wonach Lernanforderungen ausgehend vom aktuellen Entwicklungsstand in einem mittleren Bereich liegen sollten, um sowohl Unter- als auch Überforderung des Lernenden zu vermeiden. Besonderes Interesse verdient hier der in diesem Heft dargestellte Ansatz von Schult und Reimann, die ein computergestütztes Lehrsystem CACHET beschreiben, welches unter anderem Beispiele erzeugt, die an die Lehrsituation bzw. den aktuellen Expertisegrad des Lernenden angepasst sind.

Folgt man dem instruktionalen Prinzip des *Fading Out*, so sollte allerdings generell mit den ausführlicheren instruktionalen Erklärungen begonnen und dann schrittweise zu den minimierten Varianten übergegangen werden. Der Übergang von einer minimierten zu einer ausführlicheren Variante instruktionaler Erklärungen ist demgegenüber eher als Korrektur einer Überforde-

rung des Lernenden durch ein zu rasches *Fading Out* anzusehen. Im Rahmen eines selbstgesteuerten Lernens besteht hier das Problem, dass diese Korrektur – der Abruf von ausführlicheren instruktionalen Erklärungen – offenbar nur von jenen Lernenden vorgenommen wird, die über hinreichende metakognitive Fähigkeiten verfügen, ihren eigenen Lernzustand adäquat einzuschätzen. Hierauf wird noch weiter unten zurückzukommen sein.

Die Befunde von Renkl weisen außerdem darauf hin, dass instruktionale (Fremd-)Erklärungen und Selbsterklärungen interferieren können. Der kognitive Nachvollzug einer instruktionalen Erklärung beinhaltet zu einem großen Teil Sprachverstehen, denn er besteht in einer primär bottom-up gerichteten sprachlich angeleiteten Konstruktion oder Elaboration einer Wissensstruktur. Das Generieren einer Selbsterklärung hingegen ist, soweit es sich verbal manifestiert, im wesentlichen Sprachproduktion: Hier handelt es sich um eine primär top-down gerichtete Externalisierung beispielgestützter Elaborationen einer Wissensstruktur. Es ist zu vermuten, dass das kognitive System des Lernenden, während es mit dem Verstehen einer extern vorgegebenen Erklärung befasst ist, nicht gleichzeitig auch sprachproduzierend tätig sein kann (vgl. Herrmann, 1995). Bei vorgegebenen instruktionalen Erklärungen kann sich dadurch die Selbsterklärungsaktivität des Lernenden offenbar nur noch sehr eingeschränkt in Verbalprotokollen niederschlagen. Dies mag einer der Gründe dafür sein, weshalb sich die verbal manifestierte Selbsterklärungsaktivität, wie Renkl deutlich macht, nicht ohne weiteres als Prädiktor für den Lernerfolg eignet. Andere mögliche Gründe könnten mit unterschiedlichen Funktionen des Verbalisierens bei der Selbsterklärung von Lösungsbeispielen zusammenhängen.

3. Verbalisationen beim Selbsterklären

Im Gegensatz zu Experten, die über stark hierarchisch gegliederte Strukturen des konzeptuellen Wissens und der Handlungsregulation verfügen, besitzen Novizen noch relativ "flache" Wissens- und Handlungsstrukturen (Chi, Feltovich & Glaser, 1981; Hacker, 1986; Lowe, 1999). Bei Novizen müssen demnach Handlungsregulationsfunktionen noch von außen eingebracht werden, während fortgeschrittene Lernende auch bei komplexen Anforderungen auf eigene Regulationsgrundlagen zurückgreifen können und dementsprechend kaum noch externe Unterstützung benötigen. Wie Kroß und Lind in ihrem Beitrag zeigen, sind dementsprechend auch die Elaborationsprofile von Novizen und Experten deutlich unterschiedlich. Während bei Novizen die bottom-up Verarbeitung dominiert, zeigen Experten ein stärker top-down gerichtetes Elaborationsverhalten. Dabei erweist sich Expertise klar als ein domänenspezifisches Konstrukt: Die Ergebnisse der Autoren machen deutlich, dass auch erfahrene Lernende in einer für sie neuen Domäne zunächst Novizen und damit in ihren Möglichkeiten zur Selbsterklärung entsprechend eingeschränkt sind. Die Ergebnisse von Kroß und Lind legen außerdem nahe, dass bei der Analyse von verbalen Selbsterklärungsaktivitäten

eine hohe Quantität nicht notwendig mit einer hohen Qualität einhergeht. Dementsprechend ist ein ausgiebiges Verbalisieren beim Selbsterklären nicht ohne weiteres als ein Indikator für ein lernwirksames Elaborieren anzusehen und somit auch nicht als Prädiktor für den Lernerfolg geeignet.

