

Problemlösen

Joachim Funke und Jörg Zumbach

In diesem Kapitel wenden wir uns dem Problemlösen und seiner Förderung zu. Zunächst wird in einem ersten Teil der Begriff des Problemlösens geklärt, des Weiteren werden verschiedene Arten von Problemen sowie zwei unterschiedliche Lösungsarten dargestellt. Im zweiten Teil wird der Stand der Forschung erörtert: Problemlösen bei Experten, der Einfluss von Intelligenz und Bedingungen von Transfer stehen im Fokus der Aufmerksamkeit. Im dritten Teil geht es schließlich um die Förderung von Problemlösekompetenzen, wobei neben direkten auch indirekte Förderansätze behandelt werden.

1 Lernen und Problemlösen

Lernen und Problemlösen sind in der psychologischen Forschung Schwesterdisziplinen, die untrennbar miteinander verbunden sind. Gerade in der Lehr- und Lernpraxis zeigt sich diese explizite Verzahnung. Bereits Dewey (1910, 1991) betont die Bedeutung des Problemlösens für Lernprozesse: Der Lernende trifft ständig auf Hindernisse und Barrieren. Um diese zu überwinden, bedarf es des Nachdenkens und Problemlösens. Das Lösen von Problemen ist dabei als Handlung zu verstehen, die sich wiederum auf das Denken auswirkt.

Problemlösen ist somit gleichzeitig Methode als auch Ziel des Lernens. Damit reiht sich dieser Teilprozess in andere Ziele von Unterricht ein, wie der Vermittlung von Wissen, aber auch der Wissensnutzung, der Anwendung und letztlich dem Transfer. Weinert (1999, zit. n. Klieme, Funke, Leutner, Reimann & Wirth, 2001) trägt dieser funktionalen Einordnung dadurch Rechnung, indem er von Kompetenzen bzw. Schlüsselkompetenzen redet. Diesem Kompetenzbegriff liegt eine funktionale Definition zugrunde, denn erst durch die Bewältigung bestimmter Anforderungen kann eine Kompetenz erfasst werden. Klieme et al. (2001) betonen die Bedeutung des Problemlösens im Rahmen der PISA-Studien als Schlüsselqualifikation im Sinne einer solchen funktionalen Kompetenz. Insbesondere im Zusammenhang gegenwärtiger Diskussionen um Bildungsstandards nehmen Schlüsselkompetenzen wie Problemlösen damit eine zentrale Rolle ein.

Die Förderung des Problemlösens als Methode aber auch als Ziel von Lernprozessen wird in diesem Kapitel thematisiert. Neben der Frage, wie der Begriff des Problemlösens eingegrenzt werden kann und wie der Stand der Forschung hierzu steht,

werden Ansätze zur direkten und indirekten Förderung dargestellt. Bei dieser Anwendung ist es wichtig, in Lehr-Lern-Situationen Maßnahmen zu integrieren, die den funktionalen Aspekt dieser Schlüsselkompetenz unterstützen (im Sinne eines *transfer appropriate processing*; vgl. Bransford, Franks, Morris & Stein, 1979). Entsprechende Fördermaßnahmen wie problemorientierte Lernumgebungen, aber auch direkte Fördermethoden wie das Training von Problemlöseheuristiken werden daher in diesem Beitrag geschildert.

2 Zentrale Begriffe und Erkenntnisse der Problemlöseforschung

Was ist eigentlich Problemlösen bzw. was ist ein Problem? Diese Frage lässt sich aus wissenschaftlicher Sicht, insbesondere aus Sicht der Psychologie und verwandten Disziplinen nicht pauschal beantworten. Speziell dann, wenn Problemlösen die Ebene der Grundlagenforschung verlässt und vom Gegenstand der Allgemeinen Psychologie zum Gegenstand der Pädagogischen Psychologie des Lehrens und Lernens wird. Wenn die Frage aufkommt, wie man von einem wissenschaftlich relevanten Gegenstandsbereich (Problemlösen) zur Anwendung gelangt (Förderung von Problemlösekompetenz durch Lernstrategien), erkennt man verschiedenste Gemeinsamkeiten. Die Grundlagen wie zum Beispiel die Definition des Problemlösens bilden das Grundgerüst zur praktischen Umsetzung.

2.1 Grundlagen und Definition von Problemen und Problemlösen

Nach der klassischen Definition von Duncker (1935/1974, S. 1) entsteht ein Problem dann, „... wenn ein Lebewesen ein Ziel hat und nicht weiß, wie es dieses Ziel erreichen soll. Wo immer der gegebene Zustand sich nicht durch bloßes Handeln ... in den erstrebten Zustand überführen lässt, wird das Denken auf den Plan gerufen. Ihm obliegt es, ein vermittelndes Handeln allererst zu konzipieren.“ Im Zentrum steht somit das Ziel, welches wiederum die Handlung steuert. Funke (2003) folgend hält sich diese Definition in verschiedenen Varianten bis heute, wobei ein Problem durch drei grundlegende Aspekte charakterisiert wird: einen Anfangszustand, einen Zielzustand und das nicht unmittelbare Gelingen der Überführung des Anfangszustandes in den Endzustand (vgl. Lüer & Spada, 1990). Eine Ergänzung dieser drei Komponenten wird z. B. von Spada und Wichmann (1996) vorgenommen, welche die Rahmenbedingungen des Lösungsweges als weiteres Kriterium berücksichtigen. Insgesamt kann Problemlösen unter Einbezug der hier geschilderten Teilkomponenten als eine Form des aktiven und zweckgerichteten Verhaltens verstanden werden (vgl. Neber, 1987).

Diese Basisdefinition eines Problems und des Problemlösens beinhaltet verschiedene Unklarheiten, die sich unmittelbar auf den (empfundenen) Schwierigkeitsgrad des Problemlösens auswirken: So ist beispielsweise der Anfangszustand eines Problems nicht immer in vollem Umfang bekannt. Hat ein Problemlöser hier alle verfügbaren Informationen gesammelt und verstanden, die gegeben sind? Kann ein Problem in Teilprobleme zerlegt werden und – wenn ja – wie und in wie viele? Auch der Endzu-

stand – sofern überhaupt eine bestimmte Lösung eines Problems ersichtlich oder möglich ist – kann eine Vielzahl an Teilzielen oder Anforderungen an den Problemlösenden und seine Umwelt enthalten, die nicht unbedingt ersichtlich sind. Der dritte Punkt ist der Problemlöseraum zwischen Anfangs- und Zielzustand: Wie viele Wege sind möglich und welche verbinden die Pole? Welche Mittel stehen dem oder den Problemlösenden zur Verfügung und welche Einschränkungen sind zu erwarten?

