

Margit Frackmann, Michael Tärre

# Lernen und Problemlösen in der beruflichen Bildung

Methodenhandbuch

Margit Frackmann, Michael Tärre

# Lernen und Problemlösen in der beruflichen Bildung

Methodenhandbuch

Berichte zur beruflichen Bildung

Schriftenreihe  
des Bundesinstituts  
für Berufsbildung  
Bonn

Bundesinstitut  
für Berufsbildung **BIBB** ▶  
▶ Forschen  
▶ Beraten  
▶ Zukunft gestalten

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

ISBN 978-3-7639-1124-0

### **Vertriebsadresse:**

W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG

Postfach 100633

33506 Bielefeld

Internet: [www.wbv.de](http://www.wbv.de)

E-Mail: [service@wbv.de](mailto:service@wbv.de)

Telefon: (05 21) 9 11 01-11

Telefax: (05 21) 9 11 01-19

**Bestell-Nr.: 111.022**

© 2009 by Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn

Herausgeber: Bundesinstitut für Berufsbildung, 53142 Bonn

Internet: [www.bibb.de](http://www.bibb.de)

E-Mail: [zentrale@bibb.de](mailto:zentrale@bibb.de)

Umschlag: Christiane Zay, Bielefeld

Satz: Christiane Zay, Bielefeld

Druck und Verlag: W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld

Printed in Germany

ISBN 978-3-7639-1124-0



Mix

Produktgruppe aus vorbildlich bewirtschafteten  
Wäldern und anderen kontrollierten Herkünften  
[www.fsc.org](http://www.fsc.org) Zert.-Nr. MO-COC-026041  
© 1996 Forest Stewardship Council

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	5
<b>2</b>	<b>Hintergrundwissen zum Thema Lernstrategien und Problemlösen</b> .....	11
2.1	Wie ist unser Gedächtnis aufgebaut?.....	11
2.2	Förderung von Lernstrategien bei Auszubildenden .....	28
2.3	Was versteht man unter „komplexen Problemen“ und damit unter Problemlösen? .....	32
2.4	Gibt es allgemeine Strategien des Problemlösens?.....	33
2.5	Bereichsspezifische Problemlösestrategien .....	48
2.6	Um welche Art von Problem handelt es sich?.....	51
2.7	Welche Probleme kann es beim Transfer der erlernten Problemlösestrategien geben? .....	56
<b>3</b>	<b>Sprachgestütztes Lernen in der beruflichen Bildung</b> .....	63
3.1	Hintergrundwissen .....	63
3.2	Exkurs: Zur Rolle der Sprache bei der Herausbildung geistiger Operationen bei Galperin .....	71
3.3	Möglichkeiten des methodischen Spracheinsatzes .....	74
<b>4</b>	<b>Eine gute Lernkultur beinhaltet eine positive Fehlerkultur</b> .....	83
4.1	Die Bedeutung des Fehlers für den Lernprozess .....	84
4.2	Folgen eines negativen Umgangs mit Fehlern in Schule und Gesellschaft .....	85
4.3	Klassifizierung von Fehlleistungen .....	86
4.4	Umsetzung einer positiven Fehlerkultur .....	88
<b>5</b>	<b>Welche Lernstrategien setzen Auszubildende ein?</b>	
	<b>Diagnoseinstrument für Ausbilder/Lehrer und Auszubildende/Schüler</b> .....	103
5.1	Welche Voraussetzungen befähigen zu selbstreguliertem Lernen? .....	104
5.2	Der Fragebogen nach Wild.....	108
5.3	Der Fragebogen von Büchel.....	114

<b>6</b>	<b>Das Lerntagebuch – Ein Werkzeug zur Reflexion des eigenen Lernens</b> .....	131
6.1	Hintergrundwissen.....	131
6.2	Anforderungen an den Einsatz eines Lerntagebuchs.....	133
6.3	Exemplarischer Lernjournalauszug.....	137
6.4	Lerntagebücher als Berichtshefte und im Praktikum.....	139
<b>7</b>	<b>Begriffs- bzw. Wissensnetze als Lernstrategien: Verstehen, Behalten und Abrufen von Fachwissen</b> .....	143
7.1	Was sind Begriffs- bzw. Wissensnetze und woher kommen sie?.....	143
7.2	Mind-Mapping – die populärste Form von Begriffsnetzen.....	147
7.3	Das Networking.....	154
<b>8</b>	<b>Lernen mit Lösungsbeispielen</b> .....	183
8.1	Was spricht für den Einsatz von Lösungsbeispielen?.....	185
8.2	Gestaltung von Lösungsbeispielen.....	186
8.3	Zusammenstellung von Lernsequenzen von Lösungsbeispielen.....	193
8.4	Von Beispiellernsequenzen zum Problemlösen.....	209
<b>9</b>	<b>Lernregeln – Werkzeuge als Hilfen zur Selbsthilfe im Problemlöseprozess</b> .....	215
9.1	Welche Arten von Lernregeln gibt es?.....	216
9.2	Konstruktion von Lernregeln.....	222
9.3	Was sollte beim Einsatz von Lernregeln beachtet werden?.....	227
<b>10</b>	<b>Erkundungstraining: Verbessern der Qualität von Verständnisfragen</b> .....	247
<b>11</b>	<b>Trainingsmöglichkeiten von Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Planen in komplexen Problemen</b> .....	255
11.1	Hintergrundwissen.....	255
11.2	DELV (Das eigene Lernen verstehen)-Programm.....	258
11.3	Strategische Spiele.....	262
11.4	Mystery Object.....	270

# 1 Vorwort

Seit dem ersten Ergebnis der international angelegten Studie „Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich“, unter dem Schlagwort „PISA“ bekannt geworden, steht fest, dass es um die Qualität der meisten Lehr- und Lernprozesse in unseren Schulen nicht zum Besten bestellt ist. Es ist keine sehr gewagte Hypothese, diese Qualitätsdefizite auch für den beruflichen Bereich zu vermuten.

Die nachwachsende Generation ist zum großen Teil nicht ausreichend auf eine kompetente und aktive Mitgestaltung gesellschaftlicher Verhältnisse vorbereitet und auch nicht darauf, Berufslebenslang auf die Erfordernisse einer hochindustrialisierten Wirtschaft zu reagieren.

Trotzdem werden in der Bundesrepublik immer noch unter dem Deckmantel gesellschaftspolitischer und ökonomischer Zukunftssicherung vorwiegend ideologische Schlachten auf dem Feld der Bildungs- und Berufsbildungspolitik geschlagen. Im allgemeinbildenden Bereich wurde und wird weiterhin diskutiert, warum und wie unser dreigliedriges Schulsystem gerettet werden kann, es geht um Gesamt- und Ganztagschulen oder um „dringend notwendige“ Förderung von hochbegabten Schülern und Schülerinnen. Im Berufsbildungssystem werden unzählige Ausbildungsberufe neu kreiert – z. B. Speiseeishersteller/-in, Fachkraft für Möbel-, Küchen- und Umzugsservice, Fachkraft für Automaten-service<sup>1</sup> –, um partielle Interessen von Wirtschaftszweigen zu befriedigen. Es werden wieder Kurzausbildungsgänge forciert für die „praktisch begabten“ Jugendlichen und intensiv mit viel wissenschaftlicher Diskussion europäische Rahmenvorgaben für eine Übertragbarkeit auf deutsche Verhältnisse überprüft oder so wichtige Fragen wie die der Messbarkeit beruflicher Kompetenzen intensiv erforscht. Zwar wird auch um Verbesserungen gerungen, aber auf welchen Feldern und mit welchen Mitteln?

Der Einsatz Neuer Medien ist dafür ein Beispiel: Nach der unkritischen Befürwortung eines flächendeckenden Einsatzes von modernen Informations- und Kommunikationsmitteln im gesamten Bildungsbereich ohne begleitende größere päd-

---

1 Die mit diesen Berufen verbundenen Tätigkeitsbereiche werden durch schon bestehende Berufsbilder abgedeckt. Diese Berufe repräsentieren demzufolge Spezialisierungen, für die es jedoch keine plausible Notwendigkeit gibt. Besonders problematisch ist bei der Fachkraft für Möbel-, Küchen- und Umzugsservice, dass der wichtige Aspekt des Transportes nicht angemessen berücksichtigt wird. Zum einen können die Auszubildenden erst den Lkw-Führerschein erwerben, wenn sie das 18. Lebensjahr vollendet haben. Somit wird eine für diesen Beruf wichtige „Ausbildungsvoraussetzung“ i. d. R. erst zum Ende der Ausbildung geschaffen. Zum anderen ist nicht geregelt, wer die Kosten für den Erwerb des Lkw-Führerscheins übernimmt. Von einem Auszubildendengehalt ist dies kaum zu finanzieren, und die Kostenübernahme durch den jeweiligen Ausbildungsbetrieb ist nicht selbstverständlich.

agogische Reflexion ist aus dem „Computer Based Learning“ heute zumindest das „Blended Learning“ geworden. Letzteres hat aber immer noch nicht durchgehend die zu erreichenden Lernziele, das Vorwissen der Lerner und, daraus abgeleitet, die pädagogischen Vorgehensweisen in den Mittelpunkt gestellt, um zum Schluss die Medienfrage zu diskutieren.

Schon länger wird der Pädagogenalltag von einer Fülle von Methodenratgebern, oft auch noch mit den dazu passenden Seminarpaketen, begleitet. In einem ZEIT-Artikel kritisiert *Stern* diese Art von Methodentraining „a la Klippert“ zu Recht, da es ohne Bezug auf Unterrichtsinhalte und -ziele stattfindet: „Eigenständige Methodentrainings sind so sinnvoll wie Stricken üben ohne Wolle“ (*Stern*, 2006a, S. 43).

Vor allem in der Lehreraus- und -fortbildung sowie in der Qualifizierung von Aus- und Weiterbildungspersonal sind Vermittlungsformen/Lernformen dringlich, die Fachwissen und pädagogische Aufbereitung dieses fachspezifischen Wissens für den Lehr-/Lernprozess inklusive Methoden- und Medienwahl integrieren. Davon sind wir an Hochschule und anderen Aus- und Weiterbildungsstätten noch sehr weit entfernt. Hier wird weiterhin eine additive Wissensvermittlung bevorzugt und Prüfungsformen gewählt, die auf der Reproduktionsebene anzusiedeln sind.

Die aktuelle Hoffnung auf eine entscheidende Qualitätsverbesserung bezieht sich nun auf die Erkenntnisse neurophysiologischer Forschung. So hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung eine Expertise (*Stern* u. a., 2005) in Auftrag gegeben, die den Gewinn aus der neurowissenschaftlichen Forschung für die Lehr- und Lernprozesse untersuchen sollte.

Die Expertengruppe hat mit ihrer Analyse diese Erwartungen aber enttäuschen müssen. Ihr Resümee lautet, dass zwar bei Konditionierungsprozessen die ablaufenden Hirnfunktionen bei Tieren durch die neurophysiologische Forschung verstanden werden können, dieses „Assoziationslernen“ aber nur einen Teil menschlichen Lernens ausmacht. „Diese Form des Lernens gibt es auch bei Menschen im Allgemeinen und bei Schulkindern im Besonderen, aber Ziel der Schule ist nicht die Konditionierung, sondern das verständnisvolle Lernen. ... Schulisches Lernen bedeutet die Übernahme von kulturell tradiertem Wissen, welches an Symbolsysteme wie Sprache, Schrift, Bilder und mathematische Zeichen gebunden ist. Über die hirnpysiologischen Grundlagen dieser dem Menschen vorbehaltenen Form des Lernens ist vergleichsweise wenig bekannt“ (*Stern* u. a., 2005, S. 16). Die Aufzeichnung und Messung von Hirnaktivitäten bleiben für sich wenig aussagekräftig. Mit Recht wenden die Autoren ein: „Außer von der Spezieszugehörigkeit und den von der Umwelt gebotenen Gelegenheiten wird Art und Ausmaß des Lernens auch von individuellen Voraussetzungen bestimmt. Diese ergeben sich sowohl aus der genetischen Variation innerhalb einer Spezies als auch aus den individuellen Erfahrun-

gen. ... Für die Interaktion zwischen Lernen und Gehirn gilt: Letzteres entwickelt sich auf der Grundlage des genetischen Programms eines Individuums und begrenzt dessen mögliche Lernerfahrungen. Gleichzeitig verändert sich aber jedes Gehirn kontinuierlich durch Lernen und beeinflusst damit auch, was und wie zukünftig gelernt wird“ (Stern u. a., 2005, S. 108).

Die Autorengruppe weist aber darauf hin, dass die Lehr-Lern-Forschung über allgemein anerkannte Ergebnisse verfügt, welche Rahmenbedingungen für ein Lernen gegeben sein müssen, das tiefes Verstehen und nicht Reproduzieren zum Ziel hat. Diese müssten nur endlich in Schule, Hochschule und sonstigen Bildungseinrichtungen berücksichtigt werden.

Verständnisvolles Lernen geschieht nur bei einer aktiven individuellen Verarbeitung des neuen Wissens, d. h., eine Eingliederung und Vernetzung und eventuell auch Neustrukturierung mit dem bereits vorhandenen individuellen Wissen muss stattfinden.

Voraussetzung dafür ist aber ein sinnstiftendes Lernen, und das ist zwangsläufig situiert und kontextuiert. Damit wird Lernmotivation geweckt, und es werden Anreize für eine metakognitive Steuerung der Lernprozesse gegeben. Verständnisvolles Lernen kann nur bei Berücksichtigung des bereichsspezifischen Vorwissens und der individuellen kognitiven Voraussetzungen erfolgen, und es ist durch das Trainieren von Lernstrategien zu unterstützen.

Warum diese Zusammenhänge nicht stärker in der Bildungspolitik thematisiert und in konkrete Forderungen bzw. Reformvorhaben eingebracht werden, kann nur als Ignoranz gegenüber langfristigen Gesellschaftsperspektiven erklärt werden. Leider fehlt auch aufseiten der Wirtschaftsverbände ein durchgängiges Interesse und Engagement für Bildungs- und Berufsbildungsfragen. Trotz aller Beschwörungen, dass Deutschland als rohstoffarmes Land auf das Potenzial seines „Humankapitals“ angewiesen sei, wird keine qualitativ ausgerichtete Nachwuchsrekrutierung betrieben. Dabei erfordert kompetentes Facharbeiterhandeln heute mehr als nur ein gutes Fachwissen und die Fähigkeit, nach genauen Anweisungen zu handeln. Die Orientierung auf den Kunden hin und die Zielsetzung einer ständigen Verbesserung der Prozess- und Produktqualität können nicht mehr mit detaillierter Anleitung und ständiger Kontrolle der Mitarbeiter erreicht werden. Gleichzeitig erwarten die meisten Mitarbeiter aber auch einen größeren Handlungsspielraum in ihrer Arbeit, um sich stärker mit ihren Arbeitsinhalten zu identifizieren und ihr Wissen und ihre Fähigkeiten sinnvoll einbringen zu können.

Damit werden Zielsetzungen für die berufliche Ausbildung festgelegt, denen das Ausbildungs- und Lehrpersonal gerecht werden sollte: Mithilfe beim Aufbau eines aktiven Fachwissens – im Gegensatz zu einem trägen Fachwissen –, die Förderung eines flexiblen Einsatzes dieses Wissens in unterschiedlichen Situationen, die För-

derung der Fähigkeit, das eigene Lernen zu steuern und zu kontrollieren, sowie der Fähigkeit, schwierige fachliche Probleme selbstständig zu lösen.

Kompetentes Facharbeiterhandeln heißt also, wie das folgende Schaubild zeigt, über Leistungsbefähigung und Leistungsbereitschaft zu verfügen, wobei Erstere im Fokus der Berufsbildungsprozesse zu stehen hat.

Abbildung 1: **Berufliche Handlungskompetenz**



Dem Lerner, d. h. dem Auszubildenden, beratend zur Seite stehen zu können heißt aber, selber konkrete Vorstellungen über den Lernvorgang zu haben, Lernprobleme zu diagnostizieren und wichtige Werkzeuge und Methoden zur Förderung der oben genannten Fähigkeiten zu kennen und anwenden zu können. In der Ausbildung der Ausbilder und dem Studium der Berufsschullehrer werden aber Erkenntnisse über den komplexen Lehr- und Lernprozess und Handlungsanleitungen für die Gestaltung desselben zu wenig berücksichtigt, und die eigene Lernbiografie reicht für ein positives Erfahrungswissen in der Regel nicht aus.

Da ein speziell für die Berufsausbildung geeignetes „Handbuch“ fehlt, das sowohl Hintergrundwissen über das Lernen liefert als auch konkrete Fördermöglichkeiten vorstellt, soll mit dem hier vorgelegten Text diese Lücke geschlossen werden.

Wir haben im ersten Teil die lernpsychologischen Ergebnisse zusammengefasst und für die Berufsausbildung mit Beispielen aufbereitet.

Erfolgreich lernen und lehren in der Berufsbildung heißt auch, eine förderliche Lernumgebung zu schaffen. Hier werden zwei für die Berufsbildung uns sehr

wichtig erscheinende Aspekte aufgegriffen: Besonders relevant sind die Schaffung einer guten Fehlerkultur und der bewusste Einsatz von Sprache zur Ausbildung von präzisen Planungs- und Handlungsabläufen.

Berücksichtigt werden konnte an dieser Stelle nicht der Einfluss motivationaler und emotionaler Prozesse auf das Lernen und Problemlösen insgesamt. Hier sei auf die einschlägige Literatur verwiesen (siehe dazu Dörner, 1987 sowie Frackmann/Schwichtenberg/Schlottau, 1994 und Dörner, 2000).

Neben der Fähigkeit, sich in den Lerner einzufühlen und gute Rahmenbedingungen zu schaffen, braucht jeder Pädagoge auch konkretes Handwerkszeug. Dazu will das vorliegende Buch einen Beitrag leisten, vor allem in den Kapiteln 5–11. Hier werden Diagnoseinstrumente zur Erhebung des Lernstands vorgestellt, es werden konkrete Methoden zur Förderung der Lern- und Problemlösestrategien dargestellt und mit konkreten Anwendungsbeispielen aus dem Bereich der beruflichen Bildung illustriert.

Die einzelnen Kapitel können jedes für sich gelesen und die Inhalte in der Anwendbarkeit im eigenen Unterrichts- oder Aus- und Weiterbildungsprozess erprobt werden.

Noch ein Hinweis zur Entstehung: Dieses Buch basiert auf einem ersten Text, der in der Lehre für Studenten des Lehramtes an berufsbildenden Schulen (Leibniz Universität Hannover, Institut für Berufspädagogik und Erwachsenenbildung) entstanden ist. Diese beklagten die aus ihrer Sicht wenig motivierende Lektüre der Veröffentlichungen aus der Psychologie, und vor allem hatten sie auch Probleme, die Ergebnisse ihres Studiums für eine Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen anzuwenden.

Neuere Forschungsergebnisse aus dem Bereich der Lernpsychologie, die Erprobung des ersten Buches in vielen Seminaren als Grundlagenlektüre und die Ergänzung um weitere relevante Methoden haben uns zu einer gründlichen Überarbeitung und Erweiterung veranlasst.

*Margit Frackmann, Michael Tärre*  
Berlin/Hannover, im September 2008



---

## 2 Hintergrundwissen zum Thema Lernstrategien und Problemlösen

### 2.1 Wie ist unser Gedächtnis aufgebaut?

Jegliches pädagogisches Bemühen hat sich vorab Klarheit zu verschaffen, was genau erreicht werden soll, das gilt auch weiterhin. Allerdings haben sich die Ziele, die in der beruflichen Aus- und Weiterbildung im Vordergrund stehen, durch eine Reihe von neuen Rahmendaten geändert. Allein eine Orientierung auf die Vermittlung von Fachwissen und Fachkönnen oder auf berufliche Fertigkeiten im engeren Sinne reicht keineswegs mehr aus. Auch die tradierte Vorstellung, der Betrieb sei der zuständige Lernort für die Fertigkeiten und in der Berufsschule oder im Seminarraum des Weiterbildungsanbieters sei der Ort der Wissensaneignung, ist weder aus lernpsychologischen Überlegungen noch aus Motivationsgründen eine gute Basis für die Gestaltung von beruflichem Lernen.

Die Schlagworte vom „Denken und Handeln in Prozessen“, die heute die Qualifikationsanforderungen an die Arbeitnehmer beschreiben, weisen darauf hin, dass nicht nur die Einzeltätigkeit kompetent ausgeführt werden soll, sondern der Arbeitnehmer dabei auch die Auswirkungen auf den gesamten Arbeits- und Geschäftsprozess im Auge haben soll. Das setzt voraus, dass er diesen kennt und die Konsequenzen seines Tuns abschätzen kann. Wissen, das nur mit dem Ziel einer unreflektierten Reproduktion, d. h. sehr oberflächlich angeeignet wurde, reicht nicht mehr. Denn mit einem solchen Wissen kann man nicht flexibel umgehen, es für neue Anwendungssituationen umstrukturieren, es sinnvoll erweitern oder bewusst als überholt, d. h. nicht mehr dem aktuellen Wissensstand entsprechend, löschen.

Fachwissen bleibt zwar weiterhin die Voraussetzung für ein kompetentes Facharbeiterhandeln, aber:

- Dieses Fachwissen muss auf einem tiefen Verständnis beruhen und nicht nur auswendig gelernt sein.
- Das Fachwissen sollte vernetzt innerhalb eines Gebietes abgespeichert sein und darüber hinaus auch Beziehungen zu naheliegenden Fachgebieten beinhalten, die ebenfalls abgespeichert sind.
- Dieses Fachwissen muss im Langzeitgedächtnis als Handlungswissen strukturiert vorhanden sein.
- Es muss abrufbar sein und darf nicht als träges Wissen in der aktuellen Situation nicht greifbar sein.
- Es muss aus gewohnten Anwendungssituationen auf neue Anwendungen transferierbar sein.

Wie die Ergebnisse der PISA-Studien zeigen, mangelt es gerade im deutschen Schulsystem an dem Aufbau eines gut strukturierten Handlungswissens. Sowohl in der Vermittlung von Wissen als auch bei der selbstständigen Aneignung von Wissen haben bisher zu wenig die lernpsychologischen Erkenntnisse Eingang gefunden, die folgende Fragen beantworten und mit dieser Beantwortung auch Hinweise liefern für eine erfolgreichere Pädagogik:

- Wie nehmen wir Wissen auf und wie sind Wissensbestände im menschlichen Gehirn repräsentiert und organisiert?
- Wie wird neues Wissen am besten in bereits vorhandenes integriert?
- Wie wird im menschlichen Gehirn gespeichertes Wissen aktiviert und abgerufen?
- Wie wird Wissen deaktiviert oder vergessen?

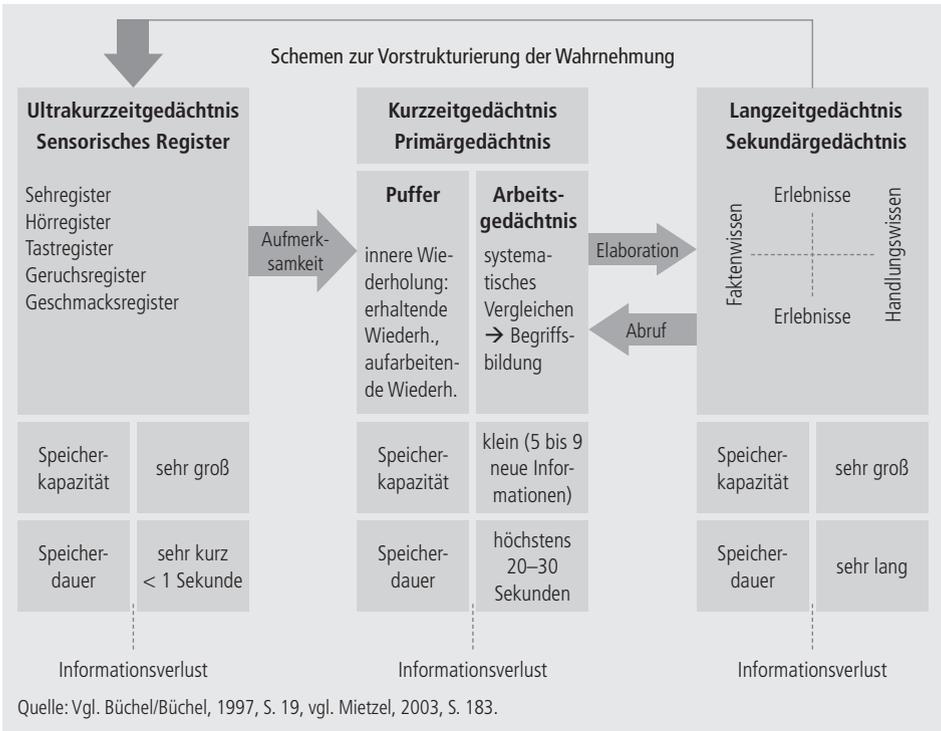
Gerade weil Auszubildende weder ausreichende Lern- noch Problemlösestrategien aus der Allgemeinbildung mitbringen, sind die Pädagogen, die in der Berufsausbildung tätig sind, gefordert, diese Defizite auszugleichen. Dies kann ihnen nur gelingen, wenn bei ihnen selbst Klarheit über die Anforderungen an berufliches Denken und Handeln besteht, wenn sie ein profundes Wissen über ihre eigenen Denkwege haben, wenn sie selbst über Lern- und Problemlösestrategien verfügen und wenn sie in der Lage sind, dieses Wissen im Lehr- und Lernprozess pädagogisch einzusetzen.

Einigkeit herrscht in der Lernpsychologie darüber, dass unsere Wissensaufnahme und -verarbeitung mithilfe eines Drei-Speicher-Modells oder den drei Teilgedächtnissen gut erklärt werden kann. Da es hierzu zahlreiche Veröffentlichungen (siehe dazu Büchel/Büchel, 1997 und Mietzel, 2003) gibt, sollen die Zusammenhänge hier nur kurz wiedergegeben werden.

Auf keinen Fall darf man sich die drei Speicher oder die drei Teilgedächtnisse als separate, lokalisierbare Teile unseres Gehirns vorstellen. So sind z. B. heute mehrere getrennte Regionen in der Stirnhirnrinde entdeckt worden, die bei visuellen Aufgaben, die das Kurzzeitgedächtnis erfordern, aktiv werden (vgl. Petit/Zago, 2002, S. 30).

Die folgende Abbildung ist deshalb nur ein Modellabbild für die Erklärung, wie Informationen ausgewählt, verarbeitet und abgespeichert werden.

Abbildung 1: Mehrspeichermodell der menschlichen Informationsverarbeitung



Eine Fülle von Informationen trifft in Form von physikalischer und chemischer Energie auf die menschlichen Sinnesorgane bzw. ihre Rezeptoren. „Diese Informationen werden dort verschlüsselt und anschließend dem Nervensystem übergeben, das sie an die ‚Zentrale‘, also an das Gehirn, weiterleitet. Das Sensorische Register speichert diese Informationen dann für sehr kurze Zeit“ (Mietzel, 2003, S. 183). Es geht hier nur um Bruchteile von Sekunden.

Jedes Sinnesorgan wird als ein Register gesehen: Es gibt das visuelle, das akustische Register und diejenigen, die Tast-, Geruchs- und Geschmacksinformationen aufnehmen.

Aus der Menge der anstürmenden Informationen kann aber nur eine kleine Menge an das Kurzzeitgedächtnis weitergegeben werden, es muss sofort wieder weiteren Übermittlungen Platz gemacht werden.

Für Pädagogen ist nun von großem Interesse, welche Informationen eine größere Chance haben, weitergeleitet zu werden. Hier spielen Aufmerksamkeit und bereits vorhandene Informationen im Langzeitgedächtnis wohl eine entscheidende

Rolle. „Was in das Kurzzeitgedächtnis übertragen wird, ist ... nicht die im Sensorischen Gedächtnis gespeicherte Reizgegebenheit, sondern deren Interpretation! Erwartungen nehmen auf diese Interpretation einen entscheidenden Einfluß. Dieselbe Reizgegebenheit wird durch Veränderung der Erwartung des Wahrnehmenden unterschiedlich interpretiert“ (Mietzel, 2003, S. 187).

Die Informationsflut wird verdichtet, indem sie in ein vorhandenes Schema<sup>1</sup> eingepasst wird. „Wenn man beispielsweise den Blick auf eine orangefarbene Frucht richtet, dürfte es wegen der bereits umfangreichen Erfahrungen und entsprechend erfolgter Automatisierung in kürzester Zeit gelingen, die Reizgegebenheit als eine Apfelsine zu erkennen. Das gilt selbstverständlich nur unter der Voraussetzung, daß im Langzeitgedächtnis Informationen über das Aussehen einer Apfelsine gespeichert sind“ (Mietzel, 2003, S. 187).

Konkret bedeutet das, dass diejenigen Informationen, für die schon im Langzeitgedächtnis ein Muster und eben ein mentales Modell existiert, aus der Informationsflut ausgewählt werden können und in das Kurzzeitgedächtnis übernommen werden. Deshalb ist die Empfehlung für alle Lernsituationen, an bereits Bekanntem anzuknüpfen, sehr sinnvoll und für die Gewinnung von Aufmerksamkeit und Verbesserung des Behaltens erfolgreich.

Auch mit der Aufbereitung des Lernstoffs und der Form der Präsentation ist es möglich, die Aufmerksamkeit der Lerner zu steuern und ihnen damit auch Hilfestellungen bei der Auswahl der für sie wichtigen Informationen zu geben.

Vom Ultrakurzzeitgedächtnis oder den sensorischen Speichern werden – wie bereits gesagt – die physikalischen Informationen an das Kurzzeitgedächtnis (KZG) weitergegeben und dort in Zeichen und Bilder transformiert. Das KZG hat man sich in dem oben skizzierten Modell als zwei Abteilungen vorzustellen, den Puffer und das Arbeitsgedächtnis. „Im Arbeitsgedächtnis wird die Information, welche vom sensorischen Speicher eintrifft, systematisch verglichen mit dem Wissen, das im Langzeitgedächtnis gespeichert ist. Diese Vergleiche sind nötig, damit die neue Information den richtigen Inhalten im Langzeitgedächtnis zugeordnet werden kann. Damit werden entweder neue Begriffe gebildet oder früher erworbene Begriffe präzisiert und ausgeweitet. Diese Vergleichsarbeit kostet Zeit. Damit die Information im sensorischen Speicher nicht verloren geht, wird sie im Puffer zwischengespeichert, bis das Arbeitsgedächtnis frei ist. Im Puffer kann sie einige Hundertstelsekunden bis einige Sekunden lang behalten werden“ (Büchel/Büchel, 1997, S. 20).

Zu dem Konstrukt des Kurzzeitgedächtnisses gibt aus der amerikanischen Forschung der letzten Jahre ein detaillierteres Modell, das insofern für das Lehrerhandeln interessant ist, als es Zusammenhänge zwischen Kapazität und Funktionsweise

---

1 Auf die in der Lernpsychologie vorhandenen verschiedenen Begrifflichkeiten wird noch detailliert eingegangen.

dieses Teilgedächtnisses und der Intelligenz postuliert. Ein wichtiges Ergebnis der vergleichenden Schulleistungsstudien (das Schlagwort ist PISA) war, dass auch ausschlaggebend für das Leistungsniveau der Schüler ihre Lesekompetenz ist. Unter Lesekompetenz, im Englischen „Reading Literacy“, wird allerdings mehr verstanden als das Entziffern von Worten und Sätzen, hier geht es eher um ein Verstehen der Texte. Durch die aktuelle Forschung kann nun noch ein Schritt weitergegangen werden: Die richtige Nutzung des Arbeitsgedächtnisses befördert nicht zuletzt auch die Qualität der Leseleistung. Es geht also in den Bildungsinstitutionen auch darum, Strategien für die Informationsverarbeitung im Arbeitsgedächtnis zu schulen.