Verbalisationen beim Selbsterklären können einerseits Ausdruck einer elaborativen, kohärenzfördernden kognitiven Verarbeitung der vorgegebenen Lösungsbeispiele sein. In diesem Fall ist bei einem höheren Maß an Verbalisationen einer höherer Grad der Kohärenzbildung und damit ein höherer Lernerfolg zu erwarten. Verbalisationen können aber auch Ausdruck von Verstehensschwierigkeiten sein, bei denen die Sprache als externe Unterstützung der eigenen mentalen Konstruktionsprozesse bzw. als eine kompensatorische Maßnahme dient. In diesem Fall kann ein höheres Maß an Verbalisationen Ausdruck größerer Verstehensschwierigkeiten sein, so dass (*ceteris paribus*) ein geringerer Lernerfolg zu erwarten ist.

Zwischen der Quantität der Verbalisationen beim Selbsterklären und dem Lernerfolg besteht vermutlich kein linearer Zusammenhang. Sind die Anforderungen des Selbsterklärens (gemessen am Vorwissen und anderen kognitiven Voraussetzungen) gering, so sind wenig Verbalisationen zu erwarten: Zum einen besteht keine Notwendigkeit einer verbalen Unterstützung des Verstehens, und zum anderen sind die für die Lösung relevanten Prinzipien relativ transparent, so dass (auch aufgrund der kommunikativen Anforderung, "relevant" zu sein) wenig Grund besteht, diese ausführlich zu verbalisieren. Bei mittleren Anforderungen kann man erwarten, dass die Verbalisationen zunehmen: Die relevanten Lösungsprinzipien bilden hier ein komplexeres Gefüge, deren sprachlicher Ausdruck einen höheren Aufwand verlangt. Bei hohen Anforderungen wiederum dürften zumindest die elaborativen, kohärenzstiftenden Verbalisationen wieder abnehmen: Die Lernenden sind hier vermutlich weniger in der Lage, den Zusammenhang zwischen Lösungsbeispiel und den zugrundeliegenden Prinzipien zu sehen, so dass das kohärenzfördernde Potential der Beispielaufgabe weniger genutzt wird. Allerdings muss dies nicht bedeuten, dass die Quantität der Verbalisationen insgesamt zurückgeht. Vielmehr ist damit zu rechnen, dass kompensatorische Verbalisationen auftreten, mit deren Hilfe der Lernende die Schwierigkeit der Anforderung leichter zu bewältigen sucht.

Wenn sich zwischen Beispielschwierigkeit und verbaler Selbsterklärungsaktivität sowie zwischen der Quantität des Selbsterklärens und dem Lernerfolg (wie in der Studie von Kroß und Lind) kein Zusammenhang nachweisen lässt, so ist dies im Licht der oben skizzierten Überlegungen weniger überraschend als es auf den ersten Blick erscheinen mag. Ein Mehr an Verbalisationen beim Selbsterklären lässt demnach nicht notwendig einen höherer Lernerfolg erwarten. Ein solcher Zusammenhang kann nur dann angenommen werden, wenn diese Verbalisationen Ausdruck einer tieferen semantischen Verarbeitung sind, bei der mehr elaborative, kohärenzbildende kognitive Prozessen stattfinden.

4. Metakognitionen beim Lernen mit Lösungsbeispielen

Zu den Vorteilen von Selbsterklärungen im Lehr-Lern-Prozess zählt, wie Renkl in seinem Beitrag ausführt, dass diese an das Vorwissen des Lernenden angepasst sind und jeweils zeitgerecht in die laufende Aktivität eingebunden sind. Diese Vorteile gelten allerdings nur dann, wenn der Lernende auch zu einer hinreichenden Überwachung und Steuerung seines Verstehens und Wissenserwerbs in der Lage ist. Gerade diese Bedingung dürfte häufig nicht erfüllt sein. Lernende haben häufig inadäquate Verstehensstandards und sitzen dementsprechend einer Illusion des Verstehens auf (vgl. Baker, 1985). Eine mögliche Folge ist, dass sie die ihnen zur Verfügung stehenden instruktionalen Fremderklärungen nicht hinreichend nutzen und/oder ihre Selbsterklärungsaktivität vorzeitig abbrechen. Es ist zu vermuten, dass sich die von Renkl beschriebene Gruppe der erfolgreichen Nutzer instruktionaler Erklärungen unter anderem durch eine angemessenere metakognitive Verarbeitungsregulation auszeichneten. Diese Lernenden konnten den Grad ihres Verstehens offenbar besser einschätzen, riefen deshalb häufiger ausführliche Erklärungen ab und benötigten dementsprechend auch mehr Zeit. Die metakognitive Verarbeitungsregulation in der Gruppe der mittelmäßigen Nutzer dürfte hingegen eher defizitär gewesen sein, so dass weniger instruktionale Erklärungen als eigentlich nötig abgerufen wurden, ohne dass dies durch eine intensivere Selbsterklärungsaktivität kompensiert worden wäre. Hier werden weitere Untersuchungen erforderlich sein.