Um Problemlösekompetenz nun gezielt fördern oder aufbauen zu können, sind verschiedene Faktoren von Bedeutung, die wir in den folgenden Abschnitten kurz darstellen. Einen Anfang bildet hier die grundlegende Eigenschaft eines Problems selbst, nämlich die Frage, ob es sich um ein gut strukturiertes oder ein schlecht strukturiertes Problem handelt.

2.2 Gut strukturierte und schlecht strukturierte Probleme

Beim Problemlösen werden gut strukturierte (*well-structured*, einfach) und schlecht strukturierte (*ill-structured*, komplex) Probleme unterschieden. Bei einfachen Problemen wie z. B. dem Lösen einer mathematischen Gleichung sind sowohl die Anfangssituation als auch die Operatoren, die zur Transformation des Anfangszustandes in den Zielzustand benötigt werden, bekannt. Anstelle des unbekanntes Zielzustandes können bei einfachen Problemen aber auch der Anfangszustand oder die notwendigen Operatoren unbekannt sein (vgl. Neber, 1987; Reitmann, 1964).

Schlecht strukturierte Probleme hingegen lassen sich in aller Regel nicht durch einfache Beschreibungen abbilden, da sie hierzu zu komplex sind. Es sind zumeist zu viele Variablen im Übergang vom Anfangs- zum Zielzustand involviert, oder aber Anfangs- und Zielzustand können nicht völlig erschlossen werden.

Die Unterscheidung in einfache und komplexe Probleme beinhaltet nicht, dass einfache Probleme auch einfach zu lösen sind. Lediglich die Lösung eines Problems kann als eindeutig richtig oder falsch beurteilt werden. Dabei kann die Lösung auf zwei unterschiedliche Arten ermittelt werden: mittels Heuristiken oder mittels Algorithmen.

2.3 Heuristiken versus Algorithmen

Problemlösen – und damit auch dessen Förderung – kann in zwei grundlegende Lösungsarten unterschieden werden: in heuristisches und in algorithmisches Problemlösen. Algorithmisches Problemlösen führt bei einfachen Problemen immer zur Lösung, wenn die spezifizierten Regeln zur Überführung eines Ausgangszustandes in einen Zielzustand berücksichtigt werden. Eine solche algorithmische Problemlöseprozedur liegt z. B. dann vor, wenn ein Kochrezept systematisch verfolgt und somit von den Zutaten ausgehend ein Menü angerichtet wird.

Ein prominentes Beispiel für eine heuristische Strategie, die mit Einschränkungen auch zur Lösung komplexer Probleme herangezogen werden kann, ist die Mittel-Ziel-Analyse (vgl. Newell & Simon, 1972). Bei der Mittel-Ziel-Analyse vergleicht der Problemlösende die vorliegende Situation mit dem gewünschten Zielzustand und eruiert dabei die zur Verfügung stehenden Maßnahmen, welche zu einer Verringerung des

Abstandes zwischen gegenwärtiger Situation und Ziel geeignet scheinen. Diese geeigneten Maßnahmen werden ergriffen, wobei anschließend erneut eine Mittel-Ziel-Analyse durchgeführt wird, bis das Ziel letztlich erreicht ist.

Heuristiken vereinfachen den Lösungsprozess durch den Einsatz einfacher Daumenregeln, die allerdings nicht immer erfolgreich sein müssen. Algorithmen garantieren dagegen eine Lösung um den Preis des höheren Aufwands.

2.4 Expertise und Problemlösen: Die Rolle des Wissens

Wer löst eigentlich erfolgreich Probleme und wer nicht? Zumeist sind diejenigen erfolgreiche Problemlösende in einem Bereich, die als Experten bezeichnet werden. Aber was charakterisiert Expertise bzw. macht Experten zu erfolgreichen Problemlösenden? In verschiedenen Disziplinen wie Schach (Chase & Simon, 1973), Physik (Chi, Feltovich & Glaser, 1981), aber auch Medizin (z. B. Boshuizen & Schmidt, 1992) wurde untersucht, was Menschen in diesen Bereichen zu Experten und exzellenten Problemlösenden macht. Es zeigt sich dabei, dass verschiedene Kompetenzen und Fertigkeiten eine Rolle spielen: Zum einen verfügen Experten nicht nur über ein umfangreiches Faktenwissen, sondern auch über Wissen zu Zusammenhängen in einem Bereich – darauf kann beim Lösen von Problemen zurückgegriffen werden. Zum anderen können diese Menschen Besonderheiten einer (Problem-)Situation sehr schnell erkennen; das wiederum erlauben ihnen die bereichsspezifischen Schemata, also komplexe Wissensgefüge, auf die bei Bedarf zugegriffen werden kann. Dazu gehören auch bereichsspezifische Problemlöseschemata, mittels deren effizient mit aktuellen Problemen umgegangen werden kann. Problemlösen besteht bei Experten eigentlich nur noch in der Auswahl eines Lösungsschemas, dessen Anpassung an die gegebene Situation und schließlich in der Ausführung der Problemlösung. Hierbei zeigt sich auch die Bereichsabhängigkeit der Problemlösekompetenz, denn wenn Experten eine Aufgabe aus einem anderen inhaltlichen Bereich vorgegeben wird, verschwindet dieser Vorteil wieder. Weiterhin können Experten mehr Informationen gleichzeitig verarbeiten, indem sie viele Informationen in übergeordneten Sinneinheiten verarbeiten (*chunking*); dadurch wird das Arbeitsgedächtnis entlastet.

Die bislang geschilderten Charakteristika machen Experten beim Problemlösen schneller und ermöglichen es ihnen zudem, nur die relevanten Aspekte eines Problems zu fokussieren (während Novizen gleichermaßen auch irrelevante Informationen zur Problemlösung einbeziehen; vgl. Mietzel, 2001). Ferner gehen Experten im Gegensatz zu Novizen zunächst gründlich auf die Analyse eines Problems ein, bevor ein Lösungsversuch eingeleitet wird. Auch die Strategie beim Problemlösen selbst unterscheidet sich zwischen Anfängern und Personen mit Expertise: Letztere wählen eine vorwärtsverkettende Lösungsstrategie, bei der auf Basis des vorhandenen Wissens aufeinander folgende Lösungsschritte zum Zielzustand hin gewählt werden. Anfänger verfolgen eher rückwärtsverkettende Lösungsstrategien, bei denen Lösungen vom gewünschten Zielzustand her ausgehend immer mit aufwändigen Informationssuchen im Gedächtnis und hypothesentestenden Prozeduren verbunden sind (vgl. Larkin, McDermott, Simon & Simon, 1980; Reimann, 1998). Schließlich können Experten ihren

eigenen Problemlöseprozess auch besser kontrollieren und bewerten, verfügen also über eine häufigere Nutzung metakognitiver Strategien.