Welche Leistung hat nun der Mensch zu erbringen, um aus dem Ansturm von Signalen aller Art eine sinnvolle Auswahl zu treffen und diese für eine Weiterverarbeitung abzuspeichern?

Auswählen kann er nur, wenn er ein Ziel vor Augen hat und dieses ihm auch präsent ist. Mit diesem Ziel vor Augen selektiert er aus den verfügbaren Informationen alle für ihn relevanten heraus. Das gilt nicht nur für die von außen kommenden, sondern auch für die von innen „kommenden“, d. h. die im Langzeitgedächtnis schon vorhandenen Informationen. Über diese Auswahlprozesse hat er sich selbst Rechenschaft abzulegen, inwiefern sie nützlich und effizient bezüglich der Zielerreichung sind. Weiterhin müssen die ausgewählten Informationen für die Dauer des Bearbeitungsprozesses verfügbar gehalten werden.

Sowohl die Dauer der Speicherung als auch der Umfang des zu Speichernden sind – wie bereits gesagt – sehr begrenzt. Ungeeignete Operationen hat er deshalb unbedingt zu unterdrücken. Gelingt ihm das alles, so hat er eine komplexe kognitive Leistung vollbracht.

Dazu ein Beispiel aus dem Alltagsleben: Man führt ein Gespräch mit einem Versicherungsvertreter über eine Altersvorsorge. Als Erstes muss man sich vor Gesprächsbeginn klarmachen, welches Ziel man genau verfolgt und welche Kosten man tragen kann. Aus den Informationen, die der Vertreter liefert, muss man die für den eigenen Fall relevanten Daten herausfiltern, man muss überprüfen, was man schon abgespeichert hat, die Übereinstimmung oder Abweichung registrieren und sinnvolle Nachfragen stellen. Das heißt, der spontane Gedanke, Konditionen für eine Berufsunfähigkeitsversicherung im gleichen Gesprächsabschnitt zu erfragen, muss zurückgedrängt werden und allenfalls zu einem späteren Zeitpunkt wieder aktualisiert werden.

Das Arbeitsgedächtnis<sup>2</sup> ermöglicht nun die vorübergehende Speicherung und Verarbeitung dieser Informationen. Dabei werden mehrere Systeme herangezogen:

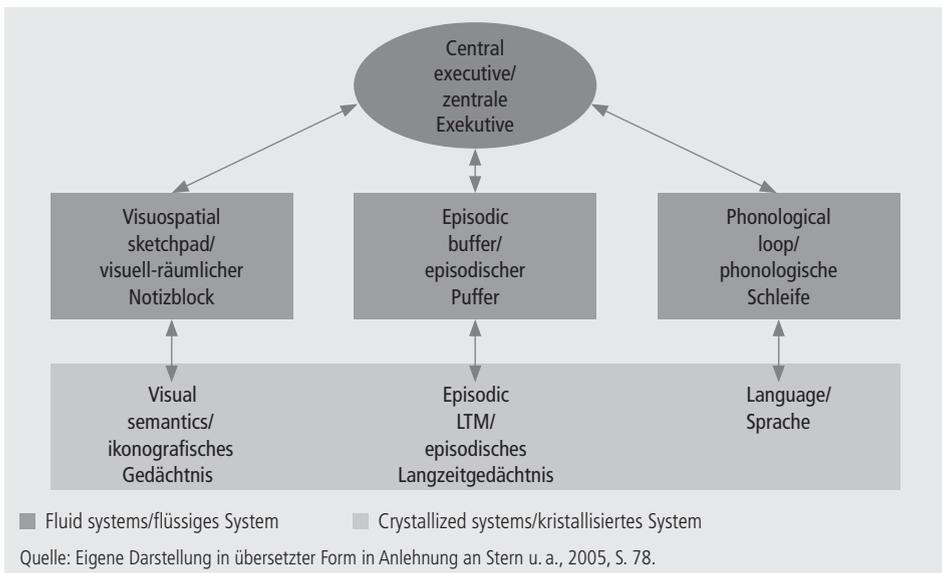
---

2 In die Nutzung des Begriffs Arbeitsgedächtnis statt Kurzzeitgedächtnis fließt ein, dass neben der reinen Speicherfunktion vor allem die Informationsverarbeitungsprozesse zu betrachten sind.

Genauere Vorstellungen, wie man sich den Verarbeitungsprozess vorzustellen hat, liefert das Vier-Komponenten-Modell von *Baddeley*.

Es gibt eine Komponente, die sprachbasierte Informationen aufnimmt und verarbeitet, eine zweite, die für visuelle und räumliche Informationen zuständig ist, eine dritte, die als episodischer Puffer fungiert, und schließlich eine vierte, die sozusagen die zentrale Steuerung dieser Komponenten übernimmt.

Abbildung 2: Mehr-Komponenten-Modell von *Baddeley*



Man darf sich wiederum diese Komponenten nicht als im Hirn räumlich getrennte Areale vorstellen. „Die phonologische Schleife stellt das einfachste und am besten untersuchte System des Arbeitsgedächtnisses dar. Sie ist für die vorübergehende Speicherung von jeglichem Inhaltsmaterial zuständig, welches phonologisch, das heißt über die Sprache, enkodiert werden kann. Dazu gehört neben verbaler auch numerische Information, denn Zahlen werden in der Regel über Zahlenworte und nicht über räumlich-visuelle Vorstellungen gespeichert“ (Stern u. a., 2005, S. 72).

Der Spracherwerb wird laut vorliegenden Befunden in zweierlei Hinsicht unterstützt: „Zum einen bietet der phonologische Speicher Ressourcen für die vorübergehende Repräsentation von neuen Phonem-Sequenzen, zum anderen stellt das artikulatorische Wiederholungssystem die grundlegende Möglichkeit der Einspeicherung neuer Wörter in das Langzeitgedächtnis zur Verfügung“ (Stern u. a., 2005, S. 73).

Der visuell-räumliche Skizzen- oder Notizblock ist das vergleichbare System für alle visuellen und räumlichen Informationen. „Vor allem bei kognitiven Anforderungen, welche die Speicherung und die Manipulation von nicht-sprachbasierten Informationen erfordern (z. B. bei der räumlichen Orientierung oder beim räumlichen Vorstellungsvermögen), ist dieses System gefragt“ (Stern u. a., 2005, S. 73). An der Erbringung von Leistungen in der Architektur und den Ingenieurwissenschaften ist dieses Speichersystem z. B. entscheidend beteiligt. Auch hier wird von einer Speicher- und einer Wiederholungskomponente ausgegangen. Ein Zusammenhang zur Sprachverarbeitung besteht insofern, als Texte, die Informationen über räumliche Gegebenheiten beinhalten, bei Störungen im System des räumlich-visuellen Skizzenblocks nicht adäquat im Langzeitgedächtnis gespeichert werden konnten.

Der episodische Puffer ermöglicht in diesem Modell die Zusammenführung von Informationen unterschiedlicher Inhalte zu sogenannten „Episoden“ und konstruiert eine Verbindung zum Langzeitgedächtnis. „Im aktuellen Mehr-Komponenten-Modell des Arbeitsgedächtnisses stehen die Systeme des Arbeitsgedächtnisses, in erster Linie über den episodischen Puffer, in engem Austausch mit den im Langzeitgedächtnis gespeicherten (kristallisierten) Inhalten. Der alltäglichen Beobachtung, dass in der Umwelt verfügbare Informationen nicht unabhängig vom bisherigen Wissensbestand wahrgenommen und verarbeitet werden, trägt diese stärkere Vernetztheit der beiden Gedächtnissysteme ebenfalls Rechnung“ (Stern u. a., 2005, S. 78).

Unter der zentralen Exekutive hat man sich, wie bereits gesagt, ein Steuerungssystem vorzustellen, das weiß, was die anderen Systeme tun, und in gewisser Weise für die Kontrolle zuständig ist, indem es die Aufmerksamkeit reguliert. In dieser Aufmerksamkeitssteuerung wird die Kernfunktion der zentralen Exekutive gesehen. Hier ist noch zu erwähnen, dass das Arbeitsgedächtnis je nach Anforderung unterschiedlich gefordert werden kann. Handelt es sich um Routinetätigkeiten, die quasi automatisch ablaufen, ist die kognitive Beanspruchung relativ gering (z. B. Autofahren nach Jahren der Fahrpraxis), dagegen wird ein ungewöhnlicher Störfall, der eine kontrollierte Informationsverarbeitung verlangt, mit einer hohen Anstrengung und Beanspruchung der zentralen Exekutive verbunden.

Nun zurück zu dem Zusammenhang von Arbeitsgedächtnis und kognitiver Leistung – die Lernpsychologen sprechen auch von fluider Intelligenz – bzw. dem gefundenen Zusammenhang von Arbeitsgedächtniskapazitätsmaßen und der „Reasoning“-Komponente der Intelligenz (schlussfolgerndes Denken): „Gegenwärtig kann die Arbeitsgedächtniskapazität als der beste Prädiktor für Intelligenzleistungen angesehen werden, der jemals aus kognitiven Theorien abgeleitet wurde“ (Stern u. a., 2005, S. 76).

Der empirisch festgestellte Zusammenhang bezieht sich nicht auf die reine Speicherfunktion, hier gab es keine Korrelationen, dieser gilt nur für die zentrale Exekutive, also für das Arbeitsgedächtnis insgesamt. Identifiziert wurde dieser Zu-

sammenhang mithilfe von Arbeitsgedächtnisaufgaben, die neben der Speicher- vor allem auch die **Verarbeitungskomponente** ansprechen. Aufgaben für das Kurzzeitgedächtnis, d. h. Memorierungsaufgaben, können demnach nicht mit komplexen Fähigkeiten assoziiert werden.

Wie sehr die zentrale Exekutive bei der Bearbeitung von Problemen/Aufgaben beansprucht wird, hängt auch mit individuellen Unterschieden zusammen. Hat eine Person Strategien entwickelt, sich Inhalte einzuprägen, und läuft das quasi routiniert ab, braucht man für diese Arbeit weniger Aufmerksamkeit aufzuwenden und kann diese stattdessen auf die Verarbeitung, den Abgleich mit dem Langzeitgedächtnis etc. verwenden. Vor allem aus der Forschung über Vorgehensweisen von Experten kann man Belege für die Effizienz dieser Entlastung beim Problemlösen anführen: Experten haben durch routiniertes strategisches Vorgehen bei der Informationsspeicherung und -bearbeitung sehr viel mehr an Aufmerksamkeitskapazität für die eigentliche Problemlösung.

Damit kommt man zu der für das pädagogische Handeln entscheidenden Fragestellung:

**Wie kann ich mit den Lernenden Strategien der Erhöhung der Arbeitsgedächtniskapazität einüben und wie kann ich die Verarbeitung der Informationen fördern?**

Der erste Hinweis bezieht sich auf die Dauer der Informationspräsentation. Bei neuen Lerninhalten ist davon auszugehen, dass noch wenig oder gar nichts im Langzeitgedächtnis vorhanden ist, das eine Wiedererkennung und damit schnelle Verarbeitung möglich macht. Also geht es darum, genügend Zeit für den Aufnahme- und Verarbeitungsprozess zur Verfügung zu stellen.

Konzentrierte Aufmerksamkeit kann nur über eine gewisse Zeitspanne erhalten bleiben. Deshalb ist es besser bzw. notwendig, Phasen der Entspannung und Auflockerung in das Lerngeschehen einzubauen.

Aufmerksamkeit lässt sich am besten aufrechterhalten, wenn Monotonie vermieden wird. Das gilt nicht nur für die Art der Präsentation (Einsatz unterschiedlicher Medien), sondern auch für einen geschulten Einsatz der eigenen Sprache durch Gestik und Mimik, d. h. durch den Einsatz von Körpersprache.

Leider haben auch Berufsschüler zum Teil noch Schwierigkeiten, Fachtexte schnell und zügig zu lesen, zumal es sich oft um unbekannte oder wenig vertraute Wörter handelt. Ein schlechter Leser „muß einen erheblichen Teil seiner kognitiven Kapazität darauf verwenden, sinnvolle Buchstabenkombinationen zu erkennen. Ihm bleibt kaum noch freie Kapazität, um auch noch die Bedeutung des Gelesenen zu erfassen. Demgegenüber gelingt es dem guten Leser, geschriebene Wörter automatisch zu erkennen. Er besitzt deshalb den Vorteil, einen sehr großen Anteil seiner Aufmerksamkeit darauf zu richten, das Gelesene zu verstehen“ (Mietzel, 2003, S. 187). Des-

halb sollte selbst in der Berufsschule noch das Lesen von Texten geübt und damit als grundlegende Fertigkeit gefestigt werden. Im Ergebnis können fachsprachliche Begriffe schneller erfasst, in einen sinnvollen Zusammenhang gestellt, die Aufmerksamkeit verlängert und damit Kapazität für eine Verarbeitung geschaffen werden. Deshalb kommt die Psychologin *Stern* auch zu dem Schluss: „Ein kapitaler Fehler ist es, Üben gering zu schätzen. Automatisiertes Wissen ist die Voraussetzung für Verstehensprozesse, weil diese freie geistige Kapazitäten voraussetzen. ... Wiederholte Erkennungs- und Verhaltensprozesse führen zur Automatisierung und damit zur Freisetzung geistiger Kapazitäten“ (Stern, 2006c, S. 48). An anderer Stelle führt *Stern* aus, dass allein ein oberflächlicher Einsatz von sogenannten „Lerntechniken“ – wie das beliebte Textmarkieren – keinen echten Fortschritt bringen kann. „Deutsche Hauptschüler zum Beispiel haben dramatische Defizite beim Verstehen von Texten. Wenn Vielleser einen Text erfassen, können sie sich ganz auf den Inhalt konzentrieren; die Wörter erkennen sie weitgehend automatisch. Ungeübte Leser, wie es Hauptschüler sind, müssen jeden Buchstaben einzeln entschlüsseln. Dabei geht ihnen der rote Faden verloren, sie verstehen nicht mehr den Sinn des Ganzen. Dieses Problem löst man nicht dadurch, dass man mit bunten Textmarkern Unterstreichungen übt, wie es *Klippert* vorschlägt. Um Hauptschüler aus dem Fast-Analphabetentum herauszuholen, muss man sie zunächst zum Lesen bringen – wenn nötig mit Texten ohne bildungsbürgerlichen Anspruch“ (Stern, 2006a, S. 43, vgl. auch Stern, 2006b, S. 100 f.).

### **Wie lässt sich nun die Dauer, die eine Information im Arbeitsgedächtnis zur Verfügung steht, und der Umfang von Informationen erweitern?**

Möchte man sich die Informationen länger zur Verfügung halten, sollte man sie innerlich (laut oder leise) wiederholen. Diese innerliche Wiederholung hat auch den Sinn, den Prozess der Informationsverarbeitung zu verlängern und damit ein präziseres Vergleichen mit dem Wissen im Langzeitgedächtnis zu ermöglichen. „Das ist wichtig, weil präzises Vergleichen die Grundlage eines wohlgeordneten Wissens im Langzeitgedächtnis ist. Nur was Sie wohlgeordnet im Langzeitgedächtnis abgelegt haben, können Sie später wieder abrufen“ (Büchel/Büchel, 1997, S. 21).

„Neben der erhaltenden Wiederholung ... gibt es im Kurzzeitgedächtnis eine ‚aufarbeitende Wiederholung‘. Dabei erschließt sich der Lernende die Bedeutung neuer Informationen, indem er diese mit Inhalten in Beziehung setzt, die sich bereits in seinem Langzeitgedächtnis befinden – er verbindet also das Neue mit Vorhandenem. Von der aufarbeitenden Wiederholung hängt es ab, ob und wieweit der Lernende Erfahrungen *versteht*, die ihm im Rahmen des Unterrichts vermittelt werden“ (Mietzel, 2003, S. 190 f.). Der zentrale Ratschlag vieler Lernpsychologen lautet deshalb, bei allen Lernenden diese Aufarbeitungsprozesse zu fördern, und zwar dadurch, dass sie konsequent auf dem Wissen aufbauen, das bei dem Lernenden bereits vorhanden ist.

Da in der beruflichen Aus- und Weiterbildung vieles jedoch für Lerner neu sein wird, von daher keine passenden Informationen im Langzeitgedächtnis vorhanden sein können, muss man als Pädagoge eine Brücke schaffen, indem man z. B. die Informationsaufnahme durch Visualisierungen, durch Analogien mit Alltagswissen oder Alltagshandeln unterstützt.

Durch experimentelle Untersuchungen hat man festgestellt, dass die Speicherkapazität nur für 5 bis 9 neue Informationen gleichzeitig ausreicht. Was aber heißt Information? Eine Informationseinheit kann eine Einzelinformation beinhalten, wie z. B. einen Buchstaben, sie kann aber auch Wörter oder ganze Sätze umfassen. Auch Letztere belegen nur einen Speicherplatz. Es liegt also nahe, Einzelinformationen zu größeren Einheiten zusammenzufassen – in der Psychologie wird oft der englische Begriff „chunking“ dafür benutzt – um die Speicherkapazität auf diesem Weg zu erweitern.<sup>3</sup>

### Beispiel aus dem Bereich der Gastronomie

Beim klassischen **Posten-System** bearbeitet jede Abteilung der Küche einen bestimmten Teil der Komponenten des Menüs. So kommt es vor, dass an der Vollendung eines Gerichts beim Abruf mehrere Posten zusammenwirken müssen und gleichzeitig aber jeder verantwortliche Koch eine ganze Palette von Komponenten bereitstellen und jeweils neu kombinieren muss. Dabei hat es sich bewährt, wenn die Auszubildenden frühzeitig lernen, nicht in Einzelkomponenten (wie zum Beispiel Karotten, Bohnen, Kartoffeln) zu denken, sondern jedes Gericht als Gesamtheit, am besten als Bild begreifen. Es erleichtert dem Koch die Bewältigung des Stresses im Service, wenn er beispielsweise weiß, dass das Gericht „Kalbsschnitzel auf Mailändische Art“ neben dem Kalbsschnitzel immer die Garniturbestandteile Kochschinkenstreifen, Pökelszunge, Champignons, Trüffel, Spaghetti und Tomatensoße umfasst.

Die Garnitur „auf Mailänder Art“ bildet hier also den *chunk*, bei dem die einzelnen Komponenten wieder aufgefächert werden können.

Aus dem Wissen um die Informationsverarbeitung vom Ultrakurzzeit- bis zum Kurzzeitgedächtnis lassen sich, wie wir gesehen haben, sowohl für Lernende als auch Lehrende schon Hinweise ableiten, wie die Behaltensleistung zu verbessern ist. Das gilt auch für den Aufbau und die Funktionsweise des Langzeitgedächtnisses.

Die Diskussion der Experten darüber, ob wirklich alles, was einmal Eingang in das Langzeitgedächtnis gefunden hat, auch erhalten bleibt, ist für die Berufs-

3 So etwa in den Übungen „Zeichentafeln“ im DELV-Programm (siehe dazu Büchel/Büchel, 1997, S. 122 ff., insbesondere S. 123). In diesem Handbuch befasst sich das Kapitel 11 mit dem Bereich.

ausbildung nicht so relevant. Hier kommt es eindeutig darauf an, dass das Wissen auch wieder abrufbar und vor allem anwendbar ist. Träges oder totes Wissen nutzt einem Auszubildenden nichts, weil er darauf bei der Lösung eines Problems nicht zurückgreifen kann. Das Lernen für eine programmierte Prüfung, die gerade auf das Abfragen von Oberflächenwissen ausgerichtet ist, bringt nur einen kurzzeitigen Erfolg. Diese Erfahrung hat sicher jeder gemacht, der sich nach einiger Zeit wieder an den Prüfungsstoff erinnern will und feststellen muss, wie viel er davon bereits wieder vergessen hat. Ziel der beruflichen Ausbildung bleibt auch bei der heute propagierten Handlungsorientierung, dass jeder Auszubildende am Ende über ein reichhaltiges bereichsspezifisches Wissen verfügt – aber das sollte sich in intelligent strukturierter Form im Langzeitgedächtnis befinden! Kriterien für ein solch intelligent strukturiertes Wissen sind nach *Reusser*: Vernetztheit, Definiertheit von Verknüpfungen, Vollständigkeit, Transparenz, Differenzierung und Integration, Hierarchisierung, logische Konsistenz, Systemhaftigkeit und Stabilität (vgl. *Reusser*, 1998, S. 115–117).

„Wissen kann aus dem Langzeitgedächtnis nur dann wieder zuverlässig abgerufen werden, wenn Sie es genügend vernetzt haben ... Wenn Sie sich an das Gelernte erinnern wollen, müssen Sie beim Lernen Beziehungen schaffen“ (*Büchel/Büchel*, 1997, S. 22).

## Welche Vorstellungen gibt es nun über das Langzeitgedächtnis?

Eine sehr positive Feststellung vorab: Das Langzeitgedächtnis hat eine praktisch unbegrenzte Kapazität und ist unser Speicher für alle Erfahrungen, Informationen, Emotionen, Fertigkeiten etc. Ebenso wie bei dem Arbeitsgedächtnis darf man sich auch hier keine Einheit, sondern eher verschiedene Gedächtnissysteme vorstellen. Von vielen Psychologen wird das Langzeitgedächtnis in verschiedene Abteilungen unterteilt, die man sich aber wiederum nicht statisch vorstellen darf: Eine für die berufliche Ausbildung wichtige Unterscheidung ist die des Gedächtnisses für deklaratives Wissen bzw. Faktenwissen und für prozedurales Wissen bzw. Handlungswissen.<sup>4</sup>

Die Abteilung deklaratives Wissen umfasst z. B. allgemeines Weltwissen, die fachlichen berufsspezifischen Wissensbestände auf der Ebene der Fakten und Regeln.

---

4 In der Literatur werden Wissensformen unterschiedlich differenziert und klassifiziert. *Andersons* Unterscheidung zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen ist hierbei eine Möglichkeit. Deklaratives Wissen ist Wissen über Fakten, Begriffe und Prinzipien. *De Jong* und *Ferguson-Hessler* verwenden hierfür nicht die Bezeichnung deklarativ, sondern sprechen von konzeptuellem Wissen. Prozedurales Wissen ist Wissen über Handlungen, die beim Problemlösen eingesetzt werden können. Diese Beschreibung sagt allerdings nichts über die Ebene des Handelns. *Aebli* bezeichnet daher Handlungswissen als das Wissen, „das in unserem Handeln steckt“ (*Aebli*, 1981, S. 67). Handlungswissen ist daher ein durch Handeln erworbenes Wissen. *Bruner* dagegen nennt es „enaktives Wissen“ und meint damit die Ebene des innerlichen Handelns.

Das prozedurale Gedächtnis ist sozusagen der Speicher für Bewegungsabläufe; es ist der Ort der Erinnerung, wie Dinge getan werden. Wobei hier schon darauf hingewiesen werden soll, dass dies nicht immer in bewussten Schritten im Gedächtnis abgelegt wird, man denke an Schnürsenkelbinden, Fahrradfahren, Tennisspielen, Treppensteigen u. a. (automatisierte Bewegungsabläufe).

Ein Beispiel aus dem beruflichen Bereich zeigt bereits die im beruflichen Lernen sinnvolle Verknüpfung beider Gedächtnissysteme. Bei der Aufgabe, ein Haus neu einzudecken, brauche ich Faktenwissen und Handlungswissen: Zum einen muss ich die Ziegelarten kennen, das zum Decken notwendige Werkzeug etc. und zum anderen aber auch wissen, wie man genau eindeckt. An diesem Beispiel lässt sich nun auch zeigen, wie wichtig es ist, dass zwischen den „Abteilungen“ und innerhalb der „Abteilungen“ Vernetzungen existieren. Bestimmte Ziegelarten erfordern auch bestimmte handwerkliche Vorgehensweisen: Wählt ein Kunde also eine bestimmte Ziegelart aus, müsste der Facharbeiter sofort eine Vorstellung davon abrufen können, wie er die Arbeiten auszuführen hat und welches Werkzeug er dazu bereitstellen muss etc. Das kann er jedoch nur, wenn er dieses Wissen entsprechend vernetzt gespeichert hat. Dieser Aufbau wird auch als „semantisches Netzwerk“ bezeichnet. „Dieses hypothetische Konstrukt dient dazu, mittels Relationen spezifische Zusammenhänge zwischen begrifflichen Elementen, aber auch Transformationen (Verknüpfungen, Verdichtungen, ‚Objektivierungen‘ in *Aebli*s Terminologie) zur Darstellung zu bringen“ (Steiner, 2001, S. 170).<sup>5</sup> Ein anderes Beispiel für diese Vernetzung bietet *Guldimann*: „Deklaratives Wissen entspricht der Kenntnis von Fakten und kann in semantischen Netzwerken repräsentiert werden. Das Wissen über die Französische Revolution kann durch die Fakten (Knoten im Netzwerk) und deren Zusammenhänge (Relationen zwischen den Fakten) gekennzeichnet werden. – Der Umfang und die Komplexität des Wissens ergibt sich aus der Quantität und der Qualität der Netzwerkstruktur“ (Guldimann, 1996, S. 88).

Diese Vorstellung von im Gedächtnis vorhandenen Netzwerken hat Lernpsychologen und Pädagogen dazu veranlasst, das Konzept der Arbeit mit Wissensnetzen zu entwickeln und damit bereits beim Aufbau von Wissensbeständen auf eine sinnvolle Organisationsstruktur zu achten.

Für alle, die sich die pädagogische Aufgabe gestellt haben, ihrer Klientel bei dem Aufbau eines gut strukturierten Wissens/Fachwissens und Handlungsrepertoires zu helfen, stellt sich nun die Frage, wie Fakten abgespeichert werden und ob es hier Unterschiede gibt, die qualitativ wirksam werden können.

---

5 Näheres hierzu findet sich im Kapitel 7 – Begriffs- bzw. Wissensnetze als Lernstrategien: Verstehen, Behalten und Abrufen von Fachwissen.

Da wir durch die Sprache miteinander kommunizieren, ist es notwendig, unter den benutzten Worten auch dasselbe zu verstehen. Dies gilt nicht nur für die Alltagswelt, sondern auch für die berufliche Kommunikation, in der es noch viel mehr auf eine präzise Deutung ankommt.

Nun eignen wir uns die Welt aber nicht über abstrakte Worte an, sondern über konkrete Anschauung in einer verschieden geprägten Umwelt und mit einer individuell ausgeprägten Wahrnehmung und bekommen als Lernende die Bezeichnungen/Wörter mitgeteilt. Damit sind wir bei dem Problem, dass ein bestimmter Gegenstand, ein Phänomen etc. vielfältig ausgeprägt sein kann und sich dementsprechend verschiedene Vorstellungen mit demselben Wort verbinden können. Damit dies nicht zu einer kompletten Verwirrung führt, muss es zu einem Konsens über Bezeichnung und Inhalt kommen, es werden also sowohl im Alltagsleben, im Berufsleben und natürlich auch in der Wissenschaft „Begriffe“ definiert. „Durch die Bildung der Begriffe generalisieren wir die an einzelnen Objekten gewonnenen Erfahrungen auf die Klasse der funktionell gleichen Objekte. Auch auf völlig neue, vorher nie wahrgenommene Objekte reagieren wir nun in der vertrauten und bewährten Weise, die dem Begriff entspricht, dem das Objekt zugeordnet werden kann“ (Hoffmann, 1986, S. 11). Alles, was nun Beine und eine Platte besitzt, kann deshalb von uns als Tisch eingeordnet werden, egal ob die Platte oval oder rund, viereckig oder rechteckig ist, ob drei oder vier Beine vorhanden sind etc.

Die Qualität des deklarativen Wissens hängt also auch von der Schärfe und Eindeutigkeit der abgespeicherten Begriffe ab. Wird nicht nur eine Begriffsdefinition verinnerlicht, sondern gleichzeitig mit dem Begriff eine konkrete Vorstellung aus der Phase der Aneignung abgespeichert, verfügt man über ein sogenanntes mentales Modell. In der Lernpsychologie wird das auch als Schema bezeichnet. „Die Schema-Theorien gehen davon aus, dass die meisten kognitiven Prozesse, speziell Wahrnehmungs- u. Gedächtnisleistungen, von vornherein schemat. Verallgemeinerungen beinhalten u. insofern immer schon ‚begrifflich‘ sind“ (Städler, 1998, S. 109). Für den beruflichen Lehr- und Lernprozess ist sowohl für die Ablage im Langzeitgedächtnis als auch für den Abruf und für eine flexible Umgehensweise mit den Bezeichnungen wichtig, dass Kern/Definition des Begriffs und mentales Modell gleichzeitig vorhanden sind.

Gibt es Unterschiede zwischen der mentalen Vorstellung und der Definition eines Begriffs, kann es zu Missverständnissen kommen, das zeigt folgendes Beispiel, das bei *Stern* publiziert wurde:

„Ein entscheidender Grund für suboptimale Kommunikation zwischen Menschen, insbesondere die zwischen Lehrern und Schülern, besteht darin, dass die gleichen Begriffe verwendet werden, während die Netzwerke, in die sie eingebettet werden, sehr unterschiedlich sind. So wird das Begriffswissen von Kindern zunächst von charakteristischen Oberflächenmerkmalen und nicht von theoriegeleiteten, de-

finitorischen Merkmalen bestimmt, weil sie sich bei der Bildung von Begriffen in erster Linie von ihren Wahrnehmungen leiten lassen. Jüngere Grundschul Kinder bejahen zum Beispiel die Frage, ob ein Haufen Reis etwas wiege, verneinen aber die Frage, ob ein einzelnes Reiskorn etwas wiege. Diese zunächst unverständliche Antwort wird nachvollziehbar, wenn man berücksichtigt, dass jüngere Kinder ‚Gewicht‘ und ‚schwer anfühlen‘ noch miteinander gleichsetzen“ (Stern, 2006c, S. 48).

Schemata sind so verstanden aktivierte Bedeutungseinheiten in einem semantischen Netzwerk. Vor allem bei umfangreicheren verknüpften Wissensstrukturen wird in der Psychologie von „mental Modellen“ oder „Ereignisschemata“ gesprochen.<sup>6</sup>

Gute Facharbeiter haben in der Regel umfassende mentale Modelle, die es ihnen erlauben, auch gedanklich den Ablauf einer komplexen Tätigkeit, das Funktionieren eines Gerätes etc. sich vorzustellen und sozusagen Probehandlungen vorzunehmen.