Ein zentrales Kriterium der metakognitiven Verarbeitungsregulation von Lernenden dürfte der Aspekt der kognitiven Ökonomie sein. Demnach nimmt das Individuum jeweils eine Einschätzung darüber vor, ob sich der zusätzliche Aufwand der kognitiven Verarbeitung von instruktionalen Erklärungen oder von Selbsterklärungen auch tatsächlich lohnt, also zu einem bedeutsamen Verständnis- bzw. Wissenszuwachs führt. Legt der Lernende niedrige Verstehensstandards zugrunde, so wird er dies häufig verneinen. Die Ergebnisse von Stark, Gruber, Mandl und Hinkofer, wonach instruktionale Erklärungen relativ wenig beachtet wurden, sind auch vor diesem Hintergrund zu sehen. Zweifellos kann man versuchen, Lernende von der Wirksamkeit instruktionaler Erklärungen zu überzeugen, und diese Erklärungen (wie Renkl und Stark et al. vorschlagen) so in die Lösungsbeispiele integrieren, dass die kognitive Belastung (der sog. *Extraneous Cognitive Load*) möglichst gering gehalten wird (Chandler & Sweller, 1991). Generell aber dürfte ein Strategiewechsel weg von einem routinisierten, mechanischen Vorgehen hin zu einer reflektierten, prinzipienbasierten und kreativen Aufgaben- bzw. Problembewältigung nur dann zu erwarten sein, wenn der damit verbundene kognitive Aufwand für den Lernenden auch hinreichend ertragreich erscheint. Andernfalls droht die Bereitschaft zur Nutzung instruktionaler Erklärungen relativ gering zu bleiben. Wesentlich dürfte hier vor allem die Einbettung in eine Lehr-Lern-Kultur sein, in der eine aktive Lernhaltung gegenüber immer wieder neuen, variablen Anforderungen unterstützt wird.

Die Beiträge dieses Sonderhefts machen aus unterschiedlichen Blickwinkeln die Komplexität des Lernens mit Lösungsbeispielen deutlich. Der Einsatz von instruktionalen Erklärungen und deren Kombination mit der Lernstrategie des Selbsterklärens sind demnach in Abhängigkeit vom domänen-spezifischen Vorwissen und den kognitiven Fähigkeiten des Lernenden sowie der Komplexität der jeweiligen Lösungsbeispiele und der zugrunde liegenden Lösungsprinzipien zu sehen. Eine Theorie des Lernens mit Beispielen, die auch den Aspekt der Selbststeuerung des Lernens berücksichtigen soll, muss darüber hinaus der metakognitiven Verarbeitungsregulation einschließlich der dabei relevanten Verstehensstandards des Lernenden Rechnung tragen. Eine solche Theorie müsste berücksichtigen, dass Individuen im Rahmen eines selbstgesteuerten Lernens im Hinblick auf den jeweiligen Verstehensstandard und unter Gesichtspunkten der kognitiven Ökonomie entscheiden, ob und mit welcher Intensität sie auf ausgearbeitete Lösungsbeispiele zurückgreifen, wieweit sie sich dabei vorgegebener instruktionaler Erklärungen bedienen und in welchem Maße sie die Strategie des Selbsterklärens einsetzen. Schließlich müsste eine solche Theorie Vorhersagen darüber machen, ob und in welchem Maße dabei kohärenzbildende elaborative Verarbeitungsprozesse stattfinden, die schließlich zu höheren Transferleistungen bei der Anwendung des erworbenen Wissens führen. Die in diesem Sonderheft dargestellten Beiträge können als Schritte zu einer solchen Theorie gesehen werden, denen weitere theoretische und empirische Arbeiten folgen sollten.

Literatur

- Baker, L. (1985). How do we know when we don't understand? Standards for evaluating text comprehension. In D.L. Forrest-Pressley, G.E. MacKinnon & T.G. Waller (Eds.), *Metacognition, cognition, and human performance. Vol. 1: Theoretical perspectives* (pp. 155-205). Orlando: Academic Press.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.
- Chi, M.T.H., Bassok, M., Lewis, M.W., Reimann, P. & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, 145-182.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P. & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hacker, W. (1986). *Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Berlin (DDR): VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Herrmann, T. (1995). *Allgemeine Sprachpsychologie. Grundlagen und Probleme*. (2. Auflage). Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union.
- Lowc, R. K. (1999). Extracting information from an animation during complex visual learning. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 225-244.

- Pirolli, P. & Recker, M. (1994). Learning strategies and transfer in the domain of programming. *Cognition and Instruction*, 12, 235-275.
- Reimann, P. (1997). *Lernprozesse beim Wissenserwerb aus Beispielen: Analyse, Modellierung, Förderung*. Bern: Huber.
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. & Paas, F.G.W.C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Wolfgang Schnotz

Fachbereich Psychologie, Abt. Allgemeine und Pädagogische Psychologie

Thomas-Nast-Str. 44, 76829 Landau