All diese Merkmale deuten darauf hin, dass es eines langen Weges bedarf, um vom Anfänger- zum Expertenstatus zu gelangen. Andererseits bieten die hier geschilderten Merkmale der Expertise aber auch konkrete Anhaltspunkte für etwaige Fördermaßnahmen zum Erwerb von Problemlösekompetenz.

2.5 Intelligenz und Problemlösen

Dass Intelligenz beim Problemlösen eine Rolle spielt, dürfte außer Zweifel stehen. Sternberg (1982, S. 225) formuliert dies so: „Whatever *intelligence* may be, *reasoning* and *problem solving* have traditionally been viewed as important subsets of it. Almost without regard to how *intelligence* has been defined, *reasoning* and *problem solving* have been part of the definition.“ Auch wenn also Denken und Problemlösen definitionsgemäß Teil dessen sind, was Intelligenz ausmacht, versucht die empirische Forschung diesen Zusammenhang durch entsprechende Operationalisierungen transparent zu machen.

So ist die Bedeutung von Intelligenz für das Bearbeiten komplexer Problemstellungen inzwischen gut untersucht worden. In der Anfangszeit ging man noch davon aus, keine bedeutsamen Zusammenhänge aufzeigen zu können (z. B. Putz-Osterloh, 1981). Nach neueren Erkenntnissen ist anzunehmen, dass Testintelligenz und Wissen die wichtigsten Prädiktoren des Lösungserfolgs beim Bearbeiten computersimulierter Problemszenarien sind (vgl. Funke, 2003, S. 170 f.; Süß, 1999).

Wichtig ist allerdings, ein mehrdimensionales Intelligenzkonzept zu verwenden und nicht von *der* Intelligenz als solcher zu sprechen. Vielmehr ist auf eine Differenzierung verschiedener Komponenten zu setzen. Die entsprechend im „Berliner Intelligenzstrukturtest“ (BIS; Jäger, Süß & Beauducel, 1997) anhand der Aufgabentypen vorgenommene Aufteilung von Form und Inhalt in vier Operationsklassen (Bearbeitungsgeschwindigkeit, Gedächtnis, Einfallsreichtum und Verarbeitungskapazität), die auf drei Inhalte (figural-bildhaft, numerisch, verbal) angewandt werden können, erweist sich als nützlich. Vor allem die Verarbeitungskapazität spielt beim Problemlösen eine wichtige Rolle.

Neben diesem bimodalen Intelligenzmodell hat sich auch die Dreiteilung von Sternberg (2003) in analytische, kreative und praktische Intelligenzkomponenten als hilfreich herausgestellt. Analytische Fähigkeiten dienen zur Analyse, Evaluation, Beurteilung und zum Vergleich. Kreative Fähigkeiten braucht man zum Erfinden, Entdecken, Erkunden und Modellbildern. Praktische Fähigkeiten sind beim Anwenden, Gebrauchen und Implementieren von Bedeutung.

Da sich Probleme stark unterscheiden können, ist vor einer Aussage über den prädiktiven Wert einer bestimmten Intelligenzkomponente zunächst die Art des Problems zu bestimmen (vgl. Abschnitt 2.2): Während bei gut strukturierten Problemen eher analytische Intelligenzkomponenten (z. B. logisches Schließen) relevant sind, kann bei schlecht strukturierten Problemen die Bedeutung kreativer Intelligenz steigen (vgl. Funke, 2000; Wirth & Klieme, 2003). Praktische Intelligenz kann dagegen wichtig

sein, wenn es um das Erkennen von Transfermöglichkeiten geht, die im nächsten Abschnitt behandelt werden.

2.6 Transfer und Transfersicherung

Die Fähigkeit, einen (erfolgreichen) Problemlöseprozess von einem Problem auf ein anderes zu übertragen, wird als Transfer bezeichnet. Dieses hoch gesetzte Ziel verschiedener Lehr-Lern-Kontexte wird jedoch nicht immer erreicht. Ein häufiges Mittel zur Vermittlung transferierbaren Wissens ist der Einsatz von Analogien, d. h. dass Lernenden zunächst ein vertrauter Gegenstandsbereich dargestellt wird, der dann in Beziehung zu einem neuen Bereich gesetzt wird. Prominente Beispiele sind die Darstellung des Elektronenkreislaufes, der mithilfe eines Wasserkreislaufes eingeleitet wird und die Atomstruktur, die mithilfe des Sonnensystems vermittelt wird (vgl. Steiner, 2001). Gemeinsam ist diesen Ansätzen, dass es zwischen einer bekannten Aufgabe als Basis und einer neuen Aufgabe als Ziel Ähnlichkeiten oder Analogien gibt. Nach Holyoak (1985) findet ein Transfer in vier Stufen statt: Zunächst werden die Merkmale einer neuen Aufgabe oder eines Problems aufgenommen und kodiert. Dann werden bereits im Gedächtnis vorhandene Informationen zu schon gelösten Aufgaben abgerufen. Anschließend findet ein Vergleichsprozess zwischen dem vorhandenen und aktivierten Vorwissen und den Anforderungen des neuen Problems statt. Schließlich werden die gemeinsamen Merkmale und Strukturen abstrahiert. Dabei wird (bei erfolgreichem Transfer) das so erweiterte Wissen in die Wissensstruktur des Lernenden integriert.

Transfer findet allerdings nicht immer erfolgreich statt, was sich sehr häufig in Unterrichtssituationen zeigt. Die hier zugrunde liegende Schwierigkeit besteht darin, dass zumeist nur die oberflächlichen Merkmale, nicht aber die eigentlich für die Problemlösung relevanten Tiefenmerkmale verschiedener Probleme oder Aufgaben gegenseitig verglichen und angepasst werden. Prominentes Beispiel sind mathematische Textaufgaben, bei denen irrelevante Ähnlichkeiten verglichen werden, ohne den zugrunde liegenden mathematischen Algorithmus näher zu analysieren (vgl. Mietzel, 2001).