Etwa 70 Prozent der Herde in bundesdeutschen Küchen sind Elektroherde. Bei den Standardkochplatten (Normalkochplatten) sind die Heizleiter zu drei Widerständen zusammengeschaltet, die in der Regel über einen 7-Takt-Schalter mit einer „Aus“-Stufe und 6 Leistungsstufen je nach gewünschter Heizleistung zueinander parallel, einzeln oder in Reihe geschaltet werden. Hinter den einzelnen Schaltstufen „verbergen“ sich somit verschiedene Grundschaltungen. Eine mögliche Fehlerquelle besteht darin, dass die Heizdrähte in den Widerständen durchbrennen und die Kochplatten sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Schaltstufe nicht mehr erwärmen. Ein guter Facharbeiter, der mit einem derartigen Reparaturauftrag konfrontiert wird, verbindet mit den einzelnen Schaltstufen sofort die zugehörige Grundschaltung, d. h., er hat sie gedanklich vor Augen. Diese gedankliche Vorstellung führt zu einer zielgerichteten Fehlersuche: Schaltstufe 2: Anschluss Widerstand R1, Kochplatte erwärmt sich nicht → R1 prüfen  
Schaltstufe 3: Anschluss Widerstand R2, Kochplatte erwärmt sich nicht → R2 prüfen  
Schaltstufe 4: Anschluss Widerstand R3, Kochplatte erwärmt sich nicht → R3 prüfen  
Zielgerichtet heißt in diesem Fall, dass der Monteur sich auf die Schaltstufen konzentriert, die eindeutige Schlussfolgerungen zulassen, und dies ist wie o. g. nur dadurch möglich, dass er eine Vorstellung von den jeweiligen Grundschaltungen der Schaltstufen hat.

6 Einige Forscher verwenden auch die Bezeichnungen Skript oder Produktionssystem, aber auch von einem „frame“ wird gesprochen. Ein Skript bezieht sich immer auf eine typische Ereignisfolge, die abgerufen wird, während der Begriff „frame“ eher auf die Repräsentation des Hintergrundwissens abzielt. Als Beispiel für ein vorhandenes „Skript“ wird immer angeführt, dass bei der Nennung von „Restaurantbesuch“ die einzelnen Handlungsschritte (*Betreten des Restaurants, Namen mitteilen, auf den eine Reservierung vorgenommen wurde, Hinführen zum reservierten Tisch ..., Bezahlen der Rechnung, Trinkgeld hinzufügen, Restaurant verlassen*) sofort präsent sind.

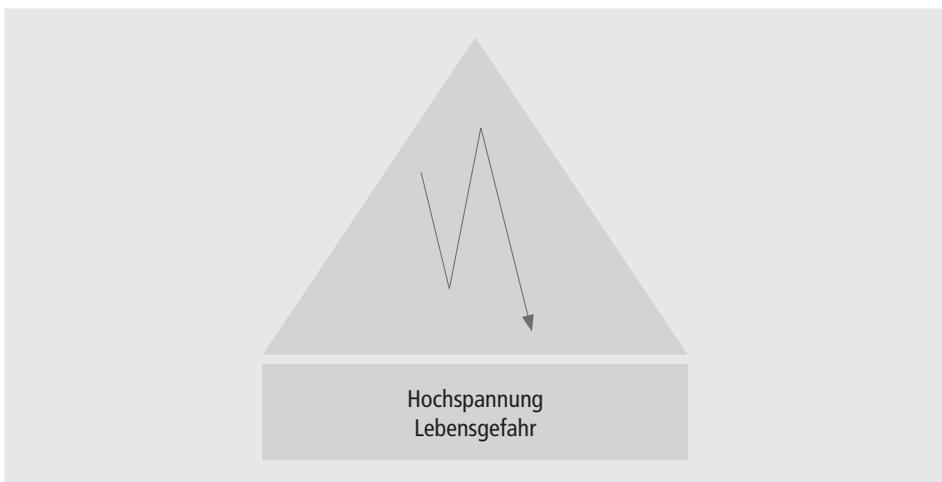
Die neue Zielrichtung in der beruflichen Bildung, an und in der Handlung zu lernen, d. h., deklaratives und prozedurales Wissen integriert zu erwerben, lässt sich also mit Erkenntnissen aus der Lernpsychologie sehr gut begründen.

Ein weiteres lernpsychologisches Forschungsergebnis ist für die Gestaltung von Lernprozessen von großem Interesse: Erlebnisse (episodisches Wissen) werden i. d. R. besonders gut und dauerhaft abgespeichert. Eine Erklärung könnte dafür sein, dass hier die Begleitumstände – Gefühle, Gerüche, visuelle Eindrücke, Geräusche – mit abgespeichert werden und so zu einer besseren Verankerung im Langzeitgedächtnis führen. Bereits *Vester* (2004) hat darauf hingewiesen, dass man als Pädagoge das Lernen über mehrere Eingangskanäle ermöglichen sollte.

Unterstützung bekommt diese Auffassung durch eine weitere Entdeckung: Unser Wissen ist in verschiedenen Repräsentationsformen abgespeichert, wobei diese sich durchaus überlagern können.

Man spricht vom

- aktionalen oder enaktiven Medium: Wissen ist als Handlung gespeichert. Beispiele dafür sind das Knotenknüpfen oder das Schnürsenkelbinden.
- ikonischen oder bildhaften Medium: Das Wissen wird in Bildern abgespeichert, d. h., wenn der Begriff „mechatronisches System“ fällt, kann bei einem Auszubildenden sofort das Bild eines Handhabungsautomaten auftauchen, da er in der Ausbildung genau solch einen Roboter zu Lehrzwecken gebaut hat.
- sprachlich-symbolischen Medium: Hier werden nicht nur die Sprache, sondern auch Symbole als Speichermedium genutzt. Beispiele hierfür sind z. B. Gefahrenschilder, die im Zusammenhang mit der Unfallverhütung in allen Berufsfeldern bzw. Berufsgruppen eine große Bedeutung haben.



Da in unserem Bildungssystem – von der Grundschule bis zur Hochschule – im Überfluss träges Wissen produziert wird, hier noch ein kurzer Blick darauf, wie es dazu kommt.

In der Regel steht bei dem Lehrpersonal der Wissenserwerb im Vordergrund und die Beherrschung von Verfahren, weniger das Verständnis für das Warum. Bei den Lernenden geht es oft darum, für einen kurzen Zeitraum Wissen anzuhäufen, das nach dem Bestehen einer Prüfung wieder vergessen werden kann, da die Relevanz für die eigene Lernperspektive nicht deutlich wird. Bei der Instruktion werden Zusammenhänge nicht mit einbezogen, es werden keine Anleitungen für einen Wissenstransfer gegeben, es fehlt aufseiten des Lehrenden und aufseiten des Lernenden ebenfalls das Nachdenken über den Prozess der Wissensaneignung (Metakognition) selber. Vor allem sind die fehlenden Anwendungssituationen ursächlich für eine fehlende dauerhafte Verankerung im Langzeitgedächtnis. Die in den letzten Jahren entwickelten pädagogischen Modelle des „situierten Lernens“ heben deshalb hervor, „daß an komplexen, authentischen oder zumindest realitätsnahen Problemstellungen gelernt wird (problemorientiertes Lernen). Der Ausgangspunkt des Lernens sollte dabei ein möglichst interessantes Problem sein, das die Lernenden dazu motiviert, sich bestimmtes Wissen anzueignen, um damit einer Problemlösung näher zu kommen. Das Wissen wird also gleich in einem Anwendungskontext erworben und nicht in systematisch geordneter, jedoch anwendungsunspezifisch-abstrakter Weise wie im typischen traditionellen Unterricht. Das Wissen kann damit sogleich auf bestimmte Anwendungsbedingungen hin konditionalisiert werden“ (Renkl, 1996, S. 87 f.).

Im Zusammenhang der Ansätze des situierten Lernens ist zu berücksichtigen, dass das aufgebaute Wissen kontextualisiert ist. Beim Erwerb des betreffenden Wissens, *Bransford* u. a. (1989) sprechen von „konditionalisiertem Wissen“, müssen die spezifischen Konditionen, unter denen es angewendet werden kann, mit erworben werden (vgl. Steiner, 1996, S. 287). Die Konstruktion des deklarativen und prozeduralen Wissens ist darüber hinaus kein einmaliger Konstruktionsprozess, sondern man nimmt an, dass jedes Abrufen die gespeicherten Informationen verändert, vor allem in der Weise, dass der nächste Abruf erleichtert wird. Die Festigung ist demnach eine Neukonstruktion derselbe Inhalte und somit Lernen, da bestehende Strukturen qualitativ verändert (z. B. elaboriert, verkürzt) werden (vgl. Steiner, 1996, S. 280, 282, 299). Für jeweils spezifische Anwendungsbedingungen werden so entsprechend den situativen Erfordernissen deklarative und/oder prozedurale Wissenskomponenten für eine berufliche Handlung aktiviert. Das konditionale Wissen steuert und kontrolliert die Aktivierung der anderen Wissensarten in Bezug auf die Lösung und Abarbeitung einer Handlungsaufgabe, d. h. greift darauf zu, wenn eine berufliche Handlung durchgeführt werden soll.

Für die Verfechter einer an der Fachsystematik orientierten Lehre entstehen hier Probleme:

**Vermittelt und trainiert man nur spezifische Handlungsschemata, wenn man den Lernprozess an komplexen authentischen oder zumindest realitätsnahen Problemstellungen ausrichtet?**

**Wird mit der Handlung im Lernzentrum das Alltagswissen gegenüber dem theoretischen Wissen bevorzugt?**

**Was ist nun Alltagswissen und was kennzeichnet theoretisches Wissen?**

„Das Alltagswissen ist weithin Handlungswissen. Es ist nicht an der systematischen, kohärenten Darstellung der Wirklichkeit interessiert, wenigstens nicht an der Darstellung um ihrer selbst willen. Das Alltagswissen fragt: Wozu ist es gut? Es ist also zweckgebunden. ... Es hat die Struktur des Handlungsschemas. Es ist auf zu erzeugende Effekte ausgerichtet“ (Aebli, 1981, S. 274).

Alltagswissen hat im Langzeitgedächtnis meist assoziative Verbindungen, und wie diese zusammenhängen, ist dem Praktiker meist nicht bewusst, obwohl er ihre Eigenschaften differenziert schildern kann. Alltagswissen ist deshalb relativ unflexibel. Beweglichkeit des Wissens entsteht erst dadurch, dass es aus dem konkreten Kontext gelöst und in ein System eingebunden werden kann. „Beweglichkeit ist die Möglichkeit, ein Netz von Beziehungen von den verschiedensten Punkten aus zu beleuchten, von verschiedenen Standpunkten aus Perspektiven in das System der Zusammenhänge zu entwerfen ... Im Alltagswissen hat jedes Ding seine Funktion. Backsteine dienen hier – bildlich gesprochen – dazu, Häuser zu bauen, nicht Büchergestelle zu konstruieren“ (Aebli, 1981, S. 274).

Das theoretische Wissen dagegen sieht die Welt abstrakt: „Seine konkreten Objekte sind zwar die gleichen wie diejenigen des Alltagswissens. Aber der Großteil der Merkmale ist im Zuge der Abstraktion abgestreift worden. Bewahrt werden wenige Merkmale, die unter sich gesetzmäßig zusammenhängen. Die Relationen, die ursprünglich in der Handlung und im konkreten Prozeß implizit enthalten waren, sind nun ‚begrifflich‘, d. h. abstrakt, rein und durchsichtig gefaßt“ (Aebli, 1981, S. 275).

Mit dieser Abstraktion und der Transparenz können Zusammenhänge sichtbar werden, die dem Alltagswissen verborgen bleiben. Dies kann auch Ziel sein bei der Aneignung von theoretischem Wissen: die Erfassung tieferer Zusammenhänge der Alltagsphänomene.

Gute Facharbeiter brauchen für ihr berufliches Handeln beides: aus konkreten beruflichen Handlungen gewonnenes anschauliches Alltagswissen und die Erkenntnis, warum man so handelt und wie man in anderen Situationen alternative Handlungsschemata aufbaut. Das Wissensnetz eines Facharbeiters sollte also beides enthalten: „Es enthält sowohl die robusten Schemata des praktischen Handgriffs, die reichhaltigen Objektbegriffe der alltäglichen Erfahrung, als auch die klaren und

durchsichtigen Strukturen des reflektierten theoretischen Wissens. ... Es verlaufen zwischen den gleichen Objektknoten die Verknüpfungen des praktischen Handelns und die Relationen der theoretischen Analyse“ (Aebli, 1981, S. 277).

Mit der Propagierung des situierten Lernens oder einer Handlungsorientierung in der Berufsausbildung hat das theoretische Wissen nicht an Bedeutung verloren, der Zusammenhang mit dem Handlungswissen ist aber wieder hergestellt worden, und das soll nicht zuletzt die Lernmotivation der Auszubildenden wieder stärken.

## 2.2 Förderung von Lernstrategien bei Auszubildenden

An einigen Stellen ist schon darauf hingewiesen worden, wie man den Lernenden zu Strategien verhilft, die sie in die Lage versetzen, sich ein gut strukturiertes Wissen aufzubauen, und welche Rolle hier die Fähigkeit spielt, aus Texten schnell und sicher Informationen zu verarbeiten.

Um noch einmal auf PISA zurückzukommen: Wie wichtig das Training des Lernens aus Texten ist, belegen die Ergebnisse der gemessenen Leistungsniveaus. Gemessen wurde bei PISA vor allem der verstehende Umgang mit Texten; Lern- und Gedächtnisleistungen spielten dagegen nur eine untergeordnete Rolle. Lesekompetenz bedeutete in dieser Untersuchung deshalb, mithilfe eines Textes Verständnisfragen zu beantworten und darüber hinaus auch über die Fähigkeit zu verfügen, eine sinnvolle Textrepräsentation im Gedächtnis aufzubauen, die von dauerhafter Natur ist. Neben kontinuierlichen (fortlaufenden) geschriebenen Texten wurden auch Aufgaben mit bildhaften Darstellungen wie Diagramme, Bilder, Karten, Tabellen oder Grafiken einbezogen, eine Anforderung – aus diesen Darstellungen Informationen zu ziehen und weiterzuverarbeiten –, die zukünftige Fachkräfte erfüllen müssen. Fast die Hälfte (45 Prozent) der von der Untersuchung erfassten 15-jährigen Schüler und Schülerinnen haben in Deutschland die Kompetenzstufe 3 nicht erreicht (vgl. Artelt u. a., 2001, S. 89), eine Kompetenzstufe, die u. E. für eine Facharbeitertätigkeit Voraussetzung ist. Darunter befanden sich auch ungefähr 10 Prozent, die überhaupt nicht in der Lage waren, den Hauptgedanken eines Textes zu erkennen und Verbindungen zwischen den im Text gebotenen Informationen und ihrem Alltagswissen herzustellen.

Auch Auszubildende verfügen kaum über systematisch eingesetzte und qualitativ ausgereifte Strategien bei der Aneignung von bereichsspezifischem Wissen. Zwar greifen sie wie viele andere auch zu dem Hilfsmittel des Unterstreichens, des Notizenmachens und der Wiederholung. Das allein verbessert aber nicht die Qualität ihres Wissens. Bei dem Unterstreichen muss man Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden können, für das Notizenmachen gilt das auch, und die Komprimie-

rung, die hier stattfindet, muss auch wieder korrekt auseinandergefaltet werden können. Wiederholungen allein fördern maximal das Auswendiglernen, also die Speicherung von oberflächlichem Wissen! Wichtiger ist der Einsatz von elaborativen Strategien, reduktiven Prozessen und ein generatives Lernen. „Elaborationsstrategien dienen dazu, einen Lerngegenstand zu verstehen und die Bedeutung des Gelernten herauszuarbeiten. Dazu werden etwa beim Lesen auf der Basis einzelner Textteile Vorhersagen über weitere Abschnitte gemacht, aus dem Gelesenen Schlussfolgerungen gezogen oder nach Verbindungen zwischen einzelnen Textteilen untereinander sowie dem Text und Phänomenen aus der Wirklichkeit gesucht. Durch die aktive Verarbeitung des Gelesenen wird das neue Wissen in bereits vorhandenes Vorwissen integriert“ (Artelt/Demmrich/Baumert, 2001, S. 273).

Generatives Lernen praktiziert man dann, wenn man sich vom Text löst und aus dem Gedächtnis wiederholt, was man an Informationen behalten hat. Hier wird man schnell die Defizite ausfindig machen und dann gezielt nachbessern können. Versucht man zusätzlich noch, sich in eigenen Worten das Gelesene zu erklären, wird man das Behalten und Abrufen komplexer Informationen stark verbessern können. „Charakteristisch für das Self-explanation-Verfahren ist es, dass ein Textinhalt in eigenen Worten *paraphrasiert* wird. Dabei kann die Informationsfülle *reduziert*, gleichzeitig aber auch leicht (u. a. aufgrund der Verwendung der eigenen Sprache) an das vorhandene Vorwissen assimiliert<sup>7</sup> werden“ (Steiner, 2001, S. 177).

Und nicht zuletzt muss man über die eigenen Lernstrategien nachdenken, um bereit zu sein, neue Wege zu gehen.

*Guldimann* hat in einer Übersicht für alle Phasen der Bearbeitung von Informationen und damit für den Aufbau bzw. der Erweiterung des Wissens aus Texten Hinweise für eine gute Vorgehensweise zur Verfügung gestellt. Hier finden sich Ratschläge sowohl für den Lernenden als auch Hinweise für die Unterstützung durch den Lehrenden.

---

7 Assimilation im Sinne von *Piaget* (1948) bedeutet die Anwendung bekannter Schemata im Falle einer Anforderung, wohingegen Akkomodation die Neukonstruktion von Schemata bedeutet, wenn die vorhandenen nicht ausreichen.

Abbildung 3: Strategierepertoire für das Arbeiten mit Texten

Ziele	Fragen	Maßnahmen
<b>Vor dem Lesen</b>		
Vorwissen aktivieren	Was weiß ich schon?	Stichworte notieren
	Was weiß ich nicht?	
	In welchem Zusammenhang habe ich schon davon gehört?	Clustering
Leseziel formulieren	Was möchte ich wissen?	Fragen formulieren
Auswahl von Texten	Welche Texte oder Textstellen interessieren mich?	Überfliegen Suchen in Bibliothek Inhaltsverzeichnis durchgehen
	Wo finde ich Informationen?	Titel, Zusammenfassungen lesen Textstellen kennzeichnen
Abschätzen des Aufwands unter Berücksichtigung des Ziels, der Lernzeit, des Textniveaus	Wie viel Zeit habe ich? Wie viel Zeit brauche ich zum Lesen? Wie schwierig sind die Texte?	
Abschätzen möglicher Schwierigkeiten	Wo könnten Schwierigkeiten auftreten? Welche Schwierigkeiten bietet der Text? Wer kann mir helfen? Welche Hilfsmittel könnten nützlich sein?	Bereitstellen von Hilfsmitteln Gesprächsrunden Lernumgebung aufsuchen und organisieren
Planung der Lernaktivität	Wie gehe ich genau vor? Was lese ich wann? Wie verarbeite ich? Wie kontrolliere ich das Verständnis?	Vorgehen festlegen Pausen planen Fragen stellen Techniken festlegen
<b>Während des Lesens</b>		
Aufmerksamkeit aufrechterhalten	Lese ich konzentriert? Wie kann ich mich noch besser konzentrieren?	Leseпаusen einlegen Individuelle Maßnahmen Nach jedem Abschnitt und Kapitel Fragen stellen
Verstehen des Textes auf der Satzebene, satzübergreifend, in größeren Sinneinheiten	Verstehe ich die Textstellen? Warum ist die Textstelle so schwer zu verstehen? Welche Strategie könnte mir helfen?	Mehrfaches Lesen Einsatz von Lernhilfen Einsatz von Strategien zum Verstehen von Sätzen Markieren von Textstellen
Erfassen von zentralen Begriffen und Kerngedanken	Welche Begriffe sind wichtig?	Begriffserklärungen Begriffsnetze zeichnen Begriffe abgrenzen

Ziele	Fragen	Maßnahmen
<b>Während des Lesens</b>		
Zusammenhänge herstellen zwischen Gelesenem und Vorwissen (Elaboration)	Wie verhält sich der Abschnitt zum bereits Gelesenen? Argumentationen verfolgen Stimmt das Gelesene mit dem Vorwissen überein? Kenne ich Beispiele?	Anwendungsbeispiele suchen
Überprüfen des Lernstils und des Zeitplans	Kann ich so weiterfahren? Reicht die Zeit? Sind unverhoffte Schwierigkeiten aufgetreten?	Neue Planung
Überprüfen des eigenen Verstehens	Verstehe ich den Text?	Vorfragen beantworten Mündliche Wiedergabe
<b>Nach dem Lesen</b>		
Reduktive Prozesse	Wie fasse ich das Gelesene zusammen?	Zusammenfassung Skizzen, Grafiken Netze zeichnen
Überprüfen des Lernerfolgs unter Berücksichtigung des Lernziels, der Planung und der Aufgabenstellung	Wurden die Ziele erreicht? Kann ich den Inhalt wiedergeben? Kann ich die zentralen Begriffe erklären und anwenden? Welche Zusammenhänge machen mir noch Schwierigkeiten?	Fragen beantworten Übungsaufgaben lösen Erklärungen abgeben Textstellen studieren

Quelle: Nach Guldemann, 1996, S. 84 ff.

Bei der Förderung von Lernstrategien von Auszubildenden sind deshalb – wie die Erfahrungen von Lernpsychologen auch zeigen – folgende Bedingungen zu beachten:

1. Auszubildende verfügen bereits über Strategien – gute oder schlechte. Diese sind auf jeden Fall als Rahmenbedingungen für die Förderung zu berücksichtigen.
2. Das bedeutet auch, dass die individuellen Bedürfnisse der Lerner in die pädagogische Beratung einfließen müssen.
3. Strategien werden am Beginn vom Lehrer/Ausbilder vorgemacht und angeleitet, die Anwendung sollte dann aber in die Eigenregie des Auszubildenden übergehen.
4. Die Erprobung von Strategien erfolgt nicht als separates Thema, sondern ist in die Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben/Projekten integriert.
5. Auszubildende müssen den Erfolg einer Anwendung von Strategien erleben, um die Lernwirksamkeit zu begreifen (vgl. Guldemann, 1996, S. 112 ff.).

### 2.3 Was versteht man unter „komplexen Problemen“ und damit unter Problemlösen?

Unser Alltag ist bestimmt von Problemen, für die wir Lösungen finden müssen. Dabei geht es aber oft nur darum, fehlende Informationen zu bekommen, um über die Voraussetzungen – d. h. eine angemessene Wissensbasis – zu verfügen, die uns in die Lage versetzt, die Probleme zu lösen. Das gilt auch für die allgemeinbildenden Schulen oder die Berufsschulen: „Problemcharakter besitzt eine Aufgabe für einen Adressaten bereits dann, wenn die Anforderungssituation ungewohnt ist bzw. so erscheint und somit kein rein schematisches Arbeiten zulässt“ (Bruder, 2003, S. 8). Dazu benötigt man i. d. R. keine ausgewiesenen Problemlösestrategien oder -werkzeuge, sondern Strategien, sich adäquates Wissen anzueignen und dann auch situationsgerecht anwenden zu können.

Anders ist es jedoch bei der „Bewältigung von Problemen<sup>8</sup> in *komplexen, vernetzten, intransparenten* und *dynamischen* Situationen oder Realitätsausschnitten“ (Dörner, 2000, S. 58), wie sie heute ebenfalls im Berufsalltag häufig vorkommen. Diese Probleme erfordern „Problemlösen“, das folgendermaßen charakterisiert werden kann:

„Problemlösen ist zielorientiertes Denken und Handeln in Situationen, für deren Bewältigung keine Routinen verfügbar sind. Der Problemlöser hat ein mehr oder weniger gut definiertes Ziel, weiß aber nicht unmittelbar, wie es zu erreichen ist. Die Inkongruenz von Zielen und verfügbaren Mitteln ist konstitutiv für ein Problem. Das Verstehen der Problemsituation und deren schrittweise Veränderung, gestützt auf planendes schlussfolgerndes Denken, sind konstitutiv für den Prozeß des Problemlösens.“

(Deutsches PISA-Konsortium [Hrsg.], 2003, S. 3)

Komplexität, Intransparenz, Dynamik, Vernetztheit und Unvollständigkeit oder Falschheit der Kenntnisse über das jeweilige Problem: Dies sind die allgemeinen Merkmale der Handlungssituationen beim Umgang mit solchen Problemen. Damit muss der Problemlöser fertig werden (vgl. Dörner, 2000, S. 59). Hier ist zwar auch ein qualitativ gutes Fachwissen eine absolut notwendige Grundlage, das allein reicht jedoch für die Fähigkeit, Probleme dieser Art zu lösen, nicht aus.

---

8 Innerhalb der Psychologie wird ein Problem relativ formalistisch definiert: Ein Ausgangszustand muss in einen Endzustand transformiert werden, wobei eine Barriere bzw. ein Hindernis zu überwinden ist. Dagegen spricht man eher von einer Aufgabe, wenn das Problem durch unmittelbaren Rückgriff auf Regeln lösbar ist.

Deshalb geht es in einem guten Berufsschulunterricht, bei einem guten betrieblichen Ausbildungskonzept auch darum, Strategien, d. h. ein planvolles Vorgehen, in komplexen, vernetzten, intransparenten und dynamischen Situationen oder Realitätsausschnitten zu trainieren und in diesem Training auch die Selbstreflexion über das eigene Vorgehen als Lernziel bzw. Kompetenzerweiterung in den Vordergrund zu stellen. Hier stellt sich gleich die Frage:

**Gibt es überhaupt allgemeine Strategien und wie können diese vermittelt werden, sodass sie auch tatsächlich in unterschiedlichen Situationen/bei unterschiedlichen Problemen einsetzbar sind?**

Und noch eine weitere Frage:

**Gibt es immer die gleichen Problemtypen oder sind diese nicht sehr unterschiedlich und erfordern deshalb auch sehr unterschiedliche Strategien?**

Wer über seine eigenen Vorgehensweisen in Problemsituationen nachdenkt, wird noch auf einen weiteren Umstand stoßen:

Je nachdem in welchem Bereich und in welcher Situation seine Lösungskompetenz gefordert war, konnte er auf ein erfolgreiches Handeln zurückblicken.

Deshalb kommt auch *Dörner* – ein ausgewiesener Experte der Problemlösepsychologie – zu dem Schluss: „Handlungsregulation in komplexen Situationen ist mit Theorien des Denkens allein nicht zu erklären; man muß sie mit Gedächtnistheorien, Emotionstheorien und Motivationstheorien verbinden ...: Ob und wie jemand ein Problem löst, ist von sehr verschiedenen Bedingungen abhängig. Vielleicht reicht das Gedächtnis nicht, um all die vielen verschiedenen Informationen, die auf ein Individuum einströmen, für die Problemlösung bereitzuhalten. Vielleicht hat jemand auch zeitweise einfach keine Lust mehr, sich mit einem Problem zu befassen. Oder man resigniert, weil man sich unfähig fühlt, mit einem Problem fertig zu werden“ (*Dörner/Schaub/Strohschneider, 1999, S. 199*).

Ein Pädagoge, der seiner Klientel ein planvolles erfolgreiches Vorgehen in komplexen Situationen beibringen möchte, sollte deshalb neben guten Kenntnissen über den Lernvorgang als solchen auch wissen, wie eine motivierende Lernumgebung aussieht, ob und wie man Motive beeinflussen kann und welche Rolle Emotionen beim Lernen spielen.

Im Folgenden geht es nun darum, aus den vielfältigen Details, die in der Forschung zusammengetragen wurden, einige grundlegende und für die Praxis verwertbare Erkenntnisse zu präsentieren.

## **2.4 Gibt es allgemeine Strategien des Problemlösens?**

Zwar gibt es in der einschlägigen Literatur unter dem Stichwort Strategien, Prozesse oder Methoden des Problemlösens eine Reihe von Hinweisen, die die Vorstellung

eines vorhandenen allgemeingültigen Instrumentariums nahelegen, dessen man sich nur zu bedienen braucht, um ein erfolgreicher Problemlöser zu werden. Doch die pädagogische Erfahrung dämpft eher die Hoffnung, dass das Aushändigen eines „Werkzeugkastens“ schon die erfolgreiche Anwendung sicherstellt. Dafür gibt es aus der Erfahrung zwei Hinderungsgründe:

- Eine hohe Bereichsspezifität kann die Anwendung allgemeiner Problemlöseprozesse stark einschränken, d. h., Strategien, die bei mathematischen Problemen zum Erfolg führen, können bei der Lösung von betriebswirtschaftlichen Problemen nicht genauso erfolgreich eingesetzt werden.
- Die allgemeinen Strategien sind so abstrakt, dass sie als Handlungsanleitung gar nicht verinnerlicht werden können. Wir haben bereits in dem Vorwort auf ein Zitat von *Stern* verwiesen, das auch für diesen Bereich seine Gültigkeit hat: Die Vermittlung allgemeiner Problemlösestrategien ist ebenfalls zu vergleichen mit einem Stricken-lernen-Wollen ohne Wolle.

Auch die Forscher, die im Rahmen von PISA für die Entwicklung eines Instrumentariums zur Erfassung fächerübergreifender Problemlösekompetenzen zuständig waren, kommen zu dem Schluss, dass die Idee einer universellen bereichsübergreifenden Problemlösefähigkeit nicht haltbar ist (vgl. Deutsches PISA-Konsortium [Hrsg.], 2003, S. 8). Dementsprechend reicht es auch nicht aus, ein Bündel von Strategien abzutesten, um das Niveau einer vorhandenen Problemlösekompetenz zu erfassen. „Problemlösen setzt Wissen über Konzepte und Sachverhalte (deklaratives Wissen) und Wissen über Regeln und Strategien (prozedurales Wissen) im jeweiligen Gegenstandsbereich voraus. ... Die zentrale kognitive Kompetenz, die Problemlöseleistungen in unterschiedlichen Inhaltsbereichen gemeinsam zugrunde liegt, ist vermutlich gerade die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken. Der Erfolg einzelner Problemlöseprozesse ist dann (sofern die Adaption an das Vorwissen der Schüler auf einem adäquaten, mittleren Niveau gelungen ist) durch das Zusammenspiel von bereichsspezifischem Wissen und *Reasoning* erklärbar“ (Deutsches PISA-Konsortium [Hrsg.], 2003, S. 7 f.).

Es gibt keine universellen Strategien, aber offensichtlich doch etwas, was über die Bereichsspezifität hinausreicht. Daraus leiten sich folgende Fragen ab:

**Was könnte über die Bereichsspezifität hinausreichen?**

**Wie kann man diese Fähigkeiten im Berufsbildungsprozess fördern?**

Auf jeden Fall zeigt die Motivationsforschung, dass die Individuen mit ganz unterschiedlichen Lernerfahrungen das Schulsystem verlassen und man dementsprechend von einem Lernhabitus sprechen könnte. Der Lernerfolgsgewohnte bringt ein ganz anderes Selbstvertrauen in seine Fähigkeiten mit als derjenige, der viele Misserfolge hinnehmen musste. Entsprechend wird auch die Herangehensweise an

komplexe Probleme ausfallen. Das gilt auch für die Identifikation mit dem Problem und die Bereitschaft zur länger ausdauernden Anstrengung, um das Problem zu lösen. Gute Problemlöser zeichnen sich auch durch ihre positive Einstellung gegenüber Problemen aus. Gute Problemlöser haben darüber hinaus Vorgehensweisen verinnerlicht, die Resultat ihres bisherigen Lernprozesses sind und die sicher nicht von ihnen als Strategierepertoire bewusst gehandhabt werden, die aber doch ihre Erfolge mitbestimmen. Hier könnte man nennen: Sie bleiben auch bei schwierigen Aufgaben ruhig und „geraten nicht in Panik“, sie haben keine Blockaden, suchen in ihrem Langzeitgedächtnis, ob sie ein ähnliches Problem schon einmal gelöst haben, sie beobachten sich selbst im Problemlöseprozess, suchen Fehler umfassend, reflektieren die Zwischenergebnisse und gehen in ihrem Lösungsweg so weit zurück wie nötig, „werfen also nicht alles hin“, wenn es nicht mehr weitergeht.

Bestandteile dieses in einem längeren Zeitraum erworbenen Problemlösehabitus werden in der einschlägigen Psychologie-Literatur als allgemeine Strategien beschrieben: Unter den Stichwörtern „Herunterbrechen komplexer Problemstellungen in einfachere Teilprobleme“, „Unterschiedsreduktion“, „Mittel-Ziel-Analyse“ und „Rückwärtsarbeiten“ werden Empfehlungen für das Problemlösehandeln gegeben. Da wir davon ausgehen, dass eine Zielsetzung darin besteht, entsprechende Verhaltensweisen in die Gestaltung der Lehr-/Lernprozesse zu integrieren und infolgedessen langfristig zu trainieren, kann es für eine Lernberatung hilfreich sein, sich mit diesen Ausführungen zu beschäftigen.

### *Herunterbrechen komplexer Problemstellungen in einfachere Teilprobleme*

Ein umfangreiches und schwieriges Problem kann oft nicht in eine überschaubare Handlungsabfolge umgesetzt werden. Deshalb liegt es hier nahe, mit Blick auf das Gesamtproblem Teilprobleme zu finden, die einen Schritt in Richtung der Lösung bringen. Dies ist sicher ein guter Vorschlag, doch lässt sich diese Strategie nur dann problemlos umsetzen, wenn man sich, wie *Aebli* es vorschlägt, über das wesentliche Beziehungsgefüge des Problems Klarheit verschafft hat. Ein Arbeiten an Teilproblemen, bei denen der Zusammenhang zum Gesamtproblem aus dem Auge verloren wird, kann kontraproduktiv werden.

### *Unterschiedsreduktion*

Auch hier besteht die Schwierigkeit, das Problem in einer kleineren, von vornherein überschaubaren Abfolge zu lösen. Man wählt jedoch nicht den Weg des Herunterbrechens in Teilprobleme, sondern setzt sich als Teilziel, die Differenz zwischen dem Ausgangs- und dem Endzustand schrittweise zu reduzieren. Man versucht also Zustände herzustellen, die dem Zielzustand ähneln. „Normalerweise ist Ähnlichkeit eine gute Heuristik; es gibt jedoch kritische Fälle, bei denen Ähnlichkeiten irrefüh-

rend sind ... oder sogar in die Irre führen“ (Anderson, 1988, S. 198). Ferner fügt *Anderson* hinzu: „Hier sei also nochmals darauf hingewiesen, daß Heuristiken nur Faustregeln darstellen und bisweilen eben falsch sind“ (Anderson, 1988, S. 198).

### *Mittel-Ziel-Analyse*

Von *Newell/Simon* wurde unter diesem Stichwort ein Computersimulationsprogramm entwickelt, das menschliches Problemlösen nachbilden sollte. Auch hier geht es wieder – allerdings in einem sehr schematischen Verfahren – um die Zerlegung größerer Ziele in Teilziele, wobei mit den Teilzielen die Unterschiedsreduktion vom Ausgangs- zum Endzustand erreicht werden soll. Mit der Fülle von Teilzielen kann man allerdings sowohl die Übersicht über die Teilziele als auch den Zusammenhang zwischen Teil- und Gesamtziel aus dem Auge verlieren. Die hier in der Literatur zur Verdeutlichung der Vorgehensweise herangezogenen Beispiele (siehe dazu *Steiner*, 2001, S. 190 f. sowie *Anderson*, 1988, S. 200 f.) lassen kaum eine Relevanz dieser Verfahrensweise für berufspraktische Probleme erkennen.

### *Rückwärtsarbeiten*<sup>9</sup>

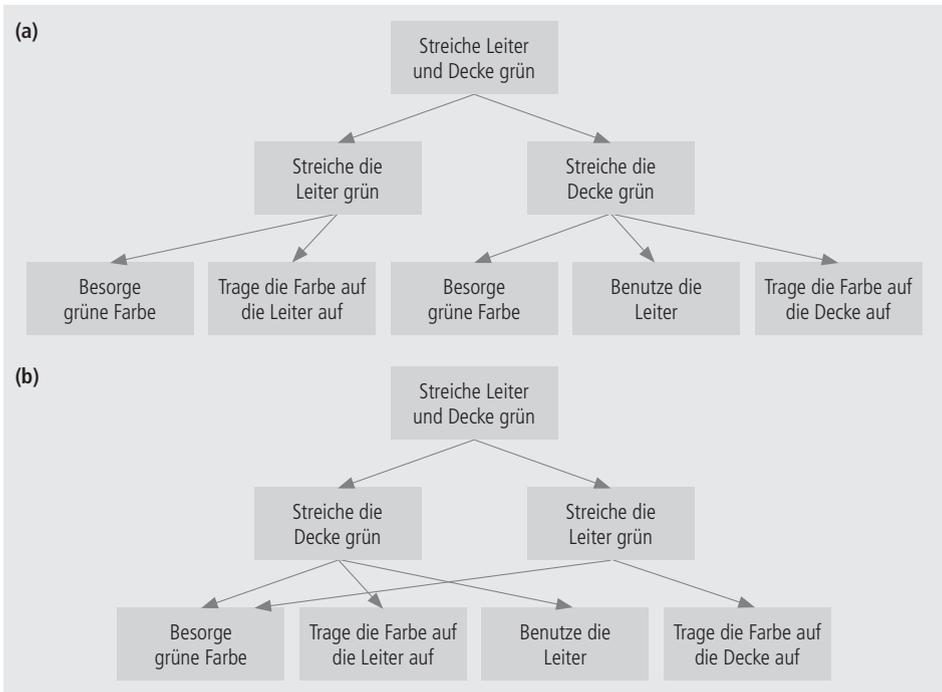
„Bei manchen Problemen ist es sinnvoll, vom Ziel ausgehend rückwärts nach einem Lösungsweg zu suchen. In bestimmten Bereichen, zum Beispiel bei mathematischen Beweisen, kann diese Methode eine besonders zweckmäßige Suchheuristik sein“ (Anderson, 1988, S. 203).

„Bei der Rückwärtssuche besteht der entscheidende Schritt darin, das anfängliche Ziel in eine Reihe von Teilzielen zu zerlegen, die eine Lösung des gesamten Problems implizieren. Anschließend kann man sich jeweils auf eines dieser Teilziele konzentrieren. Allerdings gerät man bei dieser Methode in Schwierigkeiten, wenn eines der Teilziele verhindert, daß ein anderes Teilziel erreicht wird – das heißt, wenn sich herausstellt, daß die Teilziele nicht unabhängig voneinander sind“ (Anderson, 1988, S. 203).

Zwei Zielstrukturen zur Aufgabe, eine Leiter und eine Decke grün zu streichen. Das Diagramm (a) zeigt das Ergebnis einer Rückwärtssuche, bei der die Abhängigkeit der Teilziele nicht berücksichtigt wurde. Nach der Umstrukturierung (b) standen die Teilziele nicht mehr in Konflikt (nach *Sacerdoti*, 1977)“ (Anderson, 1988, S. 204).

---

9 Ein weiteres Beispiel für diese allgemeine Strategie wird im Kapitel 9.1 („Die sieben Tore“) dargestellt.



## Analogieschluss oder analoges Problemlösen

„Man stellt eine Analogie her zwischen den Merkmalen der aktuellen Situation und denen früherer Situationen“ (Zimbardo/Gerrig, 1996, S. 302). Wie erfolgreich Analogien beim Problemlösen sein können, zeigt ein Beispiel von *Gick/Holyoak* (1980). Sie legten Versuchspersonen das folgende Problem, das *Duncker* (1935) entwickelte, vor:

„Stellen Sie sich vor, Sie seien Arzt und zu Ihnen kommt ein Patient, der einen bösartigen Magentumor hat. Eine Operation ist nicht möglich, aber wenn der Tumor nicht beseitigt wird, stirbt der Patient. Nun gibt es Strahlen, mit denen man den Tumor zerstören kann. Wenn diese Strahlen mit genügend hoher Intensität auf den Tumor treffen, können sie ihn zerstören. Unglücklicherweise schädigt man bei dieser Intensität auch das gesunde Gewebe, das die Strahlen auf ihrem Weg zum Tumor durchdringen. Bei niedrigeren Intensitäten sind die Strahlen zwar für das gesunde Gewebe unschädlich, aber sie greifen dann den Tumor nicht mehr an. Wie könnte man vorgehen, damit der Tumor, aber möglichst kein gesundes Gewebe, mit Hilfe der Strahlen zerstört wird?“

Das ist ein sehr schwieriges Problem, und nur wenige Versuchspersonen können es auf Anhieb lösen. Gick und Holyoak gaben jedoch folgende (hier übersetzte) Geschichte als Lösungsanalogie vor:

Ein kleines Land wurde von einem Diktator regiert, der in einer Festung residierte. Diese Festung lag in der Mitte des Landes und war von Bauernhöfen und Dörfern umgeben. Viele Straßen führten von allen Seiten dorthin. Ein aufständischer General gelobte, die Festung einzunehmen. Er wußte, daß die Festung bei einem Angriff seiner gesamten Armee einnehmbar war, und sammelte seine Truppen am Ende von einer der Straßen für einen Direktangriff. Dann aber erfuhr der General, daß der Diktator jede Straße vermint hatte. Die Minen waren so verteilt worden, daß kleine Gruppen von Männern sicher über sie hinweggehen konnten, da der Diktator ja seine Truppen und Arbeiter zur Festung hin und von ihr weg bringen mußte. Eine größere Gruppe von Menschen würde die Minen jedoch zur Detonation bringen, und dann würde nicht nur die Straße gesprengt, sondern auch viele angrenzende Dörfer zerstört. Somit schien es unmöglich, die Festung einzunehmen. Der General entwarf jedoch einen einfachen Plan. Er teilte seine Streitkräfte in kleine Gruppen auf und schickte jede Gruppe an das Ende einer anderen Straße. Als alles bereit war, gab er das Signal, und jede Gruppe marschierte auf einer anderen Straße bis zur Festung, wo die gesamte Armee schließlich gleichzeitig ankam. Auf diese Weise nahm der General die Festung ein und stürzte den Diktator.  
(Gick und Holyoak, 1980, S. 351)

Wenn diese Geschichte als Hinweis gegeben wurde, konnten fast alle Versuchspersonen eine analoge Lösung für das Bestrahlungsproblem entwickeln“ (Anderson, 1988, S. 205).

Der Analogieschluss bzw. das analoge Problemlösen ist den meisten Auszubildenden bekannt, da er in der Regel im Mathematikunterricht in den allgemeinbildenden Schulen von den Lehrern genutzt wird. Er besteht darin, die Lösung eines Problems mithilfe einer bereits bekannten Lösungsstruktur zu finden, in der Literatur wird deshalb auch vom „induktiven<sup>10</sup> Schließen“ gesprochen.

Allerdings gab und gibt es aufseiten der Lernenden Schwierigkeiten, weil sie die zugrunde liegende identische Struktur entweder nicht erkennen oder die Analogien nicht richtig ziehen. „Induktive Schlüsse können deshalb falsch sein, weil vorhergehende Erfahrungen zu einer verfestigten Einstellung (set) geführt haben. ... Die praktische Konsequenz aus dem Auftreten von Einstellungen lautet: Wenn Sie

---

10 Unterrichtsmethoden werden nach dem Vorgehen bei der Erkenntnisgewinnung gekennzeichnet. Kennzeichen der induktiven Methode ist das „Führen vom Einzelfall zum Allgemeinen“.

in einer Problemlösungssituation frustriert sind, sollten Sie auch mal einen Schritt zurücktreten und sich fragen: ‚Engen vergangene Erfolge meine Perspektive bei diesen Problemen zu sehr ein?‘ Versuchen Sie kreativer an die Lösung des Problems heranzugehen, indem Sie ein breiteres Spektrum früherer Situationen und früherer Lösungen berücksichtigen“ (Zimbardo/Gerrig, 1996, S. 302 f.).<sup>11</sup>

Die o. g. Schwierigkeiten der Lernenden treten höchstwahrscheinlich nur dann auf, wenn Analogien im Kontext eines rezeptiven Lernens stehen. Das heißt, dass die Analogien nicht identifiziert bzw. herausgearbeitet werden, sondern lediglich ein schematisches Übertragen ohne Verständnis nach sich ziehen. Analogien lassen sich in zahlreichen Inhaltsbereichen herstellen bzw. identifizieren. In diesem Zusammenhang ist leicht einzusehen, dass die Lernenden die Inhalte verstanden haben müssen, um entsprechende Analogien zu erklären. Analogiebetrachtungen generieren darüber hinaus nicht nur Ähnlichkeiten, die unter Umständen auf andere Probleme bzw. Aufgaben übertragen werden können, sondern bei mangelnder Übertragbarkeit zeigen sie Unterschiede auf. Die Identifikation der Unterschiede, d. h. in Konsequenz die mangelnde Übertragbarkeit, kann aber dennoch zum Verständnis bzw. zur erfolgreichen Problemlösung beitragen. In der Ausbildung bzw. im Unterricht sollten daher, wenn möglich, Analogiebetrachtungen insbesondere in Phasen der Lernreflexion angemessen berücksichtigt werden. Nachfolgend ist aus dem Berufsfeld Elektrotechnik ein Beispiel in Form einer tabellarischen Gegenüberstellung dargestellt.

---

11 Siehe dazu das Kapitel 2.6 zur Transferproblematik.

Abbildung 4: Elektrisches Feld und Kondensator – Magnetisches Feld und Spule

Elektrisches Feld und Kondensator	Magnetisches Feld und Spule
Ladung: $Q = I \cdot t$	Magnetischer Fluss: $\Phi = B \cdot A$
Elektrische Feldstärke: $E = \frac{U}{d}$	Magnetische Feldstärke: $H = \frac{I \cdot N}{l} = \frac{\Theta}{l}$ Magnetische Durchflutung: $\Theta = I \cdot H$
Elektrische Verschiebungsdichte: $D = \frac{Q}{A} = \epsilon \cdot E$	Magnetische Flussdichte: $B = \frac{\Phi}{A} = \mu \cdot H$
Elektrische Feldkonstante: $\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$	Magnetische Feldkonstante: $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$
Permittivitätszahl: $\epsilon_r$ Die Permittivitätszahl (auch Dielektrizitätszahl genannt) gibt an, um das Wievielfache sich die Kapazität durch ein Dielektrikum gegenüber dem Vakuum ( $\epsilon_r = 1$ ) erhöht.	Permeabilitätszahl: $\mu_r$ Die Permeabilitätszahl ist der „Verstärkungsfaktor“, den Eisenwerkstoffe im Vergleich zum Vakuum ( $\mu_r = 1$ ) bewirken. $\mu_r$ ist jedoch keine Konstante, sondern von der magnetischen Feldstärke H abhängig.
Permittivität (Dielektrizitätskonstante): $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$	Permeabilität: $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$
Kapazität: $C = \frac{Q}{U}$	Induktivität: $L = \frac{\Phi \cdot N}{I}$
Kapazität des Plattenkondensators: $C = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$	Induktivität der Ringspule: $L = \frac{\mu \cdot A \cdot N^2}{l}$
Feldenergie: $W = \frac{1}{2} C \cdot U^2$	Feldenergie: $W = \frac{1}{2} L \cdot I^2$
Energiedichte: $w = \frac{\epsilon \cdot E^2}{2} = \frac{D \cdot E}{2}$	Energiedichte: $w = \frac{\mu \cdot H^2}{2} = \frac{B \cdot H}{2}$

Ein Vergleich zwischen elektrischem und magnetischem Kreis zeigt, dass die Spannung  $U$  der Durchflutung  $\Theta$  entspricht, die Stromstärke  $I$  entspricht dem magnetischen Fluss  $\Phi$ .

Die magnetische Flussdichte  $B$  ist der magnetischen Feldstärke  $H$  proportional. Der Materialeinfluss wird durch die Permeabilität  $\mu$  berücksichtigt. Die elektrische Verschiebungsdichte  $D$  ist der elektrischen Feldstärke  $E$  proportional. Der Materialeinfluss wird durch die Permittivität berücksichtigt. Permittivitätszahl und Permeabilitätszahl repräsentieren „Verstärkungsfaktoren“ im Vergleich zum Vakuum mit dem Bezugswert 1. Dabei ist die Permeabilitätszahl gegenüber der Permittivitätszahl keine Konstante, da sie von der magnetischen Feldstärke  $H$  abhängt.

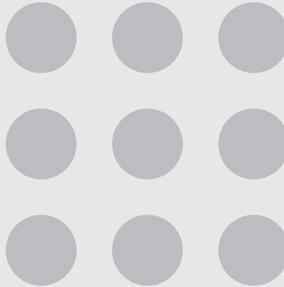
Die Kapazität des Plattenkondensators hängt neben der elektrischen Feldkonstanten und dem Dielektrikumwerkstoff auch von geometrischen Größen wie Plattenabstand und Plattenfläche ab. Die Induktivität der Ringspule hängt neben der magnetischen Feldkonstanten, dem Magnetwerkstoff und der Windungszahl ebenfalls von geometrischen Größen wie der Querschnittsfläche und der Länge der Spule (mittlere Feldlinienlänge) ab. Dies sind nur einige Beispiele – bezogen auf das elektrische und das magnetische Feld – für Ähnlichkeiten, aber auch für Unterschiede, die zu einem tieferen Verständnis führen, wenn die Lernenden zu Analogiebetrachtungen angehalten werden.

## Umstrukturierung der Problemsituation

Um die vorstrukturierte Wahrnehmung/Einstellung geht es letztlich auch bei der aus der Gestaltpsychologie abgeleiteten Strategie, durch eine Umstrukturierung des Problems das Problem anders zu sehen und damit eher den Lösungsweg erkennen zu können. „Beim Lernen stellt sich demnach die Frage, wie sich ein lernendes Individuum einen Sachverhalt einsichtig machen kann. Für die Gestaltpsychologen geht es dabei darum, den *Wahrnehmungsraum* bzw. den wahrnehmbar gemachten *Problemraum* so neu zu gestalten oder, in gestaltpsychologischer Terminologie, so *umzustrukturieren*, dass eine neue Ganzheit, eine neue *Gestalt* entsteht.

Eine derart durch Einsicht entstandene neue Gestalt wird ‚gesehen‘, d. h., oft werden neue Zusammenhänge zwischen den ‚alten‘ Elementen ‚gesehen‘ (vgl. das Neun-Punkte-Problem) oder eben auch: Es wird ein Zusammenhang ‚eingesehen‘ (Einsicht)“ (Steiner, 2001, S. 194).

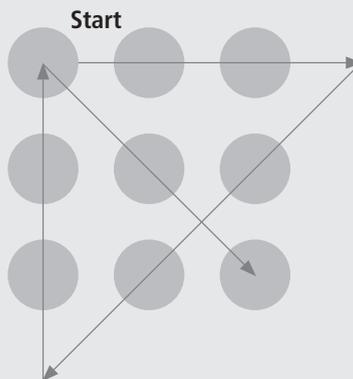
„Das Neun-Punkte-Problem kann als Beispiel dafür dienen, wie sich eine Einsicht einstellt, nachdem das Problem (und das ist das Kernstück des gestaltpsychologischen Ansatzes) *umstrukturiert* worden ist. Gegeben sind die folgenden neun Punkte:



„Verbinde die neun Punkte durch vier Geraden, ohne den Stift abzusetzen und so, dass *alle* Punkte auf einer dieser Geraden liegen!“

Wer sich im Lösen dieses Problems versucht, kann es erleben, dass bei seinen Lösungen immer einer der Punkte unberührt bleibt, dass demnach fünf Geraden nötig wären, um das Problem zu lösen. Das ist aber nicht richtig! Sobald die Aufgabe neu bzw. umstrukturiert wird, öffnet sich der Weg zur Lösung: „Niemand verbietet dir, mit deinen Geraden über die Ecken hinauszugehen!“ (Steiner, 2001, S. 193).

Lösung:



Die Strategie der Umstrukturierung wird in der Mathematik und in der Elektrotechnik z. T. systematisch angewendet. Systematisch angewendet heißt in diesem Zusammenhang, dass die vorzunehmenden Transformationen häufig in Form von Regeln oder Algorithmen vorgegeben werden.

Im Berufsfeld Elektrotechnik gibt es eine Vielzahl von berufstypischen Schaltungen (Reihen- und Parallelschaltung, Stern- und Dreieckschaltung, Brückenschaltung, T-Schaltung, Pi-Schaltung etc.), die eine festgelegte Struktur (Gestalt) aufweisen. Für zahlreiche Problemlösungen ist es erforderlich, eine Ersatzschaltung (z. B. Wheatstone-Brücke mit konstanter Speisespannung und Strommessgerät im Mittelzweig mit der Methode der Ersatzspannungsquelle berechnen) zu bestimmen oder Umwandlungen zwischen den berufstypischen Schaltungen vorzunehmen (z. B. Stern-Dreieck-Umwandlung), d. h., eine gegebene (Schaltungs-)Struktur muss in eine vorgegebene andere (Schaltungs-)Struktur transformiert werden. Die vorzunehmende Transformation wird i. d. R. durch Algorithmen vorgegeben. Die Transformation ist in diesem Fall keine gestaltpsychologische Umstrukturierungsleistung des Problemlösers, da die neue Gestalt vorgegeben ist und daher auch nicht eingesehen werden muss. Dennoch zeigt dies, dass die Strategie der Umstrukturierung des Problems nicht völlig außer Acht gelassen werden sollte und in dem o. g. Zusammenhang mit den Lernenden thematisiert werden sollte, sodass davon ein motivierender Effekt ausgeht und allgemeine Strategien nicht von vornherein als überflüssig angesehen werden.

Für die berufliche Aus- und Weiterbildung sinnvolle Hinweise in Form von heuristischen Regeln für eine pädagogische Begleitung des Problemlöseprozesses hat *Aebli* als Resümee seiner Auseinandersetzung mit diesem Thema vorgelegt.

Diese „Regeln“ antizipieren sehr gut die immer wieder gemachten Fehler im Problemlöseprozess und sollten als Hinweise/Findehilfen eingesetzt werden und somit helfen, Irrwege zu ersparen. In diesen Regeln sind – wie zu sehen ist – die meisten der oben genannten Strategien in fassbarer Form enthalten.

Regeln werden aber von Auszubildenden/Schülern nicht per se eingesetzt, dazu fehlen ihnen häufig die entsprechenden Voraussetzungen und Erfahrungen. Erst durch eine systematische Begleitung beim Regeleinsatz und durch ein Erleben des Nutzens der Regeleinhaltung können sie überzeugt werden.

## Heuristiken des Problemlösens

„Heuristiken sind ... keine harten Regeln. Ihre Anwendung führt nicht mit Sicherheit zur Problemlösung.<sup>12</sup> Sie nennen uns in relativ formaler Weise gewisse Prinzipien,

---

12 Der Unterschied zwischen einer Heuristik und einem Algorithmus besteht darin, dass die Lösung eines Problems garantiert wird, wenn der dazugehörige Algorithmus richtig angewendet wird. Algorithmen sind daher formale Verfahren bzw. formale Handlungsanweisungen mit Lösungsgarantie, wobei insbesondere in der angewandten Mathematik die Interpretation der ermittelten Lösung(en) noch durch den Problemlöser geleistet werden muss.

Haltungen, Suchrichtungen, die der Problemlöser mit Vorteil einhält. ... Wer über sie verfügt und die Regeln der Heuristik beachtet, ist ein besserer Problemlöser, als wer sie vernachlässigt“ (Aebli, 1981, S. 75).

*Aebli* hat dreizehn heuristische Regeln<sup>13</sup> des Problemlösens formuliert, die nachfolgend vorgestellt werden.

### **Erste Regel**

„Definiere die Schwierigkeit, fasse sie sprachlich, begrifflich, wenn du kannst, sonst vergegenwärtige sie dir in einer anschaulichen Form“ (Aebli, 1981, S. 75).

Die erste Regel spricht noch nicht von einem Problem, weil die definierte Schwierigkeit erst zum Problem, das dann noch zu lösen ist, führt. Im Problem ist die Schwierigkeit sozusagen objektiviert, und damit wird eine zielgerichtete, d. h. keine zufällige Überwindung ermöglicht (vgl. Aebli, 1981, S. 75).

Für die Auswahl und das Anbieten von berufsbezogenen, lebensnahen und altersgemäßen Problemen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung lässt sich daraus ableiten, dass die Schwierigkeiten nicht von vornherein durch die Lehrenden bzw. durch die Problempräsentation objektiviert werden dürfen. Diese Aussage erscheint völlig trivial, wobei bei der intensiveren Betrachtung von Lehrbüchern, Lehrmitteln, Ausbildungsmodellen etc. häufig zu beobachten ist, dass Lernchancen für die Lernenden verloren gehen, da die o. g. Vergegenwärtigung in einer anschaulichen Form beispielsweise durch eine mitgelieferte Problemskizze vorweggenommen ist.

### **Zweite Regel**

„Wenn sich die Schwierigkeit im alltäglichen Handeln und Erleben eingestellt hat, beginne damit, sie in der Sprache des Alltags zu fassen“ (Aebli, 1981, S. 75 f.).

„Über die alltagssprachliche Formulierung schafft der Problemlöser Beziehungen zu breiten Bereichen seiner Handlungs- und Denkmöglichkeiten. Das kann ihm in der Folge helfen, Lösungsideen abzurufen, die ihm innerhalb einer eingeschränkten und spezialisierten Sprache und der entsprechenden Denkschemata nicht zugänglich gewesen wären“ (Aebli, 1981, S. 76).

Eine derartige Beschreibung reicht häufig nicht aus, um ein Problem zu lösen, und daher wird die alltagssprachliche Formulierung in der folgenden Regel konkretisiert und damit das Alltagsdenken verlassen (vgl. Aebli, 1981, S. 76).

### **Dritte Regel**

„Formuliere das Problem mit Hilfe der schärfsten begrifflichen Mittel, die dir zur Verfügung stehen“ (Aebli, 1981, S. 76).

---

13 Eine zusammenfassende Übersicht der dreizehn heuristischen Regeln befindet sich im Kapitel 9.1.

Vielleicht hat sich dem Problemlöser das Problem von Anfang an so gestellt, und die Problemlösung beginnt mit der dritten Regel. Es gilt die *Daten* des Problems so zu erfassen, dass das angestrebte Ziel klarer gesehen werden kann. Die Klärung, ob eine Berechnung, eine Konstruktion, eine Fehlersuche, eine Ergänzung etc. das angestrebte Ziel ist, trägt möglicherweise schon zur klareren Sicht bei. Die Erfassung der Daten des Problems ist mehr als eine bloße Unterscheidung in „gegeben“ und „gesucht“. Die möglichen Zusammenhänge bzw. Beziehungen sind vorerst im Wissen des Problemlösers enthalten und müssen aktiviert werden, oder dieses Wissen muss sich der Problemlöser zur Lösung selbstständig aneignen (vgl. Aebli, 1981, S. 76 f.).

Die folgende Regel stellt in diesem Zusammenhang eine zwischenzeitliche Standortbestimmung dar, sozusagen eine Zwischenreflexion der bisherigen Gedanken. Der Problemlöser stellt sich selbstkritisch die Frage, ob er sich wirklich den bestmöglichen Überblick über die Gegebenheiten des Problems verschafft hat.

#### **Vierte Regel**

„Verschaffe dir den bestmöglichen Überblick über die Gegebenheiten des Problems!“ (Aebli, 1981, S. 77).

Indem sich der Problemlöser die Daten des Problems vergegenwärtigt, wird ihm auch bewusst, welchen *Problemtyp* er bewältigen muss. Mit der Identifikation von lückenhaften Gegebenheiten, widersprüchlichen Strukturen, vereinfachungsfähigen Strukturen etc. (siehe dazu Kapitel 2.6) setzt schon der Prozess des Problemlösens ein (vgl. Aebli, 1981, S. 77).

#### **Fünfte Regel**

„Kennzeichne das Problem!“ (Aebli, 1981, S. 77).

Hier geht es um die exakte Erfassung der Problemstruktur, wobei *Aebli* betont, dass reine Problemtypen einfacher zu identifizieren und zu behandeln sind. Die berufliche Realität besteht häufig aus Problemen, die eine Kombination aus den vorgestellten Problemtypen darstellen und die Grundstruktur der komplizierten Problemlage verdunkeln. *Aebli* stellt jedoch deutlich heraus, dass letztendlich die Kategorisierung des Problems nicht das Wichtige sei, sondern die konkrete spezifische Erfassung der Lücke, des Widerspruchs, der Komplikation (vgl. Aebli, 1981, S. 77 f.).

#### **Sechste Regel**

„Suche die geeignete Repräsentation für das Problem!“ (Aebli, 1981, S. 78).

Bei vielen zu lösenden Problemen geht es zuerst einmal darum, die Aufgabenstellung in diejenige Repräsentationsform für sich selbst umzuwandeln, d. h., dasjenige Medium zu nutzen, in dem die Lösung am besten gelingen kann. „Vielen Problem-

lösungen ist also eine allgemeinere Aufgabe vorgeordnet: eine geeignete Repräsentation für das Problem zu finden. Sie soll so beschaffen sein, daß die wesentlichen Beziehungen, die sich im Prozeß des Problemlösens allmählich abzeichnen und die in der Folge immer prägnanter gefaßt werden, deutlich zum Ausdruck kommen“ (Aebli, 1981, S. 71).

### Repräsentationsformen

- symbolische (sprachliche, d. h. insgesamt die Ebene der Zeichen),
- ikonische (anschaulich-bildhafte Ebene),
- enaktive (Ebene des innerlichen Handelns).

Es geht darum zu lernen, dass durch Transformationen der strukturellen Gegebenheiten in einen anderen Repräsentationsmodus (z. B. vom symbolisch-sprachlichen in einen bildhaft-ikonischen Modus) im Sinne von *Bruner* neue Erkenntnisse erworben („gesehen“) werden können, die einer Problemlösung förderlich sind.

### Aufgabenstellung

Die Giebelseite eines Fachwerkhauses ist ein rechtwinkliges Dreieck, das durch Holzbalken begrenzt wird. Der Horizontalbalken hat die lichte Länge von 12 m, und der Vertikalbalken hat die lichte Länge von 16 m. In die Giebelseite soll ein rechteckiges Fenster mit größtmöglicher Fläche eingesetzt werden. Welche Abmessungen hat das Fenster?

Zur Lösung dieser Problemstellung reicht eine symbolische Repräsentation nicht aus. Zur Problemlösung ist es notwendig, die symbolische Repräsentation in eine anschaulich-bildhafte Repräsentation zu transformieren. Im vorliegenden Fall ist dies durch das Anfertigen einer Skizze möglich. Die Skizze der Ausgangssituation, die das zu berechnende rechteckige Fenster beinhaltet, führt zu neuen Erkenntnissen (z. B. die Lage des Fensters), die ohne eine Skizze nicht unmittelbar vom Problemlöser gesehen werden.

Die geeignete Repräsentation des Problems ermöglicht dem Problemlöser eine weitere Präzisierung, und dies führt zu der siebten Regel.

### Siebte Regel

„Präzisiere deine Frage!“ (Aebli, 1981, S. 79). Mit der genauen, d. h. treffenden Frage können eher die Lösungsmöglichkeiten am Horizont auftauchen.

### **Achte Regel**

„Arbeite nicht nur vom Gegebenen zum Gesuchten vorwärts, sondern ebenso vom Gesuchten zum Gegebenen rückwärts“ (Aebli, 1981, S. 79).