Eine Antwort auf die Frage, wie man Wissenstransfer fördern kann, gibt Steiner (2001) mit fünf relevanten Bereichen: Ausgehend von der Bedeutung des Vorwissens und den Erfahrungen von Lernenden ist es wichtig, dass (1) neu erworbenes Wissen und neue Wissensstrukturen konsolidiert, d. h. von den irrelevanten Inhalten getrennt und gefestigt werden (z. B. durch flexible Anwendung, andere Rahmenbedingungen, alternative Abfolgen von Lösungsschritten). Zudem sollte (2) das Wissen flexibel in verschiedenen Teilbereichen und Aufgaben angewandt und (3) multipel repräsentiert werden (z. B. Umformulierung einer mathematischen Textaufgabe in eine Formel und umgekehrt), ferner (4) systematisch dekontextualisiert sowie (5) reflektiert werden (vgl. hierzu auch Mietzel, 2001).

All diese Aspekte sind zum Teil sowohl untereinander untrennbar verbunden als auch bei der Vermittlung von Problemlösekompetenz unabdingbar. Gerade bei der Förderung von Problemlösekompetenz stellt die Transferierbarkeit auf andere Situationen außerhalb der Schulungssituation ein zu erfüllendes Kriterium dar. Welche kon-

kreten Ansätze es zur Förderung von Problemlösekompetenz und -strategien gibt, wird in den folgenden Abschnitten dargestellt.

3 Förderung von Problemlösekompetenz und -strategien

Was definiert eigentlich einen erfolgreichen Problemlöser? Antworten darauf gibt z. B. die Expertiseforschung. Allerdings ist es ein langer Weg zum Experten; auf dem Weg dorthin bieten sich Lernenden verschiedene Gelegenheiten zum Erwerb von (Problemlöse-)Kompetenz. Aber welche Merkmale definieren Personen als *gute* Problemlöser, die noch *keinen* Expertenstatus erreicht haben? Hier kommen verschiedene Fertigkeiten und Qualitäten infrage. So weisen gute Problemlöser die in Tabelle 1 dargestellten Eigenschaften auf (vgl. Woods et al., 1997).

Tabelle 1: Merkmale guter Problemlöser

1.	Sie investieren Zeit in das Sammeln von Informationen und das Eingrenzen eines Problems.
2.	Sie gehen sowohl algorithmisch als auch heuristisch an Probleme heran.
3.	Sie überwachen ihren eigenen Problemlöseprozess und reflektieren die Effektivität der eingesetzten Methoden.
4.	Sie legen eher Wert auf Akkuratessse als auf Geschwindigkeit.
5.	Sie nutzen externe Repräsentationsformen (z. B. Stift und Papier) beim Problemlösen.
6.	Sie sind organisiert und systematisieren Informationen.
7.	Sie sind flexibel und halten sich verschiedene Handlungsoptionen offen bzw. betrachten ein Problem aus verschiedenen Perspektiven.
8.	Sie ziehen Hintergrundwissen hinzu und setzen dieses Wissen kritisch zur Beurteilung eines Problems und dessen Lösung ein.
9.	Sie gehen gerne auf mehrdeutige Situationen ein, werden durch Abwechslung erfreut und können gut mit Stress umgehen.
10.	Sie wählen eher einen übergreifenden Lösungsansatz für ein Problem anstatt verschiedene einzelne Lösungsansätze zusammenschustern.

Interessant an diesen Merkmalen ist die Tatsache, dass hier sowohl kognitive (z. B. Punkt 2, 3, 5) als auch affektive (z. B. Punkt 1, 4, 6) Kompetenzen adressiert werden (vgl. Mourtos, DeJong Okamoto & Rhee, 2004). Wenn wir diese Kompetenzen heranziehen und sie als Lernziele der Ausbildung von Problemlösestrategien sehen, eröffnet sich ein breites Spektrum an möglichen Interventionen. Wie beim selbst gesteuerten Lernen (vgl. Friedrich & Mandl, 1997) kann auch beim Problemlösen zwischen direkter und indirekter Förderung unterschieden werden. Bei direkten Förderansätzen wird das Problemlöseverhalten explizit beeinflusst und trainiert; bei indirekten För-

deransätzen vollziehen sich Problemlöseprozesse eher implizit, indem im Rahmen einer Lernumgebung ein bestimmtes Verhalten erforderlich ist, um die Lehr-Lern-Ziele zu erreichen. Auch Kombinationen dieser beiden Ansätze sind möglich, indem z. B. im Rahmen eines Kurses Probleme gelöst werden müssen und bei Bedarf den Lernenden direkte Hilfen hinsichtlich des Problemlöseverhaltens durch Dozierende gegeben werden. Entsprechend sind die Grenzen zwischen direkten und indirekten Förderansätzen zum Teil auch fließend, sodass die folgende Aufteilung keineswegs als trennscharfe Kategorisierung zu verstehen ist.

3.1 Direkte Förderansätze

Die direkte Förderung von Problemlöseprozessen ist schon seit Beginn der Problemlöseforschung thematisiert worden. Dabei kann sich die Förderung auf die Schulung algorithmischen, aber auch heuristischen Lösens von Problemen beziehen. Algorithmische Lösungen werden zumeist direkt vermittelt oder durch Lösungsbeispiele (s. u.) mediiert. Viele direkte Förderansätze zielen aber primär auf die Vermittlung heuristischer Lösungsansätze beim Bearbeiten komplexer Probleme ab. Analysen von Problemlöseprozessen bieten zumeist auch die Möglichkeit der Förderung der jeweils involvierten Vorgehensweisen. Die Verbesserung kann durch die Festlegung eines Rahmens für Problemlöseschritte z. B. im Sinne eines *Scaffolding* erfolgen.

Scaffolding: Ein neuerer Ansatz ist z. B. das Stufenmodell des Problemlösens nach Mourtos et al. (2004), bei dem eine Schulung zur Förderung von Strategien und Kompetenzen beim Problemlösen (im Bereich der Ingenieurwissenschaften) folgende Elemente enthält:

1. Motivation: Ich kann es schaffen, ich möchte es schaffen.
2. Problemeingrenzung: Trage möglichst alle Informationen zum Problem zusammen, greife das Problem auf, suche die wesentlichen Informationen, bestimme Einschränkungen und Grenzen, definiere Kriterien für die Problemlösung.
3. Erkunde das Problem: Bestimme den Zielzustand, bestimme involvierte Sachverhalte.
4. Plane den Lösungsweg: Entwickle einen Plan, identifiziere Teilprobleme, wähle eine angemessene Theorie oder Prinzipien, bestimme zusätzlich benötigte Informationen.
5. Setze den Plan um.
6. Überprüfe die Lösung.
7. Evaluation und Reflexion: Ist meine Lösung stimmig und sinnvoll, sind meine Vermutungen angemessen gewesen, gibt es Abweichungen?

Mourtos et al. (2004) weisen im Rahmen einer Evaluation nach, dass der hier geschilderte Ansatz auf Probleme in den Ingenieurwissenschaften erfolgreich angewendet und somit einer mangelnden Transferfähigkeit von Problemlösungen aus Unterrichtssituationen auf den Alltag vorgebeugt werden kann.