Für *Aebli* ist dies die wichtigste Heuristik zur Problemlösung von Interpolations- und Gestaltungsproblemen (siehe dazu Kapitel 2.6 und Aebli, 1981, S. 79). Diese Auffassung ist vor dem Hintergrund plausibel, dass bei Interpolations- und Gestaltungsproblemen der Endzustand bzw. das Endprodukt feststeht und daher eine Auseinandersetzung mit dem Ziel unter Umständen Erkenntnisse fördert, die Lösungsmittel und die Konstruktion der Lösung initiieren.

### **Neunte Regel**

„Prüfe den Fortschritt deiner Lösung!“ (Aebli, 1981, S. 79).

Diese Regel und die folgende Regel erfordern die Vorarbeit, den bisher beschrittenen Lösungsweg und die damit zusammenhängenden Denkstrukturen zu dokumentieren. Der Problemlöser behält durch die Dokumentation den Gesamtüberblick, und die zwischenzeitliche Standortbestimmung verhindert, dass der Problemlöser sich im Problemlösen verliert (vgl. Aebli, 1981, S. 79).

### **Zehnte Regel**

„Geh auf Holzwegen nur so weit als nötig zurück!“ (Aebli, 1981, S. 79).

Lernende neigen dazu, einen Lösungsweg völlig zu verwerfen, wenn sie nicht gleich zum Ziel gelangen. In manchen Fällen ist es sicherlich richtig, sich vom falschen Weg zu befreien und neue Gedanken zu fassen. Häufig sind allerdings eingeschlagene Wege nicht völlig falsch, sie sind aber noch nicht ganz richtig, und eine Fehlerkorrektur führt zum Ziel. In diesem Sinne zielt die Regel darauf ab, nicht jedes Mal mit der Problemlösung neu zu beginnen, sondern an der letzten richtigen Stelle des Lösungsweges anzuknüpfen.

### **Elfte Regel**

„Benutze alle Daten!“ (Aebli, 1981, S. 80).

Gegen das Nichtbenutzen wichtiger Daten richtet sich die Forderung, dass der Problemlöser sich seines eigenen Tuns bewusst wird und nicht gedankenlos handelt. Hinter dieser Aufforderung verbirgt sich jedoch auch die Tatsache, dass dem Problemlöser bekannt sein muss, welche Daten wichtig sind, da sonst die Regel auch irreführend sein kann. Beispielsweise wenn vereinfachungsfähige Strukturen oder Probleme mit unnötiger Komplikation vorliegen.

### Zwölfte Regel

„Wenn du die Aufgabe nicht lösen kannst, suche eine verwandte Aufgabe! Suche eine speziellere Aufgabe! Oder: Suche eine allgemeinere Aufgabe!“ (Aebli, 1981, S. 81).

„Es geht ... um den *Transfer* eines Lösungsprinzips, um die Nutzung unseres vorhandenen Wissens“ (Aebli, 1981, S. 81).

### Dreizehnte Regel

„Wenn du ein Problem gelöst hast, gehe nicht zur Tagesordnung über, sondern blicke auf die Problemlösung zurück und versuche, aus ihr zu lernen“ (Aebli, 1981, S. 81).

Das Durchdenken aller Phasen der Problemlösung lässt uns noch einmal den durchschrittenen Weg reflektieren und – das ist besonders wichtig – daraus vorhandene allgemeingültige Strategien ableiten und damit einen Transferwert schaffen.

Es ist schon hervorgehoben worden, dass Lernende nicht per se Regeln einsetzen, sondern eine systematische Begleitung beim Einsatz von Regeln und ein Erleben des Nutzens der Regeleinhaltung notwendig sind. In diesem Zusammenhang können die Regeln nicht nur als Heuristiken der Problemlösung angesehen werden, sondern sie können z. T. auch als Heuristiken für die Gestaltung von Lernarrangements und Lehrhandlungen Haltungen und Prinzipien verdeutlichen, die der Lehrende beachten sollte.

Die Vermittlung neuer Regeln des Problemlösens gelingt nicht ohne die bewusste Verarbeitung der vorhandenen, in der Regel unbewussten Gewohnheiten (vgl. Aebli, 1985, S. 629 f.).

Mit dem Einsatz von Heuristiken allgemeiner Art bei der Bewältigung von komplexen Problemen werden Verhalten bzw. Vorgehensweisen trainiert, die gerade bezüglich der Einstellung gegenüber schwierigen Handlungssituationen sehr hilfreich sein können. Berufliche Problemsituationen sind aber häufig kontextgebunden und erfordern daher zur Problemlösung bereichsspezifische Strategien.

## 2.5 Bereichsspezifische Problemlösestrategien

Expertenhandeln basiert auf einem hohen einschlägigen Wissen, welches gut strukturiert, vernetzt und flexibel abrufbar ist und durch den Einsatz adäquater bereichsspezifischer Strategien gekennzeichnet ist. In der Regel wird zwar die Basis erfolgreichen beruflichen Handelns in der Erstausbildung gelegt, doch erst mit einer längeren Erfahrung im Arbeitsfeld kann sich ein Novize das Erfahrungswissen und -handeln eines Experten aneignen. Dass dies nicht per se gelingt, zeigen viele Un-

tersuchungen über Störungsmanagement und Diagnosekompetenz in komplexen technischen Systemen.

### **Welche kognitiven Anforderungen entstehen bei der Arbeit mit komplexen Systemen?**

„(a) Komplexe Systeme konfrontieren den Menschen mit großen Informationsmengen, u. a. wegen der Vielzahl an Komponenten solcher Systeme. (b) Komplexe Systeme sind für die sie bedienenden Menschen weitgehend intransparent; d. h., man kann die Systeme nicht vollständig ‚einsehen‘. Viele Komponenten sowie deren materielle, funktionale und informationelle Verknüpfungen bleiben zeitweise oder immer nur vage oder gar nicht bekannt. (c) Komplexe Systeme sind vernetzt; d. h., die Komponenten des Systems interagieren auf vielfältige Weise miteinander. ... (d) Die Dynamik komplexer Systeme gilt als ein weiteres wichtiges Merkmal. Der Zustand des Systems verändert sich in der Zeit, d. h. auch ohne Eingriffe von außen. Das wiederum heißt, daß die Auswirkungen von Inputs in das System stets mit den Effekten der Eigendynamik des Systems interagieren, daß aktuellen Zuständen spezifische Entwicklungen vorausgehen und daß diese sich fortsetzen werden“ (Kluwe, 1997, S. 14).

Um mit dieser hohen Informationslast umgehen zu können, entwickeln diejenigen, die mit solchen Systemen umgehen müssen, sei es in der Energiewirtschaft, in Produktions- und Fertigungsanlagen oder in der Transportwirtschaft, bereichsspezifische Strategien. Bei *Kluwe* werden einige benannt: „(a) Die Unterscheidung zwischen wichtigen und unwichtigen Systemkomponenten. (b) Die Zusammenfassung von Komponenten eines Systems zu neuen Einheiten, d. h. die Verdichtung von Informationen. ... Dies kann durch die Bildung von Kategorien geschehen, d. h. durch die Zusammenfassung von Systemkomponenten aufgrund gemeinsamer Merkmale zu Klassen. Eine andere Möglichkeit ist die Bildung von Chunks ... Chunk-Bildung ist ein zentrales Merkmal von Experten, d. h. von erfahrenen Operateuren“ (Kluwe, 1997, S. 15).

Eine weitere Strategie ist es, besonders auf die Vernetzung zu achten und spezifische Vernetzungsmuster zu identifizieren. „Der Vernetztheit entspricht auch die Forderung nach einem Denken in Kausalnetzen, an Stelle von Kausalketten. ...

Geringe Transparenz impliziert, daß sich ein Operateur gewahr sein muß, daß seine Abbildung der Problemsituation unvollständig ist, weil ein Teil der Komponenten und Zusammenhänge gar nicht oder nur ungefähr bekannt ist. In spezifischen Kontroll- und Steuerungssituationen wird dies vom Operateur den Einsatz von Strategien zur Gewinnung von Information (Diagnose-Strategien) verlangen, d. h. Methoden, um durch geeignete Eingriffe Information über Zustände und Verhalten von

spezifischen Systemkomponenten oder Teilsystemen und von Prozeßmerkmalen zu erhalten“ (Kluwe, 1997, S. 15).

Vor allem betont *Kluwe* die Wichtigkeit, sich ein mentales Modell, d. h. eine interne Repräsentation des Systems und der jeweiligen Steuerungsaufgabe, zu schaffen. „Man kann ein mentales Modell als kohärente Wissenskonfiguration bezüglich eines Sachverhalts auffassen. Es ist nicht notwendig, eine vollständige, zutreffende interne Abbildung zu entwickeln; mentale Modelle stellen eher vereinfachende interne Modelle des jeweiligen komplexen Systems dar“ (Kluwe, 1997, S. 18).

Er weist darauf hin, dass es wichtig sei, den Aufbau mentaler Modelle nicht dem Zufall zu überlassen, und empfiehlt im Aus- und Weiterbildungsprozess darauf zu achten, dass bei den Lernenden ein mentales Modell ausgebildet wird, das in angemessener Weise die zu bewältigenden Kontroll- und Steuerungssysteme abbildet.

Eine Bestätigung der Relevanz solcher besonderen Vorgehensweisen wird durch eine empirische Untersuchung über das Störungsmanagement von *Bergmann/Wiedemann* geliefert. Sie kommen zu dem Schluss, „daß bessere Diagnoseleistungen nicht einfach mit einem größeren Umfang an Wissen in Zusammenhang stehen, sondern daß unterschiedlichen Leistungen qualitativ anderes Wissen zugrunde liegt, z. B. eine bessere Kategorisierung in relevantes und irrelevantes. Das stimmt überein mit dem, was Experten bei der Steuerung komplexer Systeme auszeichnet, die ebenfalls mit komplexen, unscharfen Systemen umgehen müssen:

1. Es ist nicht notwendig, Wissen über das gesamte System zu besitzen.
2. Es kommt darauf an, zielrelevantes Wissen zu besitzen“

(Bergmann/Wiedemann, 1997, S. 133).

Besonders interessant an dieser Untersuchung war das Ergebnis bezüglich der Leistungsfähigkeit von Auszubildenden: Nahezu alle hatten Schwierigkeiten bei der Diagnose einer neuartigen Störungssituation und waren nicht in der Lage, selbstständig die Störungsursache zu bestimmen. Die Schlussfolgerung der Autoren, dass offensichtlich die Ausbildungskonzeptionen ungenügend auf die Berufsaufgabe Störungsdiagnose vorbereiten, wird wohl auch heute noch, d. h. mehr als zehn Jahre später, zutreffen (vgl. *Bergmann/Wiedemann*, 1997, S. 130 f.).

Wir stehen erst am Anfang eines Paradigmenwechsels sowohl in der Zielsetzung des Lehrens als auch der des Lernens: Nicht die Instruktion und die Reproduktion bringen die benötigte Handlungskompetenz, und dies gilt auch und vor allem bei schwierigen und unvorhergesehen Problemen, sondern nur das wohlgeordnete, vernetzte und flexibel anwendbare Fachwissen, die erworbenen bereichsspezifischen Strategien sowie eine positive Einstellung zum Lernen und Problemlösen verbunden mit einem entsprechenden Handlungsrepertoire.

Zu Letzterem gehört die Herangehensweise an die zu lösenden Probleme, ob im Alltag oder im Beruf. Hier gilt es, sich zunächst einmal über die Art der Probleme Klarheit zu verschaffen, um dann erst Wissen und Strategien abzurufen.

## 2.6 Um welche Art von Problem handelt es sich?

Vor allem *Aebli* hat sich damit auseinandergesetzt, dass Probleme in eine Kategorisierung gebracht werden können, aus denen dann auch Anforderungen oder Probleme an ein bzw. im Handeln resultieren.

Situationen/Aufgaben, die wir in ihrer Gesamtheit nicht erfassen oder verstehen und allein deshalb Schwierigkeiten haben, einen systematischen vollständigen Handlungsplan vorzubereiten, charakterisiert er nach Art der Schwierigkeiten in bestimmte Problemtypen. Der erste Problemtyp ist durch fragmentarische Strukturen charakterisiert, d. h., dass wir bei dem Problemlöseplan auf Lücken stoßen, die die Gestaltung oder den Lösungsweg speziell betreffen.

### Fragmentarische Strukturen

Das „kann für unser Bild eines Ausschnittes der Wirklichkeit gelten, für das Bild, das wir uns von einer Handlung, einem Vorgang, einem Gegenstand, einer Situation als einem Gefüge von Gegenständen zu machen vermögen. Wenn unser Bild der Gestalt fragmentarisch ist, verstehen wir sie auch schlecht; unsere Deutung ist unbefriedigend“ (*Aebli*, 1981, S. 19). *Aebli* spricht deshalb auch von Verstehensproblemen.

Bei dieser Ausgangslage kann kaum ein angemessener Handlungsplan herauskommen.

„Wenn ein Plan der praktischen Handlung lückenhaft ist, so kommen wir nicht mehr weiter, wenn wir auf die Lücke stoßen. So die Versuchspersonen *MAIERS* (1931), die zwei von der Decke hängende Schnüre mit ihren Enden zusammenknüpfen sollen: Sie haben die eine Schnur gefasst, bewegen sich auf die andere zu und entdecken, dass die Spannweite ihrer Arme nicht ausreicht, um die andere Schnur zu erreichen. Der Handlungsplan ist an diesem Punkt unterbrochen, und sie müssen eine Mittelhandlung, ein Verfahren erfinden, um die Lücke, die auch eine räumliche ist, zu überbrücken. Mögliche Lösungen sind: Die andere Schnur an eine Stuhllehne binden und den Stuhl so weit wie möglich in der Richtung der ersten Schnur bewegen oder, wenn kein Stuhl vorhanden ist, einen schweren Gegenstand, z. B. eine Schere, an das Ende der zweiten Schnur binden, sie in eine Pendelbewegung versetzen, die erste Schnur fassen und die zweite auffangen, wenn sie einem entgegenschwingt“ (*Aebli*, 1981, S. 19).

Situationen, in denen praktische Handlungen unterbrochen werden, treten auch im Berufsalltag auf. Die „Lücke“ entsteht einerseits dadurch, dass die Planung häufig nicht sorgfältig genug durchgeführt wird. Andererseits erlaubt der Termindruck nicht immer eine Planung bis ins letzte Detail, und weiterhin können auch unvorhergesehene Ereignisse eintreten, die eine Improvisation erfordern.

Problem mit Lücke: Ziel ist klar definiert, Wege dorthin bzw. die Mittel sind unvollständig.

Die Aufgabe ist, auf einer Baustelle 2 Haken in einem Abstand von 3,5 m voneinander an einer Wand zu befestigen. Die Haken sollen waagrecht und nivelliert angebracht werden.

Zieldefinition: Abstand = 3,5 m, wasserwaagengerechte Befestigung.

Problem: Zu kurze Wasserwaage (diese ist nur 1 m lang), das passende Richtscheit wurde in der Werkstatt vergessen.

Lösungsmöglichkeit: Eine lange und gerade Latte wird gesucht, an der die kurze Wasserwaage befestigt werden kann. So kann das lotrechte Messen der kurzen Wasserwaage auf die lange Latte übertragen werden.

Diese Situation ist fast typisch für jegliche Montagetätigkeit, zumindest kommt es häufig vor, dass bei dem Einsatz zur Montagearbeit kreative Problemlösungen gefunden werden müssen.

Für den Problemlöser und für den Anleiter/Pädagogen folgt daraus, dass in diesem Fall die Erfassung der Aufgabe in all ihren Details zugunsten voreiliger Lösungsversuche im Vordergrund stehen muss. So stellt sich auch bei bruchstückhaften Texten die Aufgabe, diese Bruchstücke zu verknüpfen und in einen größeren Zusammenhang einzuordnen.

In den o. g. Beispielen „lag ein relativ zusammenhängender Handlungs- oder Operationsplan vor. Wenn auch schematisch, so sah der Problemlöser doch den zu beschreitenden Weg als zusammenhängenden Ablauf vor sich. Nur die Durchführung im einzelnen ließ ihn auf eine Lücke stoßen. Durch deren Überbrückung wurde die Handlung erfolgreich zu Ende geführt“ (Aebli, 1981, S. 20). *Dörner* bezeichnet derartige Problemlösungen als Interpolation und das entsprechende Problem als Interpolationsproblem.

„*Interpolationsprobleme* des Handelns und Operierens unterscheiden sich von den Gestaltungsproblemen nur durch ihren Ausgangspunkt: Dieser ist selbst strukturiert, und zwar auf dem Niveau der Problemlösung. (Auch die Materialien eines Gestaltungsproblems sind natürlich strukturiert, aber auf einer tieferen Ebene.)“ (Aebli, 1981, S. 39).

Bei Interpolationsproblemen liegen sowohl Ausgangssituation als auch gewünschter Endzustand fest, bei der Durchführung der Lösung stößt man jedoch auf Lücken, die man für eine erfolgreiche Operation überbrücken muss. Bildlich gesprochen: Von zwei gesicherten Polen aus muss der Brückenbau in Angriff genommen werden (vgl. Aebli, 1981, S. 20).

Bei den Gestaltungsproblemen liegt der Fall anders: Hier liegt zwar auch das Endprodukt, die Lösung fest, aber nur in schematischer Form, d. h., die Details muss der Problemlöser selbst gestalten.

Im IT-Bereich werden Fachkräfte z. B. mit Gestaltungsproblemen konfrontiert, wenn sie eine Homepage bzw. einen Internetauftritt erstellen sollen. Der Kunde liefert meistens den Inhalt der Seiten in Form von Texten, Grafiken, Fotos etc. und möchte, dass diese Inhalte möglichst werbewirksam und repräsentativ im Internet dargestellt werden. Konkrete Vorstellungen, wie das Endprodukt aussehen soll bzw. wie die Realisierung erfolgen soll, bestehen seitens der Kunden i. d. R. nicht. Die Gestaltung der Seiten durch die IT-Fachkraft beschränkt sich hierbei nicht nur auf gestalterische Elemente wie z. B. Farben, Schriftart, Formatierung, Frameleiste etc., sondern die Benutzerführung, die Verlinkung der Seiten, der logische und hierarchische Aufbau (Hauptseite, Hauptpunkte sowie untergeordnete Punkte, Beziehungen in Form von Verweisen etc.) sind Details, die die IT-Fachkraft ausarbeitet bzw. festlegt und gegenüber dem Kunden plausibel begründet.

Gestaltungsprobleme beschränken sich nicht auf den IT-Bereich, sondern mit derartigen Problemen werden Facharbeiter in anderen Berufsfeldern ebenfalls konfrontiert. Eine Besonderheit des IT-Bereichs liegt allerdings unter Umständen darin, dass die Klärung des angestrebten Ziels im Fachmann-Kunden-Gespräch schwieriger als in anderen Bereichen ist. Im nachfolgenden Beispiel liegt auch ein Gestaltungsproblem vor, jedoch ist die Funktionsweise und das Aussehen des Einbauschranks nicht so abstrakt wie zahlreiche Inhalte im IT-Bereich.

Gestaltungsproblem: Ziel ist unklar bzw. nebulös, zu geringe Vorgaben an die Ausführung und Maße.

Ein Kunde möchte einen Einbauschränk für sein Badezimmer gefertigt bekommen und sagt zum Tischler: „Machen Sie mal!“

Das Risiko ist groß, dass dem Kunden bestimmte Detaillösungen nicht gefallen, angefangen von der Art des Türanschlags bis hin zur Aufteilung der Regalfächer, auch wenn schon minimale Vorgaben durch die Maße (es handelt sich um einen Einbauschränk) und die Funktion bzw. den Einbauort bestehen.

So werden mit „Badezimmer“ helle Farbtöne verbunden bzw. müssen zwangsläufig schon bestehende Möbel oder Farben die Gestaltung des neuen Möbelstücks beeinflussen. Die Problemlösung für den Handwerker besteht darin, dem Kunden verschiedene Detaillösungen vor der eigentlichen Fertigung anzubieten und Vor- sowie Nachteile der jeweiligen Lösungen gegeneinander abzuwägen.

Um einen ganz anderen Problemtyp handelt es sich, wenn widersprüchliche Strukturen oder Widersprüche existieren.

### **Widersprüchliche Strukturen oder Probleme mit Widerspruch**

Durch eine unterschiedliche Wahrnehmung der Wirklichkeit kann es zu sich widersprechenden Aussagen kommen. Problemlösen als einfacher Akt der Wahrheitsfindung wird hier in vielen Fällen nicht möglich sein, da ja verschiedene Wahrnehmungen der Wirklichkeit sich gegenüberstehen und nicht Wahrnehmung und Wirklichkeit. „Die Auflösung von Widersprüchen erfordert daher in vielen Fällen Prozesse des Problemlösens, die mehr sind als ein empirisches Feststellen der wahren Aussage“ (Aebli, 1981, S. 24).

So gibt es in der Politik häufig Probleme zu lösen, die schon durch sich widersprechende Zielsetzungen nicht lösbar sind: Niedrige Sozialversicherungsbeiträge, Begrenzung der Beitragszahler auf bestimmte Bevölkerungsgruppen und die Garantie auf eine den Lebensstandard absichernde Rente für alle ist so ein Beispiel!

Einfacher liegt der Fall, wenn sich Handlungsziele „nur“ dadurch widersprechen, dass sie nicht gleichzeitig zu realisieren sind. Hier gilt es, die Art des Widerspruchs zu erkennen und die Ziele in einer logischen und zeitlichen Abfolge zu realisieren.

Wenn sich jedoch Ziele/Handlungen grundsätzlich ausschließen, geht es nur um die Wahl einer der beiden Alternativen: „Man kann das Brötchen nicht behalten und essen, und man kann kein treuer Ehegatte sein und eine Geliebte halten. ... In ihrem Wesen widersprüchliche Haltungen können nur durch ganzen oder teilweisen Verzicht auf eine der beiden Alternativen gelöst werden. Hier ist kein Problemlösen im kognitiven Sinn des Wortes nötig, auch wenn die notwendige Anstrengung und Überwindung ähnlich groß sein mag“ (Aebli, 1981, S. 25).

Kognitiv anspruchsvoller sind jedoch Widersprüche, bei denen die Lösung gegensätzliche Auswirkungen hat. *Aebli* führt hier das Beispiel des Umgangs mit einem Fehler an: „Der Bekenner riskiert, gerügt oder bestraft zu werden. Auf der anderen Seite bringt er durch das Bekennen die Sache in Ordnung und hat in Folge kein Entdecktwerden zu befürchten. Hier handelt es sich häufig darum, die unmittelbaren Nachteile und die entfernteren Vorteile gegeneinander abzuwägen und das zu

tun, was auf lange Sicht richtig oder vorteilhaft ist. Die problemlösende Leistung ist also eine solche des *Abwägens der Konsequenzen*. Das sind Optimierungsprobleme: Das tun, was in der Summe vorteilhafter ist, dort, wo Vorteil und Nachteil notwendig resultieren, einen Kurs steuern, der die Vorteile maximiert und die Nachteile minimiert“ (Aebli, 1981, S. 25).

Beispiele hierfür sind auch sogenannte Optimierungsprobleme in Wirtschaft, Verwaltung und Technik. Diese Probleme haben mit der rasanten Entwicklung der EDV, die es ermöglicht, immer größere Datenbestände in immer kürzerer Zeit zu verarbeiten, an Bedeutung gewonnen. Optimal bedeutet hier nicht dasselbe wie extremal, sondern vielmehr „extremal unter gewissen Bedingungen“. Ein Unternehmen, das zwei Produkte herstellt, möchte z. B. ermitteln, wie viele Mengeneinheiten zu produzieren sind, damit bei gegebenen Verkaufspreisen der Gewinn möglichst groß wird. Die Produktionsmöglichkeiten werden dabei aber durch Kapazitätsgrenzen, Finanzierungsengpässe oder Absatzbedingungen eingeschränkt (vgl. Schöwe/Knapp/Borgmann, 1998, S. 192). Ein Widerspruch könnte z. B. darin bestehen, dass die Kapazitätsgrenzen durch Überstunden der Belegschaft ausgedehnt werden sollen, womit jedoch die Lohnkosten steigen und infolgedessen der Gewinn sinkt. Hier ist es vordringlich notwendig, die Natur des Konflikts<sup>14</sup>, des Problems zu verstehen, d. h., zuerst einmal eine *Konfliktanalyse* zu betreiben. Dazu gehört, auch eher unbewusst vorhandene Konflikte bewusst und damit transparent zu machen.

Als einen dritten Problemtyp bezeichnet *Aebli* Probleme, die überflüssige Informationen haben oder/und durch Wiederholungen wenig transparent sind.

### **Vereinfachungsfähige Strukturen oder Probleme mit unnötiger Komplikation**

Komplexe Probleme haben auch komplexe Strukturen, und ein Versuch der Vereinfachung wird zu einer Veränderung der Problemstellung und damit zu einem falschen oder unzureichenden Lösungsweg führen. Es gibt aber auch unnötige Komplikationen bei Problemen, und diese sind zu erkennen und zu beseitigen! Es kann sich dabei um Redundanzen, d. h. um Wiederholungen, handeln, die die wesentlichen Strukturen unnötig „verdunkeln“. „Die Redundanz der Aussage ist damit der Feind der Evidenz und der Klarheit“ (Aebli, 1981, S. 33).

Es geht aber auch um akzidentelle Elemente: „Akzidentelle Handlungselemente [aber auch Textaussagen in einer Problemstellung] sind für den Erfolg der Handlung unwesentlich, Elemente, ohne die es ebenso gut geht“ (Aebli, 1981, S. 33). „Sie zu entfernen, bedeutet häufig Problemlösen, und dies in einem doppelten Sinn:

---

14 In diesem Kontext wird auch die Terminologie kognitiver Konflikt verwendet. Der individuelle innerliche Widerspruch (z. B. glaubwürdig – unglaubwürdig) kann motivierenden Einfluss haben.

Redundanz und Akzidens<sup>15</sup> müssen erkannt und sie müssen beseitigt werden“ (Aebli, 1981, S. 30).

### Wie stellt man nun innerhalb von Handlungsabläufen Wiederholungen fest?

*Aebli* schlägt dazu vor, über die Ergebnisse Buch zu führen und bei Texten zu dem Hilfsmittel von Indizes oder ähnlichen klassifikatorischen Maßnahmen zu greifen. Allerdings: „Die Sache wird schwieriger, wo Elemente hoher Komplexität vorliegen, die ineinander verschachtelt sind“ (Aebli, 1981, S. 32).

Für das Finden des wesentlichen Beziehungsgefüges, also der Strukturvereinfachung, gibt es bei *Aebli* allerdings keinen Verfahrensvorschlag, der als Werkzeug den Lernern abstrakt vermittelt werden könnte. Wesentliches von Unwesentlichem zu trennen kann nur auf der Basis eines profunden Fachwissens und wahrscheinlich einer gewissen Erfahrung gelingen.

Eine sorgfältige Analyse des zu bearbeitenden Problems ist allerdings bei den Lernern eine eher ungeliebte Vorarbeit. Sie ist deshalb gemeinsam mit dem Lehrer/Ausbilder zu trainieren, bis sie zur Gewohnheit wird, denn das erforderliche Problemlösen ist nur vor dem Hintergrund einer klaren Sicht der wesentlichen Beziehungen möglich. Auch für eine geforderte Darstellung in einem schriftlichen Text, in einer Grafik etc. gilt: „... die Leistung dieser Problemlösungen besteht in der Regel gerade darin, überhaupt zu erkennen, was man eigentlich tun oder sagen will“ (Aebli, 1981, S. 33).

## 2.7 Welche Probleme kann es beim Transfer der erlernten Problemlösestrategien geben?

### Was läuft beim Transfer<sup>16</sup> ab?

„Transfer bedeutet die Nutzung von früher gelerntem Wissen im Hinblick auf neue Inhalte oder neue Situationen“ (Steiner, 2001, S. 195). Ein erfolgreicher Transfer reduziert den zeitlichen Aufwand und vor allem die Schwierigkeit des Problemlöseprozesses.

Einen Aspekt betont *Steiner* besonders, auf den sich die folgenden Ausführungen beziehen: „**Dort, wo etwas nicht sehr solide gelernt und eingeübt worden ist, gibt es auch nichts zu transferieren!**“ [Herv. d. Verf.] (Steiner, 2001, S. 196).

<sup>15</sup> Akzidens: nicht der Essenz zugehörig; das, was einer Sache nicht wesentlich zukommt; Unwesentliches.

<sup>16</sup> Die Frage, wie aus der Arbeit mit Lösungsbeispielen Transferwissen angeeignet werden kann, behandeln wir ausführlich in dem Kapitel 8.

Das bezieht sich auf das notwendige Fachwissen, aber auch auf die darüber hinaus notwendigen Strategien wie z. B. die Anwendung der Regeln von *Aebli*. Bei Aufgaben des gleichen Typs gibt es – so die Ausgangshypothese der Transferforscher – Ähnlichkeiten oder Analogien, „die es zu erkennen [und damit auch zu transferieren] gilt, damit die Zielaufgabe gelöst werden kann“ (Steiner, 2001, S. 196).

Einige Transferforscher gehen nun davon aus, „dass Wissenstransfer von einer Basis- auf eine Zielaufgabe vier Stufen durchschreitet:

1. die Stufe des *Kodierens*<sup>17</sup> der Aufgabenmerkmale,
2. die Stufe des *Abrufens* ‚alter‘ Informationen aus einer Basisaufgabe,
3. die Stufe des *Auswählens* und *Abbildens* von möglicherweise brauchbarem Wissen auf die Gegebenheiten der Zielaufgabe und
4. die Stufe des *Abstrahierens* von Strukturen, die den Aufgaben gemeinsam sind bzw. die Stufe der *Wissensintegration*“ (Steiner, 2001, S. 196).

Dass eine einfache Anwendung dieser Stufenfolge möglich ist und zum Erfolg führt, bezweifelt *Steiner*<sup>18</sup>: „Es ist oft ein typisches Merkmal einer Problemlösesituation, dass der Problemlöser eben gerade *keine* Analogien in der ‚alten‘ Basisaufgabe erkennen kann, ja dass er aufgrund der neuen Aufgabenstellung nicht einmal weiß, nach welchen allfälligen Analogien er suchen soll“ (Steiner, 2001, S. 197).

Warum es so schwer ist, den Kern oder die allgemeine Struktur eines Problems zu erkennen, kann mit der Theorie der situierten Kognition oder des situierten Lernens erklärt werden: „Jede Konstruktion von Wissensstrukturen ist situiert, d. h., sie erfolgt in einem bestimmten *sozialen* wie auch *inhaltlichen Kontext*, ist also ... ‚kontextualisiert‘. ... Ein Lerntransfer erfolgt dann, wenn entweder der Kontext für das Erlernen des neuen Inhalts derselbe ist wie der alte (oder zumindest ein sehr ähnlicher – man spricht dann ‚von nahem Transfer‘ ...); oder aber wenn die Wissensstrukturen beim Erlernen der neuen Inhalte ‚dekontextualisiert‘, d. h. aus dem früheren Kontext herausgelöst werden, also *abstrahiert* sind und dann auf die neue Situation oder die neue Aufgabe übertragen werden können. Ein solcher Abstraktionsschritt erfordert aber einen erheblichen Aufwand, den ein Lernender im Allgemeinen *ohne fremde Hilfe nicht leisten kann*“ (Steiner, 2001, S. 198).

---

17 Der Begriff Kodierung wird in der Psychologie in unterschiedlichen Bedeutungen genutzt. Hier wird Kodierung als Informationsverarbeitung der Aufgabe im Sinne einer Strukturierung verstanden.

18 Er führt noch weitere Kritikpunkte an, die in diesem Zusammenhang nicht so bedeutsam sind.

## Wie kann das Herauslösen aus den gelernten Strukturen gelingen?

Eine Möglichkeit ist, mit dem zu erlernenden Inhalt auch die Bedingungen zu betrachten, innerhalb derer ein Inhalt seine Anwendbarkeit, aber auch seine Anwendungsgrenzen hat.

Mit dem Erlernen eines Inhalts muss auch seine Brauchbarkeit im Blick auf ganz bestimmte Ziele oder Absichten gelernt werden! „Als Lerner kann man dieser Ansicht durchaus nachkommen, indem man sich selbst systematisch fragt: ‚Wo kann *ich* dieses Wissen sonst noch brauchen?‘“ (Steiner, 2001, S. 198).

Als eine weitere Voraussetzung für einen erfolgreichen Transfer wird von *Steiner* die Konstruktion eines Situationsmodells angegeben. Der Lerner soll sich ein mentales Modell konstruieren, in dem die strukturellen und funktionalen Gegebenheiten analog zur realen Situation repräsentiert sind. Dieses Modell kann nun eine Vermittlerrolle beim Lerntransfer einnehmen: „Obwohl das Situationsmodell bereits eine Abstraktion der realen Lern- oder Problemsituation ist, enthält es dennoch bedeutende Merkmale derselben, beispielsweise visuell-räumliche Charakteristika wie die Tatsache, dass etwas eine gewisse Ausdehnung hat oder dass in einer gewissen Zeit etwas passiert. ... Während beim Lernen der Basisaufgabe ... von der Realität zum Situationsmodell vorwärts geschritten und schließlich das vorläufig abschließende Situationsmodell aufgebaut wird, wird beim Lösen einer Transferaufgabe der umgekehrte Weg unter Verwendung des Situationsmodells eingeschlagen, um mit dessen Hilfe die strukturell gleichen oder zumindest ähnlichen Merkmale der Realität (d. h. der neuen Aufgabe) zu erfassen. ... Was also übertragen wird, sind *strukturelle Merkmale* der ursprünglichen Lernsituation auf die neue Situation. Dabei ist es allerdings nicht immer leicht, in jedem Fall zu sagen, wie viele und welche der strukturellen Merkmale der alten Lernsituation nötig sind, damit die neue Situation als eine ähnliche und daher als eine versteh- und lösbare erkannt wird“ (Steiner, 2001, S.199).

Daraus insgesamt zu schließen, dass nur mehr abstraktes Wissen vermittelt werden muss, um die Klippen der Kontextabhängigkeit zu umschiffen, ist eine falsche Konsequenz: „Wird Wissen als abstraktes Wissen erworben, ohne dass das lernende Individuum den Abstraktionsprozess selber mitvollzogen hat, besteht die Gefahr, dass es ‚inert‘<sup>19</sup> bleibt (analog einem chemischen Element, das mit keinem anderen reagiert). Wird Wissen hingegen in vielfältigen potenziellen Anwendungsgebieten erworben und während dieses Erwerbsprozesses auch abstrahiert (von den Schlacken der spezifischen Situation gereinigt), so ist es nicht abstraktes, sondern vom Lerner selber abstrahiertes und damit leichter transferierbares Wissen“ (Steiner, 1996, S. 288).

---

19 Inert: <lat.> untätig, träge, unbeteiligt.

Bei abstraktem Wissen besteht also die Gefahr, dass es träges Wissen bleibt und damit für den Einsatz in neuen Problemsituationen unbrauchbar ist. Ob der Transfer von früher erworbenem Wissen auf neue Aufgabenstellungen gelingen kann, dafür ist ganz offensichtlich die Qualität des Wissens ausschlaggebend.

*Steiner* zieht hier fünf Bereiche heran, die s. E. wesentlich für einen qualitativ guten Wissensaufbau sowohl für den Lerner als auch für den Instrukteur sind:

### *1. Konsolidierung des neu aufgebauten Wissens*

Das heißt, das Durcharbeiten des Wissens in einem variierten rekonstruktiven Prozess wie z. B. in einer anderen Aufbauabfolge (manchmal eine Rückwärtskonstruktion), unter verschiedenen Rahmenbedingungen (z. B. andere zeitliche Anforderungen), aus einer anderen Perspektive, mit einer anderen Zielsetzung (z. B. für eine andere Zuhörerschaft).

### *2. Die Flexibilisierung dieser Strukturen*

Das kann durch das Anbieten einer gewissen Aufgabenvielfalt erreicht werden, hier sind vor allem die Unterschiede zwischen den Aufgaben oder die Ähnlichkeiten herauszuarbeiten.

### *3. Dekontextualisierung*

Problemlösestrategien können nur aufgebaut werden, wenn der erfolgreiche Lösungsweg aus den jeweiligen Aufgaben „dekontextualisiert“ wird, d. h. aus dem Kontext herausgelöst, also abstrahiert und damit auf neue Aufgaben übertragen werden kann (s. o.).

### *4. Eine multiple Repräsentation von Wissensstrukturen (s. o.)*

Eine algebraische Gleichung kann z. B. auch als Grafik dargestellt werden, d. h., um in *Bruners* Terminologie zu bleiben, von einer symbolischen in eine ikonische Repräsentation transformiert werden.

### *5. Der bewusste Rückblick auf die eigenen Lernaktivitäten*

Wie kam ich zu der Lösung? Es geht „um das mentale ‚Wiederauspacken‘ der gebildeten Begriffe, das nochmalige Abschreiten von Aufbau- oder Verknüpfungsprozessen ... Es geht ... um ein Überdenken, *wie* man zu einem entsprechenden Ergebnis gekommen ist“ (*Steiner*, 2001, S. 201).

## Die Rolle der Motivation im Lern- und Problemlöseprozess

Beim Lernen und Problemlösen spielen nicht nur die intellektuellen Voraussetzungen des Schülers/Auszubildenden eine Rolle. Wichtig sind natürlich die Rahmenbedingungen für eine Motivation, aber auch die Motive, die das Lernen und Problemlösen steuern. Aber auch Emotion und Konzentration dürfen als Einflussfaktoren nicht unterschätzt werden.

„Wo wenig Engagement der Persönlichkeit des Lerners (des *learning self*) vorliegt, ist auch wenig Transfereffekt auf einen neuen Zielinhalt zu erwarten. ... Wo wenig Motivation für einen entsprechenden Wissenserwerb vorliegt, eine oberflächliche Lernorientierung in Richtung auf bloßes Auswendiglernen ..., oder wo auch wenig Lerner-Selbstregulation stattfindet ..., da stehen die Chancen für einen Lerntransfer nicht gut“ (Steiner, 2001, S. 202 f.).<sup>20</sup>

Es kommt also auch „auf ein hohes persönliches Engagement und eine hohe Bereitschaft zu *mentaler Anstrengung* und zum Durchhalten in schwierigen Lern- und Problemlösesituationen“ (Steiner, 2001, S. 202) an.

Das entlässt aber nicht den Instrukteur aus seiner Verantwortung: Er kann durch motivierende Rahmenbedingungen (Schaffung eines guten Lernklimas, interessante Aufgabenstellungen, gute Anreizsysteme, aber auch gute räumliche und zeitliche Bedingungen), durch gezielte pädagogische Begleitung und aufbauende Rückmeldungen jeden Lerner in gewissem Maße fördern. In der Psychologie spricht man in diesem Sinne von der Zone der proximalen<sup>21</sup> Entwicklung. Darunter ist zu verstehen, „dass es einen Entwicklungs- und Lernbereich gibt, in welchem Individuen zu bedeutenden Fortschritten fähig sind, unter der Voraussetzung, dass sie Unterstützung durch einen Tutor erhalten“ (Steiner, 2001, S. 202 f.).

Gerade für das Problemlösen gilt: Die Wahrscheinlichkeit, dass früher erworbenes Wissen auf neue Aufgaben transferiert wird, erhöht sich, wenn vom Trainer/Betreuer/Lehrer Hinweise gegeben werden und wenn eine anderweitige kognitive Betreuung sichergestellt ist (vgl. Steiner, 2001, S. 202).

## Literatur

- Aebli, H.: Denken: das Ordnen des Tuns, Band II: Denkprozesse. Stuttgart 1981  
Anderson, J. R.: Kognitive Psychologie – Eine Einführung. Heidelberg 1988

---

20 Hieraus erklärt sich die Bedeutsamkeit der TZI-Regel: Störungen haben Vorrang. Sie zielt auf die umgehende Thematisierung lern- und transferhinderlicher Situationen im Unterricht.

21 Proximal = nächsten.

- Artelt, C./Demmrich, A./Baumert, J.: Selbstreguliertes Lernen. In: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): PISA 2000, Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen 2001, S. 271–322
- Artelt, C./Stanat, P./Schneider, W./Schiefele, U.: Lesekompetenz: Testkonzeption und Ergebnisse. In: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): PISA 2000, Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen 2001, S. 69–137
- Bergmann, B./Wiedemann, J.: Beschreibung der Störungsdiagnosekompetenz bei Instandhaltungstätigkeiten in der flexibel automatisierten Fertigung. In: Sonntag, K./Schaper, N. (Hrsg.): Störungsmanagement und Diagnosekompetenz. Zürich 1997, S. 119–136
- Bransford, J. D. u. a.: Learning skills and the acquisition of knowledge. In: Lesgold, A.M./Glaser, R. (Hrsg.): Foundations for a psychology of education. Hillsdale 1989, S. 199–249
- Büchel, F./Büchel, P.: Das eigene Lernen verstehen, 2. Auflage. Aarau 1997
- Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): Erfassung fächerübergreifender Problemlösekompetenzen in PISA. Berlin 2003
- Dörner, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung, 3. Auflage. Stuttgart 1987
- Dörner, D./Schaub, H./Strohschneider, S.: Komplexes Problemlösen – Königsweg der Theoretischen Psychologie? In: Psychologische Rundschau, 50 (1999), 4, S. 198–205
- Dörner, D.: Die Logik des Misslingens, 13. Auflage. Hamburg 2000
- Duncker, K.: Zur Psychologie des produktiven Denkens. Berlin 1935
- Frackmann, M./Schwichtenberg, U./Schlottau, W.: Motivation in der Ausbildung zu lebenslangem Lernen, Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). Bielefeld 1994
- Gick, M. L./Holyoak, K. J.: Analogical Problem Solving. In: Cognitive Psychology (1980), 12, S. 306–355
- Guldimann, T.: Eigenständiger lernen durch metakognitive Bewusstheit und Erweiterung des kognitiven und metakognitiven Strategierepertoires. Bern u. a. 1996
- Hoffmann, J.: Die Welt der Begriffe. Weinheim 1986
- Kluwe, R. H.: Informationsverarbeitung, Wissen und mentale Modelle beim Umgang mit komplexen Systemen. In: Sonntag, K./Schaper, N. (Hrsg.): Störungsmanagement und Diagnosekompetenz. Zürich 1997, S. 13–37
- Mietzel, G.: Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens, 7., korrigierte Auflage. Göttingen u. a. 2003
- Petit, L./Zago, L.: Der Sitz des Arbeitsgedächtnisses. In: Spektrum der Wissenschaft, Spezial Gedächtnis 1 (2002), S. 30–33
- Piaget, J.: Psychologie der Intelligenz. Zürich 1948
- Renkl, A.: Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. In: Psychologische Rundschau, 47 (1996), S. 78–92
- Reusser, U.: Denkstrukturen und Wissenserwerb in der Ontogenese. In: Klix, F./Spada, H. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C, Praxisgebiete, Serie II: Kognition, Band 6: Wissen. Göttingen u. a. 1998, S. 115–166

- Schöwe, R./Knapp, J./Borgmann, R.: Lineare Algebra. Kaufmännisch-wirtschaftliche Richtung. Berlin 1998
- Sacerdoti, E. D.: A Structure for Plans and Behavior. New York 1977
- Städtler, T.: Lexikon der Psychologie. Stuttgart 1998
- Steiner, G.: Lernverhalten, Lernleistung und Instruktionsmethoden. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D, Praxisgebiete, Serie I: Pädagogische Psychologie, Band 2: Psychologie des Lernens und der Instruktion. Göttingen u. a. 1996, S. 279–317
- Steiner, G.: Lernen und Wissenserwerb. In: Krapp, A./Weidemann, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie – Ein Lehrbuch, 4. Auflage. Weinheim 2001, S. 137–205
- Stern, E. u. a.: Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften – Erwartungen, Befunde und Forschungsperspektiven, Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). Bonn/Berlin 2005
- Stern, E.: Inhalt statt Methode. In: Die ZEIT, Nr. 17 vom 20. April 2006a, S. 43
- Stern, E.: Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans hinterher. Der Erwerb geistiger Kompetenzen bei Kindern und Erwachsenen aus kognitionspsychologischer Sicht. In: Nuissl, E. (Hrsg.): Vom Lernen zum Lehren. Lern- und Lehrforschung für die Weiterbildung. 2006b, S. 93–104
- Stern, E.: Was wissen wir über erfolgreiches Lernen in der Schule? In: Pädagogik, 58 (2006c), 1, S. 45–49
- Vester, F.: Denken, Lernen, Vergessen, 15. Auflage. München 1988

## 3 Sprachgestütztes Lernen in der beruflichen Bildung

### 3.1 Hintergrundwissen

Gerade in der beruflichen Bildung wird oft der pädagogischen Aufgabe, mit einem bewussten Spracheinsatz und Sprachtraining das „Sprachkapital“ der Lernenden zu erhöhen, wenig Anstrengung und Aufmerksamkeit geschenkt. Im Gegenteil, man nimmt „pädagogische Rücksicht“ auf den fehlenden elaborierten Sprachcode der „Unterschichtsjugendlichen“ und bemüht sich, mit einfachen und kurzen Texten Wissen zu vermitteln, verlangt so wenig wie möglich schriftliche Ausarbeitungen und vermeidet möglichst alles, was eine intensive Auseinandersetzung mit der Schriftsprache erforderlich macht. Deshalb gibt es auch immer noch Rechtfertigungen für den Einsatz von programmierten Prüfungen, die ja angeblich kein hohes Sprachniveau bei der Lösungsfindung voraussetzen und von daher mehr Chancengleichheit ermöglichen würden.

Dabei wird ausgeblendet, dass über die Sprachfähigkeit, orientiert an der Hochsprache, gesellschaftliche Anerkennung verteilt wird, der eigene Bildungsstand dokumentiert wird und Sprachfähigkeit als Statussymbol fungiert. *Bourdieu* spricht davon, dass bei jedem sprachlichen Austausch auch eine Bewertung stattfindet: „Zahlreiche Erhebungen haben gezeigt, daß sprachliche Eigenarten einen großen Einfluß auf Schulerfolg, Einstellungschancen, beruflichen Erfolg, Verhalten von Ärzten (die einem Patienten aus bürgerlichen Kreisen und dem, was er sagt, größere Aufmerksamkeit schenken und ihm beispielsweise auch weniger pessimistische Prognosen stellen) und ganz allgemein die Bereitschaft der Empfänger haben, mit dem Sender zusammenzuarbeiten, ihm zu helfen oder seine Aussagen für glaubwürdig zu halten“ (Bourdieu, 1990, S. 34). Zugespitzt zeigt sich für ihn, „daß im Sprachhabitus der ganze Klassenhabitus zum Ausdruck kommt (von dem der Sprachhabitus nur einen Teil darstellt), faktisch also – synchronisch und diachronisch – die Position in der sozialen Struktur“ (Bourdieu, 1990, S. 63).

Gerade im Bildungs- und im Berufsbildungssystem nicht alle Möglichkeiten der Sprachförderung zu nutzen heißt auch, für die eigene Klientel weniger gesellschaftliche und berufliche Perspektiven in Kauf zu nehmen.

Denn sich sprachlich mitteilen zu können hat in der heutigen Arbeitswelt eine viel höhere Bedeutung bekommen als in den vom Taylorismus geprägten Arbeitsstrukturen. Die Aufforderung an die Mitarbeiter, sich in Qualitätszirkeln oder in sonstigen organisierten Qualitätsdiskussionen an einer ständigen Verbesserung der innerbetrieblichen Prozesse, der Produkte oder Dienstleistungen zu beteiligen, setzt voraus, dass sie auch in der Lage sind, ihre Vorstellungen verständlich und nachvollziehbar zu äußern. Das gilt auch für die Forderung, den gesamten Geschäftsprozess

bei dem Arbeitshandeln im Blickfeld zu haben und angemessene Rückmeldungen über eventuelle Konsequenzen an alle Beteiligten zu liefern. Zutreffend ist dies auch für die Kommunikation mit allen Kunden, ob intern oder extern. Hier kommt zum Wunsch nach Klarheit der Erläuterungen oder der erbetenen Informationen noch die Schwierigkeit hinzu, die berufsspezifische Fachsprache in eine für den Kunden verständliche Sprache zu übersetzen.

Zwar hat sich im Zeichen der Globalisierung der Konkurrenzdruck wieder ganz in den Vordergrund des betriebswirtschaftlichen Handelns geschoben, und Managementphilosophien einer ganzheitlichen Betrachtungsweise des Unternehmens und vor allem seiner Mitarbeiter (Stichworte waren hier u. a. „Lean Production“ „Business Reengineering“ „lernende Organisation“) sind weniger aktuell, doch bleibt der Aspekt von Wissensmanagement und Wissensweitergabe als relevanter Faktor für den betrieblichen Überlebenskampf weiterhin von hoher Bedeutung. Sprachliche Kompetenz, die hier auch eine hohe fachsprachliche Kompetenz erfordert, ist aber die Grundlage einer erfolgreichen Wissensweitergabe.

Nicht zuletzt ist die Sprache ein Mittel oder ein Werkzeug des Denkens, und wir haben bereits im Vorwort und in Kapitel 2 darauf hingewiesen, dass automatisierte Handlungen – ein typisches Kennzeichen von Fließbandarbeit oder, wie es in der Fachsprache heißt, von repetitiver Teilarbeit – nur noch an wenigen Arbeitsplätzen dominieren. Für das Erlernen und Beherrschen komplexer Arbeitstätigkeiten kommt aber den vorausgehenden und begleitenden Denkprozessen eine Schlüsselstellung zu.

In verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen wird seit langer Zeit diskutiert, ob und welcher Zusammenhang zwischen Denken und Sprechen besteht. Für die Arbeit in der beruflichen Aus- und Weiterbildung ist es von hohem Interesse, ob eine fachliche Kompetenz auch ohne sprachliche Ausdrucksfähigkeit vorhanden sein kann und man deshalb nicht unbedingt die Sprachschulung in den Mittelpunkt des Qualifizierungsbestrebens stellen muss. Die Kernfrage lautet:

### **Gibt es sprachfreie Denkprozesse?**

Es ist sehr schwierig, auf diese Frage empirisch gesicherte Antworten zu bekommen. *Dörner* hat in einem Experiment versucht, darauf eine Antwort zu finden, indem er Probanden eingewiesen hat, bei einer sprachfreien Aufgabenlösung das gedankliche Formulieren möglichst vollständig zu unterdrücken. In den Ergebnissen bezogen auf Zeit und Qualität der Lösungen „stellte sich klar heraus: Unterdrückt man das ‚innere Selbstgespräch‘, wirkt sich dies durchgängig negativ aus. Obwohl man die gestellten Aufgaben prinzipiell sprachfrei hätte lösen können, zeigt sich die hohe Bedeutung von Sprache für die Steuerung der zugrundeliegenden Problemlö-

seprozesse. ‚Sprachlose Denker‘ haben wesentlich mehr Schwierigkeiten und verhalten sich rigider und ineffizient“ (Funke, 1999, S. 12). *Funke*, der das Experiment von *Dörner* in einem Vortrag aufgegriffen hatte, gibt zu bedenken: „Aber: Gibt uns diese Versuchsanordnung wirklich Aufschluß über das Verhältnis von Denken und Sprache? Es sagt ja nichts darüber, in *welcher* Sprache Denken erfolgt – es zeigt lediglich, wenn ich das Selbstgespräch unterdrücke, kommt es zu Störungen der Problembearbeitung. Auch wenn man also zu diesem Experiment sicher eine Reihe von Einwänden machen kann, bleibt doch festzuhalten: Das ‚innere Gespräch der Seele mit sich selbst‘ scheint eine notwendige, wenngleich nicht hinreichende Bedingung für das Problemlösen darzustellen“ (Funke, 1999, S. 13).

Denken ohne Unterstützung eines Mediums ist offensichtlich nicht möglich, doch sind unsere Gedanken nicht abhängig von Wörtern, es können auch andere symbolische Repräsentationen genutzt werden wie etwa Bilder. Von Wissenschaftlern (hier ist vor allem *Pinker* [1996] zu nennen) wird deshalb die Existenz einer eigenständigen Gedankensprache angenommen, das sogenannte Mentalesisch. „Experimentelle Arbeiten zur mentalen Rotation, wie sie von Roger Shepard (1978) durchgeführt wurden, zeigen eindrucklich, daß wir mit visuellen Vorstellungen von Objekten im Gehirn so umgehen, als würden wir sie ‚mit der Hand bearbeiten‘. Sollen wir etwa überprüfen, ob zwei verdreht vor uns liegende geometrische Objekte identisch sind, drehen wir sie im Kopf so lange, bis wir eine Übereinstimmung hergestellt haben. Bei diesen geistigen Leistungen ist die Sprache völlig unbeteiligt. Viele große Entdeckungen, wie z. B. die Entdeckung des Benzol-Rings durch Friedrich Kekulé, sind an visuelle Vorstellungen geknüpft – in diesem Fall das Bild einer Schlange, die sich in ihren Schwanz beißt. Solche Denkleistungen können nur in unserem Mentalesisch erfolgen, nicht aber in unserer Sprache“ (Funke, 1999, S. 6).

Die Sprache ist zwar ein wichtiger Faktor für unsere Denkleistungen, doch daneben existiert eine Gedankensprache, „die Objekte und Ideen in symbolischer Form fassen und erst in einem zweiten Schritt an sprachliche Laute knüpfen“ (Funke, 1999, S. 15). Ein Facharbeiter im gewerblich-technischen Bereich wird in ausgeprägter Form über diese Symbolsprache verfügen und sie bei seiner Arbeitstätigkeit auch anwenden, doch haben wir oben bereits genügend Begründungen geliefert, warum daneben eine hohe Sprachkompetenz für die Berufskarriere notwendig ist.

Ein weiteres Argument soll hier noch angesprochen werden: Sprachliche Fähigkeiten werden zunehmend auch in den beruflichen Zwischen- und Abschlussprüfungen vorausgesetzt. In zahlreichen Ausbildungsordnungen ist in Teil A der Prüfung eine betriebliche Projektarbeit durchzuführen und zu dokumentieren. Diese Projektarbeit muss der Prüfling präsentieren und darüber ein Fachgespräch führen.

Das Fachgespräch hat dabei einen anderen Charakter als eine mündliche Prüfung. Es geht nicht um ein reines „Frage-Antwort-Spiel“ und daraus abgeleitet „richtig oder falsch“, sondern der Prüfungskandidat soll Lösungswege argumentativ darstellen, vergleichen und bewerten sowie die gewählte Vorgehensweise begründen bzw. verteidigen. Die Prüfung erfordert daher Kommunikation auf fachlichem Niveau. Die Kommunikation mit Kunden ist ebenfalls häufig ein Bestandteil der betrieblichen Projektarbeit. Ohne Konkretisierung der Ausgangssituation im Kundengespräch ist i. d. R. keine zielgerichtete und kundengerechte Planung möglich. Vielfach ist es auch erforderlich, mehrere Lösungswege grob auszuarbeiten, aus denen der Kunde letztendlich vor der eigentlichen Realisierung auswählt. Bei Abschlussprüfungen findet daher zunehmend eine Abkehr von programmierten Prüfungen statt, bei denen ein passives Sprachverständnis dominiert und infolgedessen der Denkprozess des Prüflings nicht in die Bewertung einfließen kann. Durch die veränderten Prüfungen werden die schriftliche Ausdrucksfähigkeit, aber auch die mündliche Kommunikation bei der Präsentation des betrieblichen Auftrags vor dem Prüfungsausschuss gefordert.

Ausbilder und Berufsschullehrer beklagen dagegen, dass sowohl die Schriftsprache als auch die fachliche Kommunikation bei vielen Auszubildenden unzureichend entwickelt sind.

Bevor wir uns hier mit den verschiedenen Funktionen, die unserer Sprache zugeschrieben werden, auseinandersetzen, sind zwei Fragen zu diskutieren:

1. Wie ist es zu erklären, dass Jugendliche aus den allgemeinbildenden Schulen so wenig sprachliche Fähigkeiten in die Berufsausbildung mitbringen?
2. Warum können Jugendliche dagegen durchaus in der privaten Kommunikation, d. h. zum Beispiel untereinander, flüssig reden, verstummen aber oder geben nur bruchstückhaft Auskunft, wenn sie in der Berufsschule oder vor einer Auszubildendengruppe etwas erklären sollen?

Die Beantwortung der ersten Frage ist insofern von Bedeutung, da Lehrkräfte und Ausbilder aus den Fehlern, die in den allgemeinbildenden Schulen offensichtlich gemacht werden, für die Berufsausbildung lernen könnten.

Es gibt eine Reihe von Untersuchungen zur Kommunikation im Klassenraum, die der Psychologe *Wood* ausgewertet hat. Fast die Hälfte der Lehreräußerungen sind Fragen, d. h., die dominanten Strukturen in der Lehrer-Schüler-Interaktion sind durch den Austausch von Wissen über Frage-Antwort-Sequenzen gekennzeichnet. „Je mehr Fragen die Lehrer stellten, desto weniger hatten die Schüler zu sagen“ (*Wood*, 1998, S. 174, Übers. d. V.). Lehrerfragen an sich sind nicht das Problem, sondern die Art der Fragen, mit denen Pädagogen oft ihren Unterricht gestalten. Meist sind es enge Fragen, bei denen es nur eine richtige Antwort gibt, auf die sich dann

unflexibel die Lehrererwartung richtet.<sup>1</sup> Diese Einschätzung wird durch die Ergebnisse der TIMSS-Video-Studie<sup>2</sup> bestätigt. „Typisch für den deutschen Mathematik-, aber in weiten Teilen auch Physikunterricht ist das eng geführte fragend-entwickelnde Gespräch, das den Schülern nur begrenzt verständnisintensives Lernen ermöglicht“ (Klieme/Baumert, 2001, S. 5). Hinzu kommt, dass den Schülern wenig Zeit für die Antworten gelassen wird. Das wirkt sich vor allem nachteilig für diejenigen aus, die es nicht gelernt haben, ihre Gedanken präzise und schnell zu äußern.

Wenn es um das reine Abfragen/Abrufen von Faktenwissen geht, ist diese Art von Fragen sicher nicht generell zu beanstanden. Wenn es aber darum geht, Schüler zu ermutigen, laut nachzudenken, eigene Fragen zu stellen, ihre Meinung zu äußern, Ideen – auch wenn sie noch relativ vage sind – in die Diskussion einzubringen oder einfach größere Zusammenhänge aus ihrer Sicht wiederzugeben, dann wird dieses mit dem o. g. Vorgehen geradezu verhindert. Für Jugendliche, die aus Elternhäusern kommen, wo ebenfalls wenig diskutiert, gelesen und argumentiert wird, unterbleibt in einem derartigen Schulunterricht die Förderung der Sprachfähigkeit. In der Berufsausbildung werden Ausbilder und Berufsschullehrer dann damit konfrontiert, dass diese Schüler nicht in der Lage sind, das vorhandene Wissen zu organisieren, zu regulieren oder auch nur auszudrücken. Eine gezielte Förderung aber, das zeigen auch empirische Untersuchungen, hat bewiesen, dass die Kompetenzen durchaus vorhanden sind und entwickelt werden können (vgl. Wood, 1998, S. 173 ff.). Und ist es nicht wichtig, so die Frage von *Vygotskij*, dass Schüler Vertrauen in ihre Fähigkeiten bekommen, für Probleme selbstständig Lösungen finden zu können? Für *Wood* ist deshalb klar, dass Schüler mehr mit eigenen Aktivitäten am Unterricht beteiligt werden müssen, wenn Lehrkräfte und Ausbilder sie in ihrer Fähigkeit des Zuhörens fördern wollen und wenn sie trainiert werden sollen, die Sprache für klare Informationen sowie sorgfältig überlegt zu benutzen (vgl. Wood, 1998, S. 178).

### **Warum sind in der Schule/Ausbildung „wortfaule“ Jugendliche im Gespräch mit Gleichaltrigen lebhaftere Diskutanten?**

Dazu sind die Unterschiede zwischen der Alltagssprache und der Sprache, die in offiziellen Situationen (z. B. in der Schule oder in der Ausbildung) benutzt wird, näher zu betrachten. Gegenstand der Konversation und soziales Feld spielen wohl

---

1 Diese Problematik und dementsprechend eine andere methodische Unterrichtsgestaltung werden im Kapitel 10 dargestellt.

2 Die dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (TIMSS) ist in Deutschland, Japan und den USA anhand einer großen Stichprobe von Videoaufnahmen ganzer Unterrichtsstunden ergänzt worden, und die Ergebnisse geben daher einen unmittelbaren Einblick in den Mathematik- und Physikunterricht dieser drei Länder.

die wichtigste Rolle. Es geht um alltägliche Gegebenheiten, über die sich Gesprächsteilnehmer austauschen, und hier sind tieferes Nachfragen sowie eine eingehende Analyse des Gesagten nicht üblich und für die soziale Beziehung auch nicht notwendig, sondern eher störend. „Die Leute haben das Recht, wenn sie es wünschen, zu schweigen, und es gibt eine stillschweigende Übereinkunft, die uns daran hindert, zu weit zu gehen bei dem Nachbohren nach Motiven, Verhaltensgründen, Überzeugungen und Neigungen. Die Privatsphäre ist zu respektieren, und wir müssen anpassen, dass wir die Grenzen achten“ (Wood, 1998, S. 169, Übers. d. V.). In einem Gespräch auf Wahrheitsfindung zu insistieren wird als bedrohlich und rüde angesehen. Hinzu kommt, dass durch die Zugehörigkeit zu demselben sozialen Umfeld vieles Unausgesprochene aus der eigenen Erfahrung ergänzt werden kann und eine genaue Erklärung dadurch oft überflüssig wird. Unterstützt wird das durch die das Gespräch begleitende Mimik und Gestik, die vom Gegenüber gedeutet werden kann. Auch Gedankensprünge, Abschweifungen, Auslassungen werden nicht als inakzeptabel empfunden, die Person gegenüber fühlt mit dem Sprecher mit und interpretiert für sich den Zusammenhang.

In Schule und Ausbildung geht es dagegen um Analysen, Begründungen, Überprüfungen, um die Wahrheitsfindung, um exaktes Wissen, und infolgedessen sind klare Instruktionen, Erklärungen und Anordnungen notwendig.

Außerdem bewegen sich Jugendliche in ihrer Freizeit vorwiegend in ihren Altersgruppen – den sogenannten Peergroups – und entwickeln zur Abgrenzung und Schaffung einer gemeinsamen Identität eine Gruppensprache. Hier werden Begriffe kreiert, die nur die Gruppenangehörigen verstehen und die oft Synonyme für umfassende Beschreibungen sind. Die Nutzung der Schriftsprache bleibt dem Nichtprivatraum vorbehalten, und dementsprechend entsteht ein eher distanzierteres Verhältnis.