Eine Möglichkeit, den Prozess der Wissensaktivierung und der Erschließung des Problemlöseraums zu unterstützen, zeigt Jonassen (2003). Er schlägt den Einsatz kognitiver Werkzeuge (*cognitive tools*) vor, um das Arbeitsgedächtnis des Problemlösenden zu entlasten. Eine solche Methode ist der Einsatz von Concept Mapping-Verfah-

ren, mit deren Hilfe grafisch die verfügbaren Informationen erfasst und systematisiert werden können. Auf diese Weise kann sich ein Problemlösender einen Überblick über mögliche Ziele und Lösungswege, vorhandene Informationen und Einschränkungen verschaffen.

Die bislang geschilderten Methoden können als Formen des *Scaffolding* bezeichnet werden (vgl. hierzu auch Collins, Brown & Newman, 1989), d. h. es wird ein allgemeines Gerüst zur Vorgehensweise vorgeschlagen. Es ist wichtig anzumerken, dass sowohl dieser Ansatz als auch das Modell von Mourto et al. (2004) zwar einen generellen Problemlöseansatz darstellen, beide jedoch *inhaltsspezifisch* – an einen bestimmten Fachbereich gebunden – vermittelt werden. Dabei spielt jeweils die Aktivierung des Vorwissens in dem Bereich der Problemlösung eine wichtige Rolle.

Coaching: Eine weitere Möglichkeit der Lernerunterstützung im Rahmen dieser Ansätze ist neben dem *Scaffolding* auch eine Art der direkteren Förderung, das sog. *Coaching* (vgl. Collins et al., 1989). Sutherland (2002) schlägt dazu *Promptings* vor, wobei strategische Problemlösehinweise in Form von Fragen gegeben werden. Fragen, die jeweils kombiniert mit einer Problemformulierung präsentiert werden, lauten z. B.: „Was ist das Schlüsselproblem?“, „Welche Informationen kann ich der Aufgabenstellung entnehmen?“, „Was weiß ich bereits dazu und was ist davon besonders wichtig?“ und „Wie passen diese Informationen zu denen, die ich aus der Aufgabenstellung entnommen habe?“. In einer empirischen Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen zeigte Sutherland (2002), dass die geschilderten Maßnahmen die Problemlösekompetenz von Lernenden deutlich fördern konnten. Allerdings genügte die einfache Einführung des Fragenschemas nicht: Vielmehr führte die Kombination des Schemas mit dem *Prompting* oder einer zusätzlichen Evaluations- und Reflexionsphase zur Nachkontrolle des Problemlöseprozesses und dessen Erfolg/Misserfolg zu einer deutlich gesteigerten fachspezifischen Problemlösekompetenz. Es erscheint nennenswert, dass solche direkten Trainingsprogramme auch bei benachteiligten Personengruppen durchaus indiziert und erfolgreich sind. So berichten Agran, Blanchard, Wehmeyer und Hughes (2002) den Einsatz eines Problemlösetrainings bei Schülern mit Entwicklungsstörungen (z. B. intellektuelle Einschränkungen, Autismus). Mit den Probanden wurde ein Trainingsprogramm zur Setzung und Erreichung selbst gesteckter Ziele durchgeführt, welches das eigenständige Problemlösen in diesem Bereich nachhaltig positiv fördern konnte.

Lautes Denken: Die bislang geschilderten direkten Ansätze zur Förderung von Problemlösekompetenz beinhalten alle implizit eine Verbalisierung einzelner Teilschritte beim Lösen einer Aufgabe oder eines Problems sowie beim jeweils zugeordneten Bereichswissen. Andere Ansätze der Förderung greifen explizite Verbalisierungstechniken auf.

So zeigen Monsen und Frederickson (2002) im Bereich der psychologischen Beratung, dass sich Lautes Denken während eines Problemlöseprozesses positiv auf den Aufbau des Verständnisses komplexer Beratungsprobleme auswirkt. Lautes Denken erfüllt hier die Funktion, schlussfolgerndes Denken zu explizieren, zu überprüfen und bei Bedarf zu revidieren. Monsen und Frederickson (2002) folgend kann dieser Prozess durch Trainingsmaßnahmen vermittelt werden, wobei die Autoren selbst auf eine

Schulung am Modell zurückgreifen, bei der das Verhalten z. B. durch einen Lehrenden demonstriert wird (i. S. v. Modeling; vgl. Collins et al., 1989).

Selbsterklärungen: Ein prominenter Ansatz zur Förderung verbalisierenden Problemlöseverhaltens ist das Generieren von Selbsterklärungen (*self-explanations*). Chi, Bassok, Lewis, Reimann und Glaser (1989) konnten nachweisen, dass Lernende, die ihr Verständnis (oder den Versuch ein Unverständnis aufzulösen) beim Textverstehen laut mit eigenen Worten verbalisierten, deutlich mehr lernten als solche Lernenden, die keine derartigen Aktivitäten durchführten. Besonders hervorzuheben ist hier, dass die Lernenden Zusammenhänge aus Bereichen (für sich selbst) erklärten, in denen sie selbst noch Laien waren.

Lücken im (Vor-)Wissen der Lernenden scheinen ausschlaggebend für die Bildung von Selbsterklärungen zu sein. Der Lernende identifiziert dabei eigene „Lücken“, wenn ein Konflikt zwischen der vorliegenden Information und dem eigenen mentalen Modell besteht. Dieser Konflikt kann dazu anregen, das eigene mentale Modell zu „reparieren“ und anzupassen. Stimmt letztlich das mentale mit dem wissenschaftlichen Modell überein, war das Lernen erfolgreich. Falsche Selbsterklärungen sind diesem Ansatz zufolge deswegen nicht schädlich, weil sie zu weiteren Inkonsistenzen führen, die im Laufe des Lernprozesses erneut thematisiert und gelöst werden. Die Wirksamkeit des Generierens von Selbsterklärungen konnte in verschiedensten Studien belegt werden (vgl. Chi, 2000; Chi, De Leeuw, Chiu & Lavancher, 1994).

Lernen mit Lösungsbeispielen: Neben den bereits geschilderten Verfahren ist eine effektive Methode des Vermitteln von Problemlöseprozeduren das Lernen anhand von Modellen und Beispielen. Man unterscheidet hierbei zwischen vollständigen und unvollständigen Lösungsbeispielen, mit denen ein musterhafter Problemlöseprozess demonstriert wird (vgl. Stark, Gruber, Renkl & Mandl, 2000). Die Wirksamkeit vollständiger Lösungsbeispiele zur Förderung von Problemlösekompetenz konnte z. B. von Hernandez-Serrano und Jonassen (2003) nachgewiesen werden: Lernende, die auf ähnliche (vollständige) Fallbeispiele beim Lösen von Problemen zurückgreifen konnten, zeigten bessere Problemlösekompetenzen als beispielsweise Lernende, die lediglich klassische Lehrbücher als Referenzmaterialien zur Verfügung hatten. Unvollständige Lösungsbeispiele, also Problemlösungen, bei denen der Lösungsprozess mit Lücken versehen ist, bieten dabei die Möglichkeit, zusätzlich Selbsterklärungen zu generieren und dadurch die Lücken im mentalen Modell von Lernenden zu füllen. Hier sind zudem verschiedene Kombinationen möglich, wie z. B. Renkl, Atkinson, Maier und Staley (2002) schildern: Die Autoren beschreiben einen Ansatz des *Fading*, also des stufenweisen Zurückziehens von direkter Förderung zugunsten selbst gesteuerten Lernens, indem sie zunächst vollständige, dann sukzessive immer mehr unvollständige Lösungsbeispiele präsentieren bis hin zur freien Problemlösung. In der Evaluation zeigt sich dieses Vorgehen als sehr effektiv zur Förderung von Transfer.

3.2 Indirekte Förderansätze

Bei indirekten Förderansätzen wird das Problemlöseverhalten nicht per se geschult, sondern ist unabdingbarer Bestandteil der Lernumgebung selbst (wobei hier Mischformen mit direktiven Komponenten durchaus die Regel sind, insbesondere um Ler-

nende in eine Lernumgebung und deren Methodik einzuführen). Zumeist handelt es sich bei solchen Ansätzen um problemorientierte oder problembasierte Lernumgebungen, in denen Lernende in einem authentischen und dennoch didaktisch vorstrukturierten Rahmen an das Problemlösen in einem Bereich herangeführt werden. Gerade die indirekten Förderansätze sind aufgrund der Situiertheit des Problemlösens dazu geeignet, in den schulischen Unterricht integriert zu werden. Dabei sind die im Folgenden skizzierten Methoden eng an die Nutzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien gekoppelt.

Das wohl prominenteste Beispiel ist die *Anchored Instruction*, bei der Schüler eigenständig z. B. mathematische Probleme lösen müssen, die in authentischer Form präsentiert werden (vgl. Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992). Die Schüler verfolgen beispielsweise anhand interaktiver Videodiscs eine Geschichte, in deren Verlauf der Hauptdarsteller bzw. die Handlung verschiedene Probleme aufwirft, die mithilfe mathematischer Gleichungen gelöst werden können. Die Lernenden müssen diese Probleme finden und ausformulieren, die Probleme lösen und wiederum aus dem formal mathematischen Bereich in den Alltag übertragen. Auch hier konnten einige Evaluationen sowohl die Förderung von Problemlösekompetenz und Wissenstransfer als auch den Erwerb von Fachwissen und die Förderung der Motivation gegenüber traditionellem Unterricht belegen (neben der Mathematik auch in anderen Fächern wie z. B. Ökonomie).

Eine Fortführung des Anchored Instruction-Ansatzes findet sich beim Problemorientierten Lernen (POL), bei dem – zumeist mithilfe von Computerprogrammen – interaktive Probleme präsentiert werden (vgl. z. B. Gräsel, 1997). Lernende bearbeiten ebenfalls authentische Probleme, wobei zunächst der Problemlöseraum erschlossen werden muss, verschiedene mögliche Lösungen zu identifizieren sind und entsprechendes Wissen aktiviert bzw. neu erworben werden muss.

Gerade beim Problemorientierten Lernen findet sich (z. B. bei Gräsel, 1997) auch die Integration direkterer Methoden zur Förderung von Problemlösen. Ein lernpsychologischer Ansatz, der sich mit dieser Form des Lernens verbinden lässt, ist der *Cognitive Apprenticeship-Ansatz* (Collins, Brown & Newman, 1984). Bei diesem (sehr praktischen) Ansatz wird die Tradition der Ausbildung im Handwerk (der Handwerksmeister bildet die Lehrlinge und Gesellen aus) auf den Bereich intellektueller Tätigkeiten übertragen. Der Lernende soll über authentische (d. h. der Wirklichkeit entnommene oder an diese angelehnte) Aktivitäten und soziale Interaktionen in eine „Expertenkultur“ eingeführt werden. Um diese Einführung in eine „Expertise“ zu realisieren, stehen sieben praktische Methoden zur Verfügung, die nach- und nebeneinander eingesetzt werden können:

1. *Modeling*: Beim *Modeling* zeigt ein Experte oder Tutor, wie er exemplarische Aufgaben oder Probleme löst. Wichtig ist, dass der Tutor sein Vorgehen (Denken und Handeln) und die relevanten Schritte genau beschreibt und somit nachvollziehbar prototypische Lösungen demonstriert.
2. *Coaching*: Beim *Coaching* übernimmt der Lernende die Aktion und versucht nun selbst, Probleme oder gestellte Aufgaben zu lösen. Dabei unterstützt der Tutor den Lernenden und hilft bei Bedarf, den Prozess weiterzuführen.

3. *Scaffolding*: Kann der Lernende einige Aufgaben nicht allein lösen und bedarf genereller Hinweise, dann gibt der Experte durch gezielte Hinweise Rat.
4. *Fading*: Wird ein Lernender im Laufe eines Lernprozesses immer selbstständiger und sicherer, zieht sich der Tutor allmählich zurück.
5. *Articulation*: Durch Aufforderungen des Tutors, Denkprozesse und Problemlösestrategien zu artikulieren, werden dem Lernenden gezielt wichtige Prozesse und Schritte verdeutlicht und ins Bewusstsein geführt.
6. *Reflection*: Durch die Reflexion des eigenen Verhaltens wird zusätzlich eine metakognitive Strategie trainiert, die dem Lernenden hilft, bedeutsame Unterschiede im Vorgehen und relevante Verhaltensweisen zu beobachten, zu bewerten und bei Bedarf selbstständig zu korrigieren.
7. *Exploration*: Die Unterstützung des Lernenden beim Prozess des Cognitive Apprenticeship endet dadurch, dass der Lernende zum freien Erkunden weiterer Probleme sowie zum selbstständigen Problemlösen angeregt wird.