### **Welche Funktionen übernimmt die Sprache in unserem alltäglichen und beruflichen Handeln und wie können wir diese in der Berufsausbildung besser nutzen?**

Eine spontane Antwort könnte sein: Die Sprache hat die Funktion, als Kommunikationsmittel zu dienen. Aber was heißt das? Mit der sprachlichen Äußerung bin ich in der Lage, meine Wahrnehmungen mitzuteilen, und meine Zuhörerschaft ist in der Lage, mich zu verstehen. Mithilfe der Sprache reguliere ich auch meine Denk- und Behaltensprozesse: „Die Grundfunktion des Sprechens ist es, sprachliche Gebilde zu konstruieren. Häufig begleitet es das innere und äußere Handeln und das Wahrnehmen. In den Fällen, in denen sprachliche Planung der Handlungsvorstellung und dem Vorstellungsbild vorangeht, und in den Fällen, in denen das sprachliche Gebilde intrinsisch bedeutungsvoll ist, wird die konstruktive Kraft der Sprache, ihre Rolle als Medium der Konstruktion, besonders deutlich“ (Aebli, 1981, S. 329 f.).

Nach *Aebli* gibt es folgende Teilfunktionen:

1. Mithilfe von sprachlichen Äußerungen versuche ich etwas zu bewirken. „In diesem Sinn ist jedes Beeinflussen eines Menschen mit dem Mittel der Rede ein Sprechakt: zum Lachen bringen, erfreuen, beruhigen, trösten, ermuntern, aber auch betrügen, verführen, drohen, erpressen. Wir sehen zugleich, daß es sich nicht darum handeln kann, Sprechakte nur auf dem Niveau des Satzes aufzusuchen: Ein einziges Wort kann einen Sprechakt darstellen“ (Aebli, 1981, S. 332). Zu dieser Kategorie gehört auch die Instruktion im Bildungs- und Ausbildungsprozess. „Dieses Erklären und sprachliche Steuern von Aktivität der Kinder und Jugendlichen spielt in jeder Unterweisung – was immer diese an weiteren Maßnahmen umfasse – eine grundlegende Rolle. ... Der Sprechende versetzt sich vielmehr in die Lage des Lernenden. Er versucht zu sehen, an welchen Stellen dessen Handeln noch unvollkommen ist. In günstigen Fällen weiß er etwas über die Gesetze des Lernens. Er setzt sein Wissen ein, um den Ablauf der Handlung des anderen zu verbessern“ (Aebli, 1981, S. 333). Für *Rubinstein* ist die Einwirkung auf den anderen die wichtigste und ursprünglichste Funktion der Sprache: „Der Mensch spricht, um zu wirken, wenn auch nicht [immer] unmittelbar auf das Verhalten, so doch auf das Denken und die Gefühle, auf das Bewußtsein anderer Menschen“ (Rubinstein, 1984, S. 514).
2. Sprache dient auch dazu, wahrgenommene und erlebte Wirklichkeit darzustellen. Dabei ist die Wahrnehmung immer auch Interpretation des Wahrgenommenen: „Einesteils findet schon in der Wahrnehmung eine Auswahl statt, andernteils wählt der Darsteller noch einmal innerhalb des Wahrgenommenen gewisse Elemente und Beziehungen aus, die er sprachlich formuliert – die andern läßt er weg“ (Aebli, 1981, S. 334).
3. Denk- und Behaltensprozesse werden durch die Sprache als technisches Hilfsmittel gestützt. Gedanken, Zusammenhänge werden sprachlich übersetzt, in komprimierter Form zusammengefasst und als Begriff abgespeichert. Beim Wiederabrufen können die Begriffe wieder entfaltet werden (siehe dazu Kapitel 2.1). Diese Teilfunktion der Sprache „liefert dem Denken jeglicher Modalität einfache Zeichen, die komplexe Tatbestände *zusammenfassen* und *objektivieren*. Immer wenn der Lehrer den zusammenfassenden Ausdruck nennt, beugen sich die Köpfe der Schüler über ihre Kolleghefte. Sie merken, daß ihnen ein solcher Ausdruck die Gruppierung der Fakten und deren Behalten erleichtert. Die Struktur des Begriffsinhalts ist in ihm sozusagen kristallisiert. Auch hier erfüllt die Sprache eine technische Funktion. Sie dient der Ordnung und dem Behalten“ (Aebli, 1981, S. 337).

Darüber hinaus gibt es weitere, bei *Aebli* nicht benannte Funktionen: Nur das gesprochene Wort erlaubt uns, einen Einblick in das Bewusstsein des anderen zu nehmen, die Sprache kann sozusagen ein Fenster in das Denken des anderen bedeuten. Gerade für den Pädagogen ist es wichtig, überprüfen zu können, ob er seine Lehrziele erreicht hat und wo genau noch Probleme bei seinen Schülern/Auszubildenden bestehen. Für den Auszubildenden dagegen besteht erst letzte Klarheit über den Stand seines Wissens, wenn er es sprachlich zu fassen sucht, und eine gute Gelegenheit dazu ist, wenn er seinen Kollegen oder seinem Ausbilder oder Lehrer zu bestimmten Phänomenen Erklärungen, Instruktionen oder Analysen geben muss.

Wenn wir hier Unterscheidungen in den Funktionen getroffen haben, so heißt das nicht, dass diese analytische Trennung in der Praxis tatsächlich so aufzufinden ist. Es „*sind nicht einander äußerlich gegenüberstehende ‚Aspekte‘; sie sind zu einer Einheit zusammengeschlossen, innerhalb derer sie sich gegenseitig bestimmen und vermitteln*“ (Rubinstein, 1984, S. 515).

Die am Beginn gestellte Frage nach dem Zusammenhang zwischen Denken und Sprechen soll hier wieder aufgegriffen und vertieft werden:

**Lässt sich aus dem vorhandenen Sprachniveau auch ein hohes Denkniveau ableiten?**

Oder umgekehrt:

**Ist derjenige Auszubildende, der sich sprachlich nur unzureichend ausdrücken kann, auch in seiner Denkfähigkeit eingeschränkt und ist der eloquente und flexibel agierende Sprecher auch wirklich von hoher Intelligenz?**

Die Sprache ist zwar die materialisierte Existenzform des Denkens, und Denken und Sprache bilden eine Einheit, die man nicht trennen darf. Es handelt sich dabei aber – wie bereits gesagt – nicht um eine *Identität*. Dazu bringt *Rubinstein* ein Beispiel: „Manchmal suchen wir Wörter oder Ausdrücke für bereits vorhandene, aber noch nicht wörtlich geformte Gedanken und können sie nicht finden. Wir fühlen oft, daß das von uns Gesagte nicht das ausdrückt, was wir meinen. Wir verwerfen ein sich uns bietendes Wort als unserem Gedanken nicht entsprechend: Der Ideengehalt unseres Denkens reguliert seinen sprachlichen Ausdruck“ (Rubinstein, 1984, S. 522). Sprache ist deshalb nicht einfach ein technisches Werkzeug, quasi ein äußeres „Gewand des Denkens, das es abwirft oder anlegt, ohne dabei sein Wesen zu verändern. Die Sprache, das Wort, dient nicht nur dazu, einen Gedanken auszudrücken und nach außen in Erscheinung treten zu lassen, um dem anderen den bereits fertigen, noch nicht ausgesprochenen Gedanken zu übermitteln. In der Sprache formulieren wir den Gedanken, und indem wir ihn *formulieren*, *formen* wir ihn auch. Die Sprache ist mehr als das äußere Werkzeug des Denkens. Sie ist im Prozeß des Denkens als Form, die mit seinem Inhalt verbunden ist, mitgehalten. Indem das Denken seine sprachliche Form ausbildet, *formt es sich selbst*. Denken und Sprache,

die sich nicht identifizieren lassen, schließen sich zu einem einheitlichen Prozeß zusammen“ (Rubinstein, 1984, S. 522).

Die sprachlichen Fähigkeiten lassen also nicht unmittelbar einen Rückschluss auf die Denkfähigkeiten zu. Das zeigt auch die Diskussion über das implizite Wissen von Experten, das durch eine fehlende Verbalisierung schwer für Wissensmanagement nutzbar gemacht werden kann. Zudem gibt es – wie wir bereits erläutert haben – die ikonischen und enaktiven Formen der Speichermöglichkeiten von Handlungswissen. Ein Auszubildender kann also sehr wohl über ein korrektes Abbild einer Tätigkeit verfügen und dennoch nicht in der Lage sein, dies verbal zu beschreiben. Andererseits gilt, wenn die Sprache wie z. B. beim Behaltensprozess technisches Werkzeug ist, dann sollte dieses Werkzeug auch jedem Auszubildenden auf ausreichendem Niveau zur Verfügung stehen. In Konsequenz heißt das, dass der aktive Einsatz von Sprache im Prozess der beruflichen Bildung von Ausbildern und Berufsschullehrern systematisch geplant, organisiert und kontrolliert werden muss.

Von einer anderen Perspektive wird in der Tätigkeitspsychologie der Zusammenhang von Denken und Sprache betrachtet. Aus den folgenden Überlegungen können für die Gestaltung des Lernens in der beruflichen Bildung wichtige Hinweise gewonnen werden.<sup>3</sup> Hier wird gezeigt, wie es zu einer guten und flexibel wieder einsetzbaren sprachlichen Repräsentation materieller Handlungen kommen kann. Damit wird auch eine Antwort auf die Frage gegeben, wie man vom Exemplarischen, d. h. der einzelnen Handlung, auf ein breites, allgemeiner anwendbares Handlungswissen kommen kann. Mit der Einführung des Lernfeldkonzeptes und der intendierten Handlungsorientierung war das ein Problem, das viele Pädagogen beunruhigte, die in ihrer Lehre von der Fachsystematik geprägt waren.

### **3.2 Exkurs: Zur Rolle der Sprache bei der Herausbildung geistiger Operationen bei Galperin**

Psychische Prozesse haben immer eine materielle Grundlage gehabt, auch wenn die Spuren nicht mehr nachzuzeichnen sind – das ist die Kernthese sowjetischer Lernpsychologen wie *Galperin* oder *Leontjew*. Das heißt, nicht das Bewusstsein und die Wechselwirkung des Bewusstseins verschiedener Individuen bestimmen die psychische Gesamtentwicklung, sondern die reale Tätigkeit des Individuums (vgl. Galperin, 1969, S. 369). Zumindest für die ersten Lebensjahre ist das auch „augenscheinlich“ nachvollziehbar: Kinder eignen sich handelnd die Welt an. „Nicht die Vorstellung, sondern die sinnvolle Tätigkeit ist der Schlüssel zum Verständnis der Psyche“ (Gal-

---

3 In dem in Kapitel 3.3 vorgestellten CLAUS-Konzept wird sehr erfolgreich auf den Erkenntnissen dieser Tätigkeitspsychologie aufgebaut.

perin, 1969, S. 369). Das bedeutet aber nicht, dass im höheren Lernalter bei der Ausbildung neuer geistiger Operationen immer mit der materiellen Form der Handlung begonnen werden muss: „Im Gegenteil, man sollte logischerweise annehmen, daß die gesammelte Erfahrung es gestattet, ‚nicht jedes Mal wieder von vorne zu beginnen‘“ (Galperin, 1969, S. 378). *Galperin* spricht in diesem Zusammenhang auch von der Stufe der materialisierten Handlungen. Hier können Zeichnungen, Skizzen, Modelle, Diagramme u. Ä. Ausgangspunkt von Handlungen sein, die dann z. B. in einem Vergleichen, Umstellen, Verändern, Ausmessen bestehen.

Wie verläuft nun aber der Weg von der materiellen Tätigkeit zu einer rein gedanklich ablaufenden Handlung? Diese Frage hat *Galperin* mit seinem Konstrukt der etappenweisen Bildung geistiger Operationen zu beantworten versucht. *Galperin* spricht von drei Stufen des Handelns: Mit „materiellen Gegenständen (oder ihren materiellen Darstellungen), in der gesprochenen Sprache (ohne sich unmittelbar auf die Gegenstände zu stützen) und im ‚Geiste‘“ (Galperin, 1969, S. 374). Diese Stufen werden von ihm auch als Niveaus bezeichnet.

Er geht nun davon aus, dass eine vollwertige Handlung höherer Ordnung nicht zustande kommen kann, „ohne sich auf die vorhergehenden Formen derselben Handlung und in letzter Konsequenz auf ihre Ursprungsform zu stützen“ (Galperin, 1969, S. 374).

Neben dem Niveau ist weiteres Kennzeichen einer Handlung: der Grad der Verallgemeinerung, die Vollständigkeit der faktisch ausgeführten Teiloperationen und der Grad der Beherrschung. Diese Parameter einer Handlung spielen bei der Betrachtung der etappenweisen Herausbildung geistiger Operationen eine wichtige Rolle.

### **Wie verlaufen nun diese Etappen?**

1. Bevor ich eine Handlung durchführe, muss ich mir eine erste Vorstellung von der Aufgabe machen, eine „Orientierungsgrundlage“ schaffen. Dazu ist die Aufgabe zu erfassen, und dies setzt voraus, dass die Aufgabe in ihre Bestandteile zerlegt und gekennzeichnet werden kann. Mit dieser Kennzeichnung kann dann der Lernende bei der Übertragung in seine Handlung jedes dieser Merkmale nachzeichnen, die notwendigen Teiloperationen ausführen. Unterrichtsbeobachtungen haben gezeigt, wenn die Orientierungsgrundlage nur aus dem Vormachen einer Handlung an die Schüler vermittelt wird, gehen diese bei der Ausführung bzw. Nachahmung häufig nach dem „Trial-and-Error-Verfahren“ vor, und die nachgeahmte Handlung kann auch nicht auf neue ähnliche Aufgaben übertragen werden. Wird dagegen eine planmäßige Instruktion in die Analyse neuer Aufgaben geleistet, „die es gestattet, die Stützpunkte, die Voraussetzungen für die richtige Ausführung der Aufgaben herauszuarbeiten“ (Galpe-

- rin, 1969, S. 377), dann werden nur unbedeutende Fehler bei der Ausführung gemacht, und auch die Übertragung auf neue Aufgaben funktioniert gut.
2. Die Analyse der Handlung heißt, wie bereits gesagt, die Handlung in Teiloperationen auseinanderzufalten. Damit wird es möglich, zu einer Verallgemeinerung der Handlung zu kommen. Aus den vielfältigen Eigenschaften der Handlungsobjekte werden die ausgegliedert, „die einzig und allein für ihre Ausführung notwendig sind“ (Galperin, 1969, S. 380). Eine Verallgemeinerung ist dann am erfolgreichsten, „wenn sie vom Beginn einer Unterweisung an und an Hand von extrem verschiedenem Material erfolgt, solange sich das Kind noch nicht daran gewöhnt hat, die Operation mit irgendwelchen unwesentlichen Eigenschaften der Gegenstände zu verknüpfen“ (Galperin, 1969, S. 380). Nur eine erfolgreiche Verallgemeinerung lässt den Lernenden das Wesen einer Handlung oder besser ihre Grundstruktur erkennen. Wir befinden uns nun in der Phase der Durchführung der Handlung, und hier tritt bei zunehmender Beherrschung der umgekehrte Prozess ein: Es kommt zu einer Verkürzung der Teiloperationen und damit zu einer Beschleunigung der Handlung. Aber nur ein bewusstes Einüben der Verkürzungen versetzt den Lernenden in die Lage, aus der verkürzten Form der Handlung wieder in ihre frühere ausgefaltete Form zurückzukehren.
  3. Die dritte Etappe auf dem Weg zur geistigen Operation ist die sprachliche Beschreibung der Handlung ohne Stütze auf die Gegenstände oder ihre materielle Darstellung. Zwar haben wir uns hier bereits von der materiellen und der materialisierten Form der Handlung entfernt, aber wir haben es noch nicht mit einer rein geistigen Handlung zu tun. Der „Schüler kann die Handlung noch nicht für sich, ‚im Geiste‘, schweigend ausführen“ (Galperin, 1969, S. 384). „Diese neue sprachliche Form der Handlung wird folgendermaßen erarbeitet: Der Lehrer verlangt, die Handlung laut und in einer Form auszuführen, die ihren gegenständlichen Inhalt richtig darstellt, einem anderen Menschen verständlich und so ausgedrückt ist, wie das in der betreffenden Wissenschaft üblich ist“ (Galperin, 1969, S. 385). Warum es sehr wichtig ist, diese sprachliche Form der Handlung als Pädagoge sorgfältig zu unterstützen, wird damit begründet, dass Lernende, die sich nur mit der materiellen Handlung beschäftigen und eine Wiedergabe in der Sprachform nicht trainieren, zwar die praktische Ausführung einüben und sicher auch beherrschen, aber nicht in der Lage sind, daraus Folgerungen zu ziehen. „Doch das Fehlen der Fähigkeit, Folgerungen zu ziehen und sprachlich darzustellen, beschränkt stets auch die Möglichkeiten der Handlung selbst, beschränkt sie durch die Grenzen jener Beziehungen zwischen Dingen, die man unmittelbar in der Wahrnehmung verfolgen kann“ (Galperin, 1969, S. 386). Mit der Übersetzung der Handlung in

eine sprachliche Form – in Abstraktion –, ihrer Loslösung von den materiellen Gegenständen wird der entscheidende Schritt für die Loslösung von einer materiellen Beschränktheit getan. „Endlich sind die Abstraktionen die wichtigste Voraussetzung für die Bildung von Begriffen, die alle Beschränkungen entfernen, die für die Handlung mit sinnlich gegebenem Material existieren“ (Galperin, 1969, S. 386). Nur mit dem Mittel der Sprache kommen wir zu diesen Abstraktionen. „Die Sprache ist das einzige reale Mittel zur Reproduktion des abstrakten Inhalts einer Handlung im Bewußtsein, zur Überprüfung dieses Inhalts, zur Veränderung und zur Korrektur, oder anders ausgedrückt – zur Ausführung der Operation in dieser ihrer abstrakten Form“ (Galperin, 1969, S. 387).

4. Damit das möglich wird, muss die lautsprachliche Handlung in eine innere Form verwandelt werden. „Es wäre sehr einfach, wenn man sagte: ‚Sprache minus Laut‘. In Wirklichkeit aber erfordert das eine ziemlich bedeutende Umgestaltung der Sprache. ‚Im Geiste‘ wird die Lautform der Sprache zur Vorstellung, zum Lautbild des Wortes“ (Galperin, 1969, S. 388). Die Verwandlung der äußeren in die innere Sprache beinhaltet auch Verkürzungen/Komprimierungen; es verkürzt sich – wie *Galperin* sagt – die sprachliche Formel selbst. Die innere Sprache verläuft automatisch und im Wesentlichen außerhalb der Grenzen der Selbstbeobachtung, und damit verschwindet der eigentliche sprachliche Prozess aus dem Bewusstsein (vgl. Galperin, 1969, S. 389).

### 3.3 Möglichkeiten des methodischen Spracheinsatzes

Für ein integriertes Sprachtraining bieten sich im Ausbildungsprozess viele Gelegenheiten. Das beginnt mit der Wissensaufnahme durch das Studium von Fachtexten. Hier sind Wiedergabe, Vertiefung durch Diskussion und weiter gehende Bearbeitung durch Frageanleitung eine gute Möglichkeit, das Sprachrepertoire zu erweitern und die Formulierungsfähigkeit zu schulen.

Allerdings werden – was Letzteres betrifft – sowohl in der Berufsschule als auch in der betrieblichen Ausbildung meist zu enge Fragen gestellt, die gerade nicht eigene Denktätigkeiten der Auszubildenden anregen. Die Analyse von Fachbüchern, die in der Berufsausbildung eingesetzt werden, zeigt ebenfalls häufig diesen Typ von engen Fragen auf. Ohne tieferes Verständnis des Gelesenen können Auszubildende oft die Fragen beantworten, da es ausschließlich um die Reproduktion von Fakten, Definitionen und Erläuterungen geht. Weder kommt es hier zu einem qualitativen Wissenszuwachs noch zu einer Verankerung des neuen Wissens im Langzeitgedächtnis, geschweige denn zu einer Wissensanwendung.

Versuchen Sie die Fragen in dem folgenden Beispiel zu beantworten:

## Putze schützen und verschönern

Ein Malermeister wird gebeten, ein Angebot für einen Überholungsanstrich eines Wohn- und Geschäftshauses abzugeben. Bei der Untergrundprüfung stellt er fest, dass sowohl der Anstrich als auch der Putz stellenweise beschädigt sind.

**Putze** sind Schichten, die auf Wand- und Deckenflächen außen und innen aufgebracht werden.

Das Aussehen der Putzoberfläche ermöglicht dem Malermeister keine Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des Putzes. Er weiß aber, dass Außenputze aufgrund ihrer Wetterbeanspruchung nur zur Putzmörtelgruppe I, II oder III gehören können.

### Mineralische Außenputze

Der Außenputz soll einem Gebäude ein schönes Aussehen verleihen und das Mauerwerk vor Schäden bewahren. Er soll das Eindringen von Feuchtigkeit in den Wandbildner (Mauerwerk) verhindern.

Die DIN 18550 teilt mineralische Putze nach ihren Bindemitteln und Eigenschaften in Putzmörtelgruppen ein. Als Außenputze werden nur Putze der Putzmörtelgruppen P I bis P III eingesetzt (Tabelle).

Je nach Art und Beanspruchung können Putze ein- oder mehrlagig aufgebaut sein. Der Unterputz dient dem Ausgleich von Mauerwerksunebenheiten. Die äußere Lage oder Sichtseite des Putzes wird Oberputz genannt. Hier wird meist ein sogenannter Edelputz verarbeitet.

Putzmörtelgruppe	Bindemittelart	Einsatzbereiche
P I	Luft- und Wasserkalke	innen, selten außen
P II	Kalk-Zement-Gemische	Außen- und Innenputze
P III	Zemente	außen, besonders für Sockel
P IV	Baugipse	nur für innen

Putzmörtelgruppen nach DIN 18550

### Das Aussehen des Putzes

Die Putzweise richtet sich nach dem gewünschten Aussehen des Oberputzes: Je nachdem wie der Putz aufgebracht und strukturiert wird, unterscheidet man z. B. Kratzputz, Reibeputz, Spritzputz, Waschputz oder sonstige Oberflächenstrukturen.

Der Putz kann zur farbigen Gestaltung entweder vorher eingefärbt oder nachträglich mit einer farbigen Beschichtung versehen werden. Die Putzstruktur beeinflusst die spätere Verschmutzungsneigung und auch die Fähigkeit der Selbstreinigung durch Regen.

**Putzmörtel** sind Gemische aus mineralischen Bindemitteln, Zuschlagstoffen und Anmachwasser.

- Das verwendete Bindemittel (Kalk, Zement oder Kalk und Zement) verbindet die Sandkörner miteinander und bestimmt die Härte und Belastbarkeit des Putzes.
- Als Zuschlagstoffe werden Sande gleicher oder unterschiedlicher Körnung verwendet. Sie bestimmen in erster Linie die Oberflächenstruktur und damit das Aussehen des Putzes.
- Das Anmachwasser macht den Putzmörtel verarbeitbar und sorgt für hydraulische Erhärtung und Verfestigung des Mörtels.

Verarbeitungsfehler, die bei der Herstellung des Putzes gemacht wurden, können zu Putzschäden führen. Diese Schäden müssen vor Beginn der Beschichtungsarbeiten vom Maler und Lackierer erkannt und beseitigt werden.

Auf einem mineralischen Unterputz können als Oberputz auch Kunstharzputze eingesetzt werden. Sie unterscheiden sich in ihren Eigenschaften sehr von mineralischen Putzen.

### **Aufgaben**

1. Welche drei Ausgangsstoffe sind zur Herstellung eines Putzmörtels mindestens erforderlich?
2. Welcher Putzmörtelgruppe müssen Putze für Kelleraußenwände und Sockel angehören?
3. Welche Putzmörtelgruppen dürfen für Außenputze nicht eingesetzt werden? (vgl. Beermann/Oberhäuser/Weinhuber, 2006, S. 20, 21).

Wie Sie selbst feststellen konnten, können diese Fragestellungen durch alleinige Reproduktion der im Text enthaltenen Fakten und Erläuterungen beantwortet werden.

Der folgende Textausschnitt zur Standfestigkeit von Körpern ist dagegen nicht auf die Reproduktion der im Text enthaltenen Fakten und Erläuterungen ausgelegt, sondern zur Beantwortung der Fragen müssen Inhalte verstanden, verknüpft und auf neue Situationen transferiert werden.

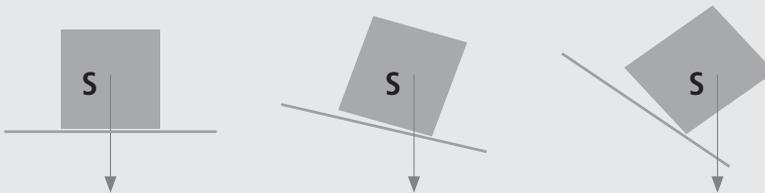
## Der schiefe Turm zu Pisa

### Von der Standfestigkeit der Körper

Wer hätte noch nicht von diesem berühmten Bauwerk gehört, das so schief steht, dass man glaubt, es falle jeden Augenblick um? Über 4 m hängt die Oberkante des Turms über die Grundfläche hinaus. Und dennoch steht er so geneigt schon über ein halbes Jahrtausend. Beim Anblick des schiefen Turms fragen wir:

Wann kippt eigentlich ein Körper?

**Ein Körper kippt, wenn die Senkrechte durch seinen Schwerpunkt nicht mehr durch seine Unterstützungsfläche geht.**



Je mehr Widerstand ein Körper gegen eine waagrecht durch seinen Schwerpunkt gehende Kraft leistet, desto größer ist seine Standfestigkeit.

**Die Standfestigkeit eines Körpers ist umso größer, a) je größer seine Unterstützungsfläche ist, b) je schwerer er ist, c) je näher der Schwerpunkt der Unterstützungsfläche liegt.**

Warum kippen weit ausladende mechanische Leitern und Kräne nicht um?

Der Schwerpunkt liegt, bedingt durch die Schwere der Fahrzeuge und z. T. durch zusätzliche Gewichte, auch bei größter Ausladung noch über der Unterstützungsfläche!

Beim menschlichen Körper liegt der Schwerpunkt im Unterleib zwischen den Beckenknochen.

1. Warum kippt ein mit Heu oder Getreide beladener Wagen leichter um als einer, der mit dem gleichen Gewicht Steine beladen ist?
2. Warum sind die Gittermaste elektrischer Leitungen nach unten verbreitert und haben Betonklötze als Fundament?
3. Welche Fußstellungen werden bei Sportarten wie Boxen, Fechten, Gewichtheben u. Ä. angewendet und warum gerade diese Fußstellungen?  
(vgl. Gerhardt u. a., 1975, S. 25 f.).

Die Mehrzahl der Fachtexte ist jedoch auf die Reproduktion der im Text enthaltenen Fakten und Erläuterungen ausgelegt. Es hilft daher bei der Verwendung von Fachtexten im Unterricht oder im Ausbildungsgeschehen häufig nur eines: Die Fra-

gen auszutauschen gegen Fragen, die überprüfen, ob der Auszubildende den Text wirklich verstanden hat, ob er ihn verarbeitet hat, d. h. zum Beispiel, ob er das Gelesene mit eigenen Beispielen illustrieren kann und ob er das Wissen auf andere Situationen übertragen und anwenden kann. Auch bei der Überprüfung, ob Auszubildende über ausreichendes fachliches Wissen verfügen, sollten Fragen zum Verständnis und nicht Fragen, die nur zu einer Reproduktion von Begriffen und Fakten führen, im Mittelpunkt stehen.

Insgesamt sind die Auszubildenden zu einer intensiveren Nutzung der Sprache sowohl in mündlicher als auch in schriftlicher Form heranzuführen.<sup>4</sup>

Ein erster Schritt zur intensiveren Nutzung kann die Aufforderung sein, die eigenen Handlungen begleitend zu kommentieren. Hier ist es sinnvoll, wenn man Zweierteams bildet und diese sich dann gegenseitig über ihre Vorgehensweise informieren und diese begründen:

- Was tue ich gerade und warum?
- Was werde ich weiterhin tun, was plane ich dazu?
- Wie bin ich mit dem Ergebnis zufrieden? (vgl. Hacker/Skell, 1993, S. 274).

Einen besonderen Stellenwert des sprachlichen Formulierens des eignen Tuns und damit eine Unterstützung und Anregung der Denktätigkeit sehen *Hacker/Skell*:

- „Beim Auftreten von Problemen: Lernende sollen immer dann zur ‚Offenlegung‘ ihrer Denktätigkeit aufgefordert werden, wenn sie bei der Aufgabenlösung auf Probleme stoßen. Dadurch wird das eigne Denken bewußter reflektiert und auf die entscheidenden Gegenstände und Bedingungen des Denkens und Handelns gerichtet. Gleichzeitig werden diese Vorgänge für die betreuende Lehrkraft durchsichtiger, was wiederum Voraussetzung für angemessene Hilfestellungen ist“ (Hacker/Skell, 1993, S. 276).
- Bei der Aneignung leistungsbestimmender Teiltätigkeiten: Leistungsbestimmende Teiltätigkeiten sind geistige Operationen oder Strategien, die grundlegend und auf andere Tätigkeiten übertragbar sind. Ohne deren Beherrschung ist die Erreichung der nächsten Lernstufe nicht möglich.
- Bei Handlungsbegründungen: Hier kann der Ausbilder/Berufsschullehrer erkennen, ob die Wahl zwischen den Handlungsalternativen zufällig erfolgte oder ob es einen Handlungsplan gibt und wie dieser aussieht.

Schwieriger wird es sein, Auszubildende davon zu überzeugen, dass schriftliche Arbeiten für die Aneignung und das Behalten von Fachwissen eine gute Hilfe sind und

---

4 Das Lerntagebuch (Kapitel 6) ist ein sehr gutes Instrument, um die Kommentierung des eigenen Denkens zu üben.

zugleich eine gute Kontrolle für beide Beteiligten, d. h. für den Lernenden und den Lehrenden, sich über den Wissens- und Problemlösestand zu informieren bzw. zu verständigen. In einem Modellversuch wird hier in neuer Form auf das Berichtsheft zurückgegriffen, das in der heutigen Ausbildung eher als Zwangsprozedur denn als Lernchance angesehen wird. Zur Bearbeitung im Berichtsheft werden wöchentlich konkrete Fragen zu dem Ausbildungsinhalt oder zu dem Ausbildungsverlauf gestellt, deren Beantwortung zugleich Grundlage für den Berufsschulunterricht sein können (siehe dazu Kapitel 6.4).

Den Erfolg eines systematischen Spracheinsatzes hat ein vom „Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation“ in Stuttgart in den 80er-Jahren entwickeltes und von der didaktisch-methodischen Vorgehensweise immer noch aktuelles Konzept „CNC-Grundlagenkurs“ bestätigt.

Ein gut vorbereiteter und geplanter Spracheinsatz erfolgte hier an verschiedenen Punkten:

Zur Schaffung einer Orientierungsgrundlage über das im Verlauf des Kurses verfolgte Lernziel wurde den Teilnehmern zu Beginn ein Videofilm über die Arbeitsweise einer CNC-Werkzeugmaschine gezeigt. Diese Arbeitsweise kommentierte ergänzend ein Sprecher. Bei einem erneuten Abspielen des Videos fehlte der Ton, und die Teilnehmer mussten die Kommentierung anstelle des Sprechers übernehmen.