Eine Variante der hier geschilderten Ansätze ist das Problembasierte Lernen (PBL). Dabei findet das Lernen bzw. das Lösen authentischer Probleme in Gruppen statt. Die Grundgedanken des PBL wurden in den 60er Jahren an der kanadischen McMaster-University entwickelt (Barrows, 1985). Die übergeordneten Ziele von PBL lassen sich in Anlehnung an Barrows (1986) wie folgt skizzieren: (1) Das zu erwerbende Wissen soll strukturiert für den Gebrauch in einem Anwendungskontext vermittelt werden. (2) Lernende sollen eine effektive fachspezifische Problemlösekompetenz erwerben. (3) Wissenserwerbsprozesse sollen auch die Aneignung von Kompetenzen im Bereich des selbst gesteuerten Lernens beinhalten. (4) Die Motivation beim Lernen soll gesteigert werden.

Um diese Ziele zu erreichen, werden bei PBL verschiedene Elemente miteinander kombiniert (authentische Problemstellungen, Lernen in der Kleingruppe, tutorielle Betreuung, individueller Wissenserwerb). Verschiedenste Evaluationen konnten zeigen, dass Problembasiertes Lernen gegenüber der traditionellen Frontallehre nicht nur zu einer verbesserten Performanz im bereichsspezifischen Problemlösen führt, sondern auch zu metakognitiven Kompetenzen wie z. B. Suche und Nutzung von Ressourcen zum selbst gesteuerten Lernen, Bewertung des eigenen Problemlöseprozesses und der Lösung (vgl. Albanese & Mitchell, 1993; Zumbach, 2003).

4 Zusammenfassung und Fazit

Probleme sind allgegenwärtig. Daher ist die Fähigkeit zu ihrer Lösung eine Schlüsselqualifikation, der auch in den PISA-Untersuchungen ein hoher Stellenwert eingeräumt wurde (vgl. Klieme et al., 2001). Ein Problem löst man, indem man einen Weg zwischen bestehendem Ausgangs- und gewünschtem Zielzustand findet. Wie die Grundlagenforschung zeigt, gelingt dies bei gut strukturierten Problemen leichter als bei schlecht strukturierten. Letztere erfordern fast immer den Einsatz von Heuristiken. Häufigere Problembearbeitung führt zu Expertise, die nicht nur in erweitertem Wissen, sondern auch verbesserten Strategien besteht. Je nach Typ des Problems können

bestimmte Intelligenzkomponenten unterstützend sein. Damit allein ist allerdings noch kein Transfer gesichert, auf den man in Unterrichtssituationen hofft. Für die Förderung von Problemlösekompetenzen stehen heute verschiedene direkte und indirekte Ansätze zur Verfügung. Dabei kommt Problemlösen als didaktische Methode zum Einsatz. Gerade die indirekten Fördermaßnahmen, bei denen in einem authentischen, didaktisch vorstrukturierten Rahmen vielfältige Lernmöglichkeiten geschaffen werden, haben sich als fruchtbar für komplexe Gegenstandsbereiche erwiesen. Es ist zu erwarten, dass die Bedeutung des Problemlösens für den Erwerb komplexer Inhalte weiter steigen wird.

Literatur

- Agran, M., Blanchard, C., Wehmeyer, M. & Hughes, C. (2002). Increasing the problem-solving skills of students with developmental disabilities participating in general education. *Remedial and Special Education, 23* (5), 279-285.
- Albanese, M. A. & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine, 68* (1), 52-81.
- Barrows, H. S. (1985). *How to design a problem-based curriculum for the preclinical years*. New York: Springer.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education, 20*, 481-486.
- Boshuizen, H. & Schmidt, H. G. (1992). On the role of biomedical knowledge in clinical reasoning by experts, intermediates and novices. *Cognitive Science, 16*, 153-184.
- Bransford, J. D., Franks, J. J., Morris, C. D. & Stein, B. S. (1979). Some general constraints on learning and memory research. In L. S. Cermak & F. I. M. Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory* (pp. 331-354). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chase, W. G. & Simon, H. A. (1973). The mind's eye in chess. In W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing* (pp. 215-281). New York: Academic Press.
- Chi, M. (2000). Self-explaining: The dual processes of generating inferences and repairing mental models. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (pp. 161-238). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Chi, M., 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, 15*, 145-182.
- Chi, M., De Leeuw, N., Chiu, M.-H. & Lavancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science, 18*, 439-477.
- Chi, M., Feltovich, P. & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science, 5*, 121-152.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992). The Jasper series as an example of anchored instruction: Theory, program, description, and assessment data. *Educational Psychologist, 27*, 291-315.
- 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* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dewey, J. (1910, 1991). *How we think*. Boston: Heath. Neue Auflage: Amherst, NY: Prometheus Books.
- Duncker, K. (1935/1974). *Zur Psychologie des produktiven Denkens*. Berlin: Springer.
- Friedrich, H. F. & Mandl, H. (1997). Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In F. E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie, D/1/4* (S. 237-295). Göttingen: Hogrefe.
- Funke, J. (2000). Psychologie der Kreativität. In R. M. Holm-Hadulla (Hrsg.), *Kreativität* (S. 283-300). Berlin: Springer.
- Funke, J. (2003). *Problemlösendes Denken*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gräsel, C. (1998). *Problemorientiertes Lernen*. Göttingen: Hogrefe.
- Hernandez-Serrano, J. & Jonassen, D. (2003). The effects of case libraries on problem solving. *Journal of Computer Assisted Learning, 19*, 103-114.
- Holyoak, K. J. (1985). The pragmatics of analogical transfer. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 59-87). New York: Academic Press.
- Jäger, A. O., Süß, H.-M. & Beauducel, A. (1997). *Berliner Intelligenzstrukturtest. BIS-Test, Form 4*. Göttingen: Hogrefe.
- Jonassen, D. (2003). Using cognitive tools to represent problems. *Journal of Research on Technology in Education, 35* (3), 362-379.
- Klieme, E., Funke, J., Leutner, D., Reimann, P. & Wirth, J. (2001). Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz. Konzeption und erste Resultate aus einer Schulleistungsstudie. *Zeitschrift für Pädagogik, 47*, 179-200.
- Larkin, J. H., McDermott, J., Simon, D. P. & Simon, H. A. (1980). Models of competence in solving physics problems. *Cognitive Science, 4*, 317-145.
- Lüer, G. & Spada, H. (1990). Denken und Problemlösen. In H. Spada (Hrsg.), *Lehrbuch Allgemeine Psychologie* (S. 189-280). Bern: Huber.
- Mietzel, G. (2001). *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens*. Göttingen: Hogrefe.
- Monsen, J. J. & Frederickson, N. (2002). Consultant problem understanding as a function of training in interviewing to promote accessible reasoning. *Journal of School Psychology, 40* (3), 197-212.
- Mourtois, N. J., DeJong Okamoto, N. & Rhee, J. (2004, February). *Defining, teaching, and assessing problem solving skills*. Paper presented at the 7th UICEE Annual Conference on Engineering Education, Mumbai, India.
- Neber, H. (1987). Angewandte Problemlösepsychologie. In H. Neber (Hrsg.), *Angewandte Problemlösepsychologie* (S. 1-118). Münster: Aschendorff.
- Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Putz-Osterloh, W. (1981). Über die Beziehung zwischen Testintelligenz und Problemlöseerfolg. *Zeitschrift für Psychologie, 189*, 79-100.
- Reimann, P. (1998). Novizen- und Expertenwissen. In F. Klix & H. Spada (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie - Kognition. Bd. VI: Wissen* (S. 335-367). Göttingen: Hogrefe.
- Reitmann, W. R. (1964). Heuristic decision procedures, open constraints, and the structure of ill-defined problems. In M. W. Shellyll & G. L. Bryan (Eds.), *Human judgements and optimality* (pp. 282-315). New York: Wiley.
- Renkl, A., Atkinson, R., Maier, U. & Staley, R. (2002). From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. *Journal of Experimental Education, 70* (4), 293-315.
- Spada, H. & Wichmann, S. (1996). Kognitive Determinanten der Lernleistung. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie - Pädagogische Psychologie. Bd. II: Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 119-153). Göttingen: Hogrefe.
- Stark, R., Gruber, H., Renkl, A. & Mandl, H. (2000). Instruktionale Effekte einer kombinierten Lernmethode. Zahlt sich die Kombination von Lösungsbeispielen und Problemlöseaufgaben aus? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 14* (4), 206-218.

- Steiner, G. (2001). Lernen und Wissenserwerb. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (4. Aufl., S. 137-206). Weinheim: Beltz/PVU.
- Sternberg, R. J. (1982). Reasoning, problem solving, and intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of human intelligence* (pp. 225-307). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (2003). Construct validity of the theory of successful intelligence. In R. J. Sternberg, J. Lautrey & T. I. Lubart (Eds.), *Models of intelligence* (pp. 55-79). Washington, DC: American Psychological Association.
- Süß, H.-M. (1999). Intelligenz und komplexes Problemlösen – Perspektiven für eine Kooperation zwischen differentiell-psychometrischer und kognitionspsychologischer Forschung. *Psychologische Rundschau*, 50, 220-228.
- Sutherland, L. (2002). Developing problem solving expertise: The impact of instruction in a question analysis strategy. *Learning and Instruction*, 12, 155-187.
- Wirth, J. & Klieme, E. (2003). Computer-based assessment of problem solving competence. *Assessment in Education*, 10 (3), 329-345.
- Woods, D. R., Hrymak, A. N., Marshall, R. R., Wood, P. E., Crowe, C. M., Hoffman, T. W., Taylor, J. D., Woodhouse, K. A. & Bouchard, C. (1997). Developing problem solving skill: The McMaster problem solving program. *Journal of Engineering Education*, 86 (2), 75-91.
- Zumbach, J. (2003). *Problembasiertes Lernen*. Münster: Waxmann.

Motivations- und Emotionsstrategien

Handbuch Lernstrategien

herausgegeben von
Heinz Mandl
und Helmut Felix Friedrich

HOGREFE



GÖTTINGEN · BERN · WIEN
TORONTO · SEATTLE · OXFORD · PRAG

Prof. Dr. Heinz Mandl, geb. 1937. 1956-1958 Lehramtsstudium. 1958-1967 Lehrer an Grund- und Hauptschulen. 1964-1971 Studium der Psychologie. 1975 Promotion. 1967-1977 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Augsburg. 1978-1989 Professor für Pädagogische Psychologie und Erziehungswissenschaft an der Universität Tübingen. Seit 1990 Professor für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Dr. Helmut Felix Friedrich, geb. 1944. 1964-1971 Studium der Psychologie. 1994 Promotion. 1971-2000 Wissenschaftlicher Angestellter am Deutschen Institut für Fernstudienforschung in Tübingen. Seit 2001 Wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Wissensmedien (IWM) in Tübingen.

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar

© 2006 Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG
Göttingen · Bern · Wien · Toronto · Seattle · Oxford · Prag
Rohnsweg 25, 37085 Göttingen

<http://www.hogrefe.de>

Aktuelle Informationen · Weitere Titel zum Thema · Ergänzende Materialien



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Umschlaggrafik: © Getty Images, München
Druck: Druckerei Kaestner GmbH & Co. KG, 37124 Rosdorf
Printed in Germany
Auf säurefreiem Papier gedruckt

ISBN 3-8017-1813-1

Vorwort

Ausgangspunkt für dieses Handbuch waren Überlegungen der Herausgeber, einen früheren Band zum Thema Lernstrategien mit möglichst wenig Aufwand zu aktualisieren und in einer Neuauflage erscheinen zu lassen. Doch zeigte sich sehr rasch, dass dieser verständliche Wunsch nicht zu realisieren war. Die Vielzahl und Diversität der seither zum Thema Lernstrategien in Deutschland erschienenen Studien erforderten eine grundlegende Überarbeitung.

Diese Neukonzeption in Form eines Handbuchs liegt nun vor. Mit ihr wenden wir uns an Hochschullehrende und Studierende der Fächer Psychologie und Pädagogik, um über aktuelle Forschungsergebnisse und -tendenzen zum Thema Lernstrategien zu informieren. Auch wenn der Band keine unmittelbaren Programme für die pädagogische Praxis bereithält, ist er doch so angelegt, dass auch Praktiker in verschiedenen Feldern (Schule, Hochschule, Weiterbildung, Erwachsenenbildung) Anregungen gewinnen können, da in den meisten Beiträgen die Ergebnisse der wissenschaftlichen Studien in ihren Konsequenzen für die Praxis des Lehrens und Lernens erörtert werden. Des Weiteren haben die Herausgeber Wert darauf gelegt, dass in den einzelnen Beiträgen die vorliegenden Erkenntnisse und Befunde zur Förderung der jeweiligen Strategien dargestellt und diskutiert werden.

Unser Dank gilt den vielen Autorinnen und Autoren, die uns ihr Wissen in Form von wohl strukturierten Beiträgen zur Verfügung gestellt haben und die den Änderungswünschen der Herausgeber mit Geduld und Offenheit begegnet sind. Unser besonderer Dank gilt Dr. Bernhard Ertl für die professionelle Erstellung des Layouts.

München und Tübingen, im Juli 2005

Heinz Mandl und Helmut Felix Friedrich