Die Ausführung der einzelnen Lernaufgaben wurde im Zweierteam durchgeführt, und hier sind zur Unterstützung algorithmische und heuristische Regeln in Form von Lernkarten eingesetzt worden.<sup>5</sup> Für die ersten Tätigkeiten an der CNC-Werkzeugmaschine wurden – quasi als externe Gedächtnisstütze – die Schrittabfolgen der Bedienungstätigkeiten als algorithmische Regeln gemeinsam in der Lerngruppe formuliert und schriftlich festgehalten. Aus praktischen Gründen wurden diese Regeln dann auf kleinere Karten übertragen. Die eine Seite dieser Lernkarten trägt einen ausführlichen Satz, und auf der anderen Seite befindet sich eine Kurzform. Die gemeinsame Erarbeitung der algorithmischen Regeln soll sicherstellen, dass alle Teilnehmer der Lerngruppe auch den Gehalt der Regeln verstehen und nicht nur reproduzieren können. Mit der Formulierung von Lang- und Kurzform wird erreicht, dass durch Komprimierung des Sachverhalts auf wenige Begriffe das Arbeitsgedächtnis entlastet werden kann. Weiterhin kann durch die gemeinsame intensive Arbeit an der Langform verhindert werden, dass bei den Teilnehmern zu viele und ungenaue Vorstellungen bei der Nennung eines Begriffs in der Lerngruppe assoziiert werden. Lernkarten sind also auch ein Hilfsmittel, gute semantische Wissensnetze aufzubauen (siehe dazu Kapitel 2.1 und Kapitel 7).

---

5 Über den Einsatz dieser Regeln gibt es im Kapitel 9 mehr Informationen.

„Lernkartensatz ‚Anfahren und Abnullen‘ (ausführliche sprachliche Form)

1. Ich wähle die Betriebsart ‚Handbetrieb‘.
2. Ich kontrolliere, ob der Referenzpunkt in allen 3 Richtungen ohne Kollision des Fräasers mit dem Werkstück oder der Aufspannung angefahren werden kann. Gegebenenfalls fahre ich den Fräser frei!
3. Ich vergewissere mich, daß das Vorschubpotentiometer auf ‚Null‘ steht.
- ...
17. Ich fahre das Werkzeug in Z mindestens 10 mm frei.

(sprachlich verkürzte Form)

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. ‚Handbetrieb‘ anwählen  | Handbetrieb!            |
| 2. Kontrolliere, ob Referenzpunkt ohne Kollision angefahren werden kann! | Referenzpunktkontrolle! |
| 3. Steht Vorschub auf ‚Null‘?  | Vorschub ‚Null‘?        |
| ...  |                         |
| 17. Werkzeug in Z freifahren!  | Freifahren in Z!“       |

(Krogoll/Pohl/Wanner, 1988, S. 126–128).

In dem CLAUS-Konzept (CNC-Lernen, Arbeit und Sprache) wurden aber auch heuristische Regeln als Lernkarten eingesetzt. In einem Fall ging es um eine Kreisinterpolation, die bei der Umsetzung einer Lernaufgabe relevant war. Die Entscheidung für diese Art von Lernregeln wurde damit begründet, dass es um Entwicklungen geistiger Operationen geht, bei denen häufig Fehler gemacht werden.

Es gab einen weiteren systematisch geplanten Spracheinsatz: „Viermal während des gesamten Kursverlaufes wird jeder Teilnehmer einzeln angehalten, den gewählten Lösungsweg seiner Aufgabe in den entscheidenden Teilen zu begründen. Die Sequenzen dauern je Teilnehmer ca. 20–30 Minuten. Zunächst war dieses Mittel eigentlich vornehmlich als Erhebungsinstrument zum Lernprozeß und zum Lernergebnis vorgesehen. Zusätzlich hat es sich aber als ein effektives Lerninstrument für die Teilnehmer selbst erwiesen. Handlungsbegründungen manifestieren sich mit der Zeit zu Kontrollhandlungen des Lernenden“ (Krogoll/Pohl/Wanner, 1988, S. 71).

Eingebettet in ein Lern-/Arbeitsaufgabensystem<sup>6</sup> haben diese sprachgestützten Lernmethoden auch Lernungewohnte das Lernziel – eine Facharbeitertätigkeit an einer CNC-Werkzeugmaschine – erreichen lassen.

## Literatur

- Aebli, H.: Denken: das Ordnen des Tuns, Band II: Denkprozesse. Stuttgart 1981
- Beermann, W./Oberhäuser, B./Weinhuber, K.: Maler und Lackierer, Technologie mit Handlungsaufgaben, 4. Auflage. Troisdorf 2006
- Bourdieu, P.: Was heißt sprechen? Die Ökonomie des sprachlichen Tauschs. Wien 1990
- Funke, J.: Sprache und Denken: Einerlei oder Zweierlei? Einige Überlegungen aus Sicht der Psychologie. Heidelberg 1999
- Galperin, P. J.: Die Entwicklung der Untersuchungen über die Bildung geistiger Operationen. In: Hiebsch, H. (Hrsg.): Ergebnisse der sowjetischen Psychologie. Stuttgart 1969, S. 367–405
- Gerhardt, H./Kruse, E./Steinkopf, H./Stiegler, L.: Natur und Technik, 16. Auflage. Berlin 1975
- Hacker, W./Skell, W.: Lernen in der Arbeit. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). Berlin 1993
- Klieme, E./Baumert, J.: TIMSS als Startpunkt für Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung im Bildungswesen. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht. Bonn 2001, S. 5–9.
- Krogoll, T./Pohl, W./Wanner, C.: CNC-Grundlagenausbildung mit dem Konzept CLAUS, Schriftenreihe „HdA“, Bd. 94. Frankfurt (Main)/New York 1988
- Pahl, J.-P.: Berufsdidaktische Perspektive der Lern- und Arbeitsaufgaben. In: Holz, H. u. a. (Hrsg.): Lern- und Arbeitsaufgabenkonzepte in Theorie und Praxis. Berlin/Bonn 1998, S. 13–30
- Pinker, S.: Der Sprachinstinkt. Wie der Geist die Sprache bildet. München 1996
- Rubinstein, S. L.: Grundlagen der allgemeinen Psychologie. Berlin 1984
- Shepard, R. N.: The mental image. In: American Psychologist (1978), 33, S. 125–137
- Vygotskij, L. S.: Denken und Sprechen. Weinheim/Basel 2002
- Wood, D.: How children think and learn, 2. Auflage. Oxford 1998

---

6 Mithilfe von Lern- und Arbeitsaufgaben sollen Auszubildende sich systematisch die berufstypischen Tätigkeiten und die damit verbundenen Kompetenzen in der realen Arbeitsumgebung aneignen. Arbeitsplatznahe Lernen oder Lernen in der Arbeit bedeutet allerdings nicht, dass auf eine didaktisch-methodische Strukturierung des Lernprozesses verzichtet werden kann. Reale Arbeitsstrukturen enthalten Arbeitsaufgaben, welche in unterschiedlicher Art und Weise inhaltlich sowie arbeitsorganisatorisch bestimmt, abgegrenzt und verteilt sind. Mit dem Konzept der Lern- und Arbeitsaufgaben wird die Zielsetzung verfolgt, aus der Fülle von Arbeitsaufgaben jene herauszufiltern und zum Lerngegenstand der betrieblichen Ausbildung zu machen, die aufgrund der ihnen innewohnenden **lernhaltigen Situation** als Lern- und Arbeitsaufgaben konzipiert werden können, die den **Lernprozess initiieren** und damit für die Auszubildenden das **Erlernen von instrumentellen, strategischen und kommunikativen Arbeitshandlungen** und darüber hinaus die Befähigung zur **Mitgestaltung von Arbeit und Technik** ermöglichen können (vgl. Pahl, 1998, S. 21).



## 4 Eine gute Lernkultur beinhaltet eine positive Fehlerkultur

### Fehler haben keinen guten Ruf

Lernen ist immer mit Anstrengung und Mühe verbunden. Eine zusätzliche Anspannung durch die Angst, etwas falsch zu machen, dafür dann mindestens lächerlich gemacht zu werden oder gar in der einen oder anderen Form abgestraft zu werden, ist dem Lernprozess insgesamt wenig dienlich. Eine entspannte bzw. lernförderliche Lernatmosphäre sieht anders aus: Hier geht es nicht in erster Linie um die Bewertung, die Messung und den Vergleich der erbrachten Lernleistungen, sondern um die Bestätigung von Lernerfolgen und die Suche nach der Quelle der Misserfolge verbunden mit einer Aufmunterung, sich noch mehr anzustrengen. Leider ist unsere Gesellschaft und vor allem unser Bildungssystem immer noch geprägt von einer grundsätzlich negativen Bewertung von gemachten Fehlern. Dazu ein Beispiel aus der Wirtschaft: Bei den eingeführten Qualitätssicherungssystemen geht es auch immer um die Null-Fehler-Kultur. In einer Sendung des Südwestrundfunks (SWR) unter dem Titel „Der Irrtum ist der Schlüssel zum Erfolg – Warum wir eine neue Fehlerkultur brauchen“ wird diese rigide Null-Fehler-Kultur kritisiert. „Wenn man sich mal einen Mitarbeiter vorstellt, wie müsste der gestrickt sein, dass der wirklich fehlerfrei die ganze Zeit arbeitet? Dann muss das im Grunde genommen einer sein, der eigentlich eine unglaublich hohe Identifikation mit den Zielen des Unternehmens hat. Solche Mitarbeiter haben wir aber nicht. Untersuchungen zeigen, dass 50 bis 60 Prozent der Mitarbeiter eigentlich innerlich schon ausgestiegen sind. Das heißt, wenn man auf null Fehler orientiert ist, passiert ein einfacher psychologischer Mechanismus: Jeder guckt, dass er die Fehler vertuscht oder dass sie beim anderen hängen bleiben, auf jeden Fall nicht bei ihm. Wenn man aber sagen könnte, und zwar als eine Gesamtkultur im Unternehmen, darum geht es ja, Fehler sind eine wirkliche Lernchance, dann vermeidet man genau das, dass Fehler vertuscht werden, und spart dabei enorm Kosten“ (SWR, 2006, S. 8).

Letztlich haben wir uns immer noch nicht von der durch den Taylorismus geprägten Wirtschafts- und Gesellschaftskultur gelöst, die beinhaltet, dass wir uns nur an klar gesetzten Regeln, Modellen, Wegen, Vorgaben orientieren müssen, um sicher an das Ziel zu kommen, und alle Abweichungen als „Fehler“ zu betrachten sind, die nicht passieren dürfen. Und dass es Verantwortliche für die Planung und Vorbereitung gibt, Verantwortliche für die Durchführung und am Ende des jeweiligen Prozesses Verantwortliche für die Kontrolle!

In der Pädagogik kommt noch die Auffassung hinzu, dass Fehler trotz Lehrerkorrektur haften bleiben und den Aufbau eines richtigen Wissens stören können. Fehler sind also auf jeden Fall von vornherein zu vermeiden.

In der oben angeführten Sendung des SWR wird dagegen gerade für die Akzeptanz von Fehlern, Abweichungen in vielen Bereichen plädiert: „Gerade in kreativen Prozessen, sei es in der Wissenschaft, sei es in der Kunst, müssen wir Abweichungen vom normalen Weg ausprobieren. Die meisten dieser Abweichungen, das ist meine Erfahrung, führen zu nichts, aber manchmal findet man doch das Goldkorn. Und Fehler sind so etwas wie Regelverstöße, Abweichungen. Und ich denke schon, dass Fortschritt zunächst mal bedeutet, ich muss anders denken, ich muss was Neues wagen“ (SWR, 2006, S. 2).

Fehler sind Quellen von Erfindungen gewesen, das zeigt die Geschichte der Wissenschaften.

Somit stellt sich hier die Frage, ob Fehler im Lernprozess nicht eine andere Rolle haben und wie wir Fehler zukünftig besser nutzen können, um im Kontext einer positiven Fehlerkultur Lernprozesse zu befördern.

## 4.1 Die Bedeutung des Fehlers für den Lernprozess

Für den Begriff Fehler gibt es eine Vielzahl von Definitionen. Sie reichen von der „Abweichung von individuellen Absichten“ (Oser/Hascher/Spychiger, 1999, S. 11) hin zu der Beschreibung eines Fehlers als „*ein von einer Norm abweichender Sachverhalt oder Prozeß*“ (Rollett, 1999, S. 72). Je nachdem ob ein Fehler moralischer, sozialer oder fachlicher Natur ist, kann eine weitere Typisierung des Fehlers erfolgen. Aus der Definition von Fehlern lässt sich auf den ersten Blick ein Widerspruch zur Bedeutung des Fehlers für den Lernprozess ableiten. Fehler stehen den angestrebten Zielen und normerfüllenden Verhaltensweisen entgegen. Sie repräsentieren das, was als Ergebnis einer Handlung oder eines Lernprozesses **nicht** beabsichtigt ist. Dies führt zu der Fragestellung, inwieweit der Fehler bei der Lösung von Problemstellungen eine Rolle spielt. In der heutigen Zeit wird die Verantwortung für das eigene Lernen in der schulischen und beruflichen Ausbildung zunehmend auf die Lernenden übertragen, um die Lernenden auf ein kreatives selbstständiges Arbeiten in der Berufswelt vorzubereiten. Dazu müssen die Lernenden über Problemlöse- und Lernstrategien verfügen, die eine Auseinandersetzung mit immer neuen Aufgabenstellungen ermöglichen. Um die Effizienz und die Eignung eigener Ideen und Lösungsansätze in Bezug auf ein Problem einschätzen zu können, ist es weiterhin nötig, über ein Basiswissen bezüglich des Sachverhalts und der einsetzbaren Lösungsmethoden zu verfügen. Eine Abgrenzung zu Verfahren und Zusammenhängen, die für die Lösung des Problems nicht anwendbar sind, ist aber ebenso wichtig. Der Begriff des „negativen Wissens“<sup>1</sup> kennzeichnet diesbezüglich das deklarative und

---

1 Das negative Wissen wird auch als Fehlerwissen, Unterscheidungswissen und Abgrenzungswissen bezeichnet.

prozedurale „negative Wissen“ als Gegenstück zum positiven Wissen. Die Kenntnis über das negative Wissen bietet Abgrenzungsmöglichkeiten zwischen geeigneten Lösungsverfahren und solchen, die eine Fehlersituation zur Folge haben. Der Nutzen des Fehlers ist eindeutig im Erwerb von negativem Wissen zu sehen. Das eigene Fehlermachen und die Analyse der Fehlersituation führen zu einer Sensibilität gegenüber Fehlerquellen und ermöglicht die Aneignung von metakognitivem Wissen zur Vermeidung von Fehlern. Nur ein positiver, in den Lernprozess integrierter Umgang mit dem Fehler schafft dem Lernenden Raum, um kreative Methoden und Gedankengänge zur Problemlösung zu entwickeln, ohne durch die Angst vor folgenreichen Fehlleistungen eingeschränkt zu sein. Diese Art der Einbindung des Fehlers in den Lern- und Problemlöseprozess wird als positive Fehlerkultur bezeichnet. Wichtig für die Situation in der Berufsausbildung ist, den Lernenden durch geeignete didaktische Mittel und ein förderndes soziales Klima im Umgang mit den eigenen Fehlleistungen zu unterstützen. Dies wird insbesondere deutlich, wenn die Folgen eines negativen Umgangs mit Fehlern betrachtet werden.

## **4.2 Folgen eines negativen Umgangs mit Fehlern in Schule und Gesellschaft**

Wie bereits gesagt wird in unserer heutigen leistungsorientierten Gesellschaft dem fehlerhaften Verhalten meistens eine negative Bedeutung beigemessen. Der berufliche Alltag fordert nicht selten ein straffes Zeitmanagement und lässt wenig Raum, um fachliche Fehler bei der Arbeit zuzulassen. Zudem ist die Konkurrenz um gute Arbeitsplätze und Aufstiegsmöglichkeiten sehr hoch, deshalb darf sich der einzelne Arbeitnehmer keine „Blößen“ geben. Die Situation in der Familie unterscheidet sich oft nur wenig vom beruflichen Alltag. Sind beide Elternteile berufstätig, bleibt kaum Zeit dafür, sich mit sozialen oder schulischen „Fehlern“ von Kindern pädagogisch einfühlsam auseinanderzusetzen. Insbesondere dann, wenn Eltern stark überlastet sind, neigen sie zu emotional nicht angemessenen Reaktionen auf das Fehlverhalten ihrer Kinder. Es lässt sich beobachten, dass bereits Kinder im Vorschulalter häufig durch Bestrafung erfahren, dass ihre soziale Stellung in der Gruppe oder Familie eng an eine normerfüllende Verhaltensweise geknüpft ist. Können die Kinder die Erwartungen nicht erfüllen, die an sie gestellt werden, reagieren sie häufig mit Schamgefühl. Es entstehen bereits in diesem kindlichen Alter negative Emotionen, die mit einer „falschen“ Verhaltensweise eng verknüpft sind. Während der Schulzeit werden diese negativen Gefühle oftmals verstärkt. Kinder und heranwachsende Jugendliche müssen sich im Schulunterricht einer ständigen Bewertung der eigenen Fertigkeiten und Fähigkeiten unterziehen. Fehlleistungen im Unterrichtsgeschehen und insbesondere in Prüfungssituationen resultieren in einer schlechten Leistungsbewertung,

die es aus Sicht der Schüler zu vermeiden gilt. Lernende werden damit konfrontiert, dass das Zeigen von Fehlern beim Lernprozess im ungünstigsten Fall zu einer demütigenden und belustigenden Situation im Klassenverband führen kann. Wird der Unterricht als eine Leistungs- und nicht als Lernsituation empfunden, dann schlägt das auch auf die Offenheit der Schüler zurück, Neues auszuprobieren, bei noch nicht Verstandenem nachzufragen. Verbindliche Anforderungen und feste Bewertungsmaßstäbe lassen Misserfolge oder Erfolge als Resultat individueller Anstrengungen zuordnen. Als Folge treten in vielen Fällen negative Empfindungen im Zusammenhang mit schulischen Fehlleistungen auf. Diese können zu einer emotionalen Überforderung der Lernenden im Unterricht führen, die sich zu Lernblockaden verfestigen können. Die Schüler verspüren das Bedürfnis, sich diesen Leistungssituationen zu entziehen. Es entstehen – wie *Rollett* sie nennt – „Antiflowgefühle“. Die Reaktion der Schüler spiegelt sich in unterschiedlichen Verhaltensweisen wider. Sie reichen vom Ausweichen in Leistungssituationen bis hin zum Zeigen suboptimaler Leistungen, um die an sie gestellten Erwartungshaltungen und den Leistungsdruck zu reduzieren (vgl. *Rollett*, 1999, S. 76).

Auch *Chott* erklärt das zu beobachtende Verhalten vieler Lernenden, sich nicht mit den eigenen Fehlern auseinandersetzen zu wollen, als nachvollziehbare Verhaltenskonsequenz: Die Schüler versuchen, sich „dieser selbstwertbedrohenden, emotional negativ erlebten Anstrengung durch den aktiven Einsatz von Vermeidungsstrategien zu entziehen“ (*Chott*, 1999, S. 5).

### 4.3 Klassifizierung von Fehlleistungen

Nicht jeder Fehler ist es nun wert, intensiv betrachtet zu werden und den Fehlermachenden pädagogisch zu belehren. Es ist grundsätzlich zwischen Fehlleistungen zu unterscheiden, die eine hilfreiche, oft unerlässliche Funktion für die Lösungsfindung eines Problems haben, den sogenannten „guten Fehlern“, und solchen, die es grundsätzlich zu vermeiden gilt (vgl. *Weinert*, 1999, S. 104). Um einen „guten“ Fehler sinnvoll in den Lernprozess zu integrieren, ist es notwendig, diesen als solchen zu erkennen und den Nutzen des Fehlers für das Verständnis der Aufgabenstellung angemessen zu bewerten. Ebenso ist es für die Unterrichtsgestaltung und die Förderung der einzelnen Schüler von Bedeutung, die individuellen Fehlleistungen seitens der Lehrperson richtig einzuschätzen, um geeignete didaktische Methoden und Lernhilfen zur Beseitigung der Fehler einzusetzen. Erst wenn die Art einer Fehlleistung richtig eingeschätzt wird, ist es möglich, geeignete Fehlervermeidungsstrategien zu entwickeln.

Die nachfolgende Klassifizierung von Fehlleistungen nach *Guldimann/Zutavern* bietet eine geeignete Grundlage zur Einschätzung individueller Fehler (vgl. *Guldimann/Zutavern*, 1999, S. 242 f.).

Abbildung 1: Klassifizierung von Fehlleistungen

		deklaratives Wissen	
		vorhanden	nicht vorhanden
prozedurales Wissen und Strategien	vorhanden	Fehler	Irrtum I
	nicht vorhanden	Irrtum II	Unfähigkeit

Quelle: Vgl. Guldemann/Zutavern, 1999, S. 242.

Die Differenzierung von Fehlleistungen erfolgt hier nach dem Vorhandensein von prozeduralem und deklarativem Wissen:

- *Fehler*  
In diesem Fall besitzt der Schüler ein ausreichendes Wissen über die zur Lösung der Aufgabenstellung nötigen Sachinhalte und Methoden. Der Fehler hat seinen Ursprung z. B. in ungenügendem Wissen um Lösungsstrategien, oder der Schüler weiß nicht, ob eine Methode bzw. ein Sachverhalt auf die vorliegende Problemstellung anwendbar ist. Ebenfalls kann es sein, dass persönliche Bedingungen, ein schlechtes Zeitmanagement oder ein negatives Klassenklima für die Fehlleistung verantwortlich sind.
- *Irrtum I*  
Der Schüler hat zwar ein ausreichendes Wissen bezüglich der Methoden und Strategien, die zur Lösung einer Aufgabenstellung notwendig sind, kann diese jedoch nicht nutzen, da ihm die Sachinhalte der behandelten Thematik nicht vertraut sind.
- *Irrtum II*  
Im Gegensatz zum *Irrtum I* fehlt es den Schülern statt an deklarativem Wissen an Strategien und Methoden zur Aufgabenbewältigung. Sie kennen wohl relevante Sachinhalte einer Thematik, können diese jedoch nicht in Beziehung zueinander setzen.
- *Unfähigkeit*  
Sind weder Sachwissen noch prozedurales Wissen verfügbar, so ist der Lernende zur Lösung einer Aufgabenstellung unfähig.

Nach dieser Kategorisierung bietet ein Fehler gegenüber einem Irrtum grundsätzlich Lernchancen, da er seinen Ursprung in falschen Schlussfolgerungen, mangelnder Erfahrung bei der Anwendung von Problemlösestrategien hat oder auf negative äußere Faktoren, wie beispielsweise ein schlechtes soziales Klima im Klassenverband,

zurückzuführen ist (vgl. Guldemann/Zutavern, 1999, S. 243). Hingegen sind „Irrtümer“ allgemein als Lernbarrieren einzustufen, die einen weiteren Lernfortschritt erschweren. Insbesondere dann, wenn es um falsches prozedurales Wissen geht, müssen die Fehlerquellen umgehend behoben werden. Eine falsch erlernte Methode lässt sich nur schwer wieder korrigieren und resultiert oftmals in einer sich ständig wiederholenden Fehlleistung (vgl. Weinert, 1999, S. 104).

Grundsätzlich kann einer Fehlleistung, die auf Irrtümer oder Fehler zurückzuführen ist, durch eine positive Fehlerkultur entgegengewirkt werden. Der Lehrperson stehen unterschiedliche Werkzeuge und Techniken zur Verfügung, um dem Lernenden metakognitives Wissen im Umgang mit dem Fehler zu vermitteln. Es lassen sich diesbezüglich vier metakognitive Teilschritte in Fehlersituationen formulieren (vgl. Guldemann/Zutavern, 1999, S. 245):

#### **1. Fehlersensibilität**

Der Lernende erkennt die Fehlersituation.

#### **2. Fehleranalyse**

Der Lernende analysiert die Fehlersituation im Hinblick auf Fehler und Irrtümer.

#### **3. Fehlerkorrektur**

Die Korrektur von Fehlleistungen durch Ergänzung des deklarativen oder prozeduralen Wissens bzw. der Wahl einer geeigneten Lösungsstrategie.

#### **4. Fehlerprävention**

Erlernen von Fehlervermeidungsstrategien.

### **4.4 Umsetzung einer positiven Fehlerkultur**

Fehler der Lernenden können neben der individuellen Zuschreibung auch auf didaktische Ursachen zurückgeführt werden, d. h., es können Fehler auftreten, die darauf zurückzuführen sind, dass sich die Schüler einer bestimmten vorherrschenden didaktischen Kultur angepasst haben.

Wenn im Unterricht mehr Wert auf Faktenwissen gelegt wird und wenn das Verständnis für Zusammenhänge sowohl bei der Vermittlung als auch bei den Lernzielkontrollen keine Rolle spielt, orientieren sich die Lernenden auch an diesen reduzierten Bildungszielen. Geht es nie darum, andere Lösungswege zu finden und auszuprobieren, präsentiertes Wissen und Problemlösungen kritisch zu hinterfragen, dann ist auch nicht zu erwarten, dass Schüler sich hier besonders engagieren. Sie passen sich funktional an und suchen nur nach der von der Lehrperson erwarteten einen richtigen Antwort, und diese gibt es ja auch nach ihrer Erfahrung. Schulisches Problemlösen, das sich so ausrichtet, bezeichnet man in der Lernpsychologie als Kapitänssymptomatik. Was beinhaltet das genau? Lernende gehen beim Aufgabenlösen antwortorientiert statt verstehensorientiert vor. Sie lösen Probleme rein

mechanisch, statt zu versuchen, sie inhaltlich zu verstehen. Sie finden auch Lösungen für unbestimmte, unmögliche oder falsche Fragestellungen, da sie ja erfahren haben, dass es in der Schule für gestellte Aufgaben immer eine Lösung geben muss. Auch bei Schwierigkeiten werden sie nicht unsicher und fragen sich nicht, ob es überhaupt eine Lösung geben kann (vgl. Reusser, 1999, S. 210).

Dazu liefert *Reusser* gute Beispiele, eines sei hier herausgegriffen.

### „Schiffe im Hafen

Gestern fuhren 33 Schiffe in den Hafen ein, und 54 Schiffe verließen den Hafen. Gestern mittag waren 40 Schiffe im Hafen: Wie viele Schiffe waren gestern abend noch im Hafen?

Diese Aufgabe wurde 101 Viert- und Fünftkläblern vorgelegt (Reusser, 1988) mit dem Ergebnis,

- daß 100 Kinder eine Lösung produzierten und nur gerade ein Fünftkläbler die Aufgabe als unterbestimmt zurückwies;
- daß nur 28 Kinder an ihrem Ergebnis zweifelten, als sie nach der Aufgabenlösung aufgefordert wurden, den Grad ihrer Lösungssicherheit einzuschätzen;
- daß bei der Aufforderung, sich nach der Lösung zur Aufgabe frei zu äußern, nur gerade 8 Schüler angaben, die Aufgabe sei irgendwie schwierig oder komisch – dem Unbehagen aber nicht auf den Grund gingen (Reusser, 1999, S. 211).

„In der Schule hat doch jede Aufgabe eine Lösung“ (Reusser, 1999, S. 211), so die Aussage eines Siebtkläblers.

*Schoenfeld* (1988, 1992) untersuchte typische Vorstellungen von Schülern über das Wesen der Mathematik. Die Auffassungen, die die Lernenden äußerten, unterstreichen die von *Reusser* ermittelten Ergebnisse zur o. g. Kapitänssymptomatik. Folgende Auffassungen bezogen auf den Mathematikbereich sind danach sehr weit verbreitet:

- Mathematische Aufgaben haben genau eine richtige Lösungsantwort.
- Für jede beliebige mathematische Aufgabe gibt es nur einen Lösungsweg – üblicherweise das Lösungsverfahren, das die Lehrkraft kürzlich im Unterricht demonstriert hat.
- Durchschnittliche Schüler können nicht erwarten, Mathematik zu verstehen. Für diese Lernenden besteht lediglich die Möglichkeit, Mathematik mechanisch und ohne Verständnis auswendig zu lernen.
- Mathematik ist eine „einsame“ Angelegenheit, die von Einzelpersonen alleine betrieben wird.

- Ein Lernender, der mathematische Lerninhalte verstanden hat, kann jedes Problem innerhalb von fünf Minuten lösen.
- Schulmathematik hat wenig bzw. gar nichts mit der realen Welt zu tun.
- Mathematik ist ein formales System, für das Entdecken und Erfinden nicht bedeutsam ist.

Diese sogenannten epistemologischen Überzeugungen – hier für den Bereich Mathematik verallgemeinert – gelten offensichtlich nicht nur für den Bereich Mathematik und beschränken sich auch nicht auf den Schulbereich. In mehreren Seminaren für Studierende des Lehramtes an berufsbildenden Schulen haben wir einen in der ZEIT von *W. Meyer* abgedruckten Text eingesetzt, den dieser selbst in der Schule bearbeiten ließ, mit der Erfahrung, dass keiner der künftigen Abiturienten den Text als Schwachsinn entlarvte.<sup>2</sup>

### Die dispensorische Erziehungstheorie

Was den denkenden Menschen von anderen unterscheidet, ist seine Kritikfähigkeit. Kulturen entstehen und gehen unter. Dies ist ein Gesetz allen biologischen Lebens. Eine strukturelle Dialektik zwischen Innovation und Stagnation ist allumfassend konstatierbar. Schon die griechischen Philosophen, und dort vor allem Euklypos, haben auf diesen Sachverhalt hingewiesen. Die gilt sogar für das Klima und die Folge der Jahreszeiten. Die menschliche Gesellschaft gleicht so einem Garten, in dem die prächtigsten Pflanzen neben häßlichem Unkraut gedeihen. Um einen Eisschrank zu erwerben, muß ein Arbeiter in England zehn Stunden arbeiten, in Argentinien etwa zehnmal soviel. Demgegenüber gibt es kaum ein Dorf in Afrika, in dem nicht ein Transistorradio anzutreffen wäre. Die Erziehung in Afrika unterscheidet sich von der Erziehung in Amerika oder Europa. Die Gültigkeit einer mathematischen Formel ist nicht durch Kontinente begrenzt. Gegenstand der Naturwissenschaft ist die Natur. Wenn Naturwissenschaft alles ist, so ist auch alles Gegenstand der Naturwissenschaft. Feld, Wald, Transistorradios und Menschen bilden so eine Einheit im Ganzen. Im Boxsport kommt es darauf an, den Gegner k.o. zu schlagen. Der Stärkere gewinnt gegen den Schwächeren. Schönheit als Kategorie der Natur spielt im Boxsport keine Rolle. Die Phänomene der Welt müssen beschrieben und geordnet werden, bevor sie in Theorie gebracht werden können. Nichts anderes ist die Grundlage der dispensorischen Theorie, die den Anspruch erhebt, die Phänome-

2 Der Text erschien in der Zeitung „DIE ZEIT“ (Nr. 45 vom 30.10.1981) unter dem Titel „Wolfgang Meyer: Der Gipfel der Gläubigkeit. Wie eine Nonsens-Theorie ernst genommen wird“. Die Fragestellungen am Ende des Textes haben wir leicht verändert.

ne der Welt in ihrer Totalität zu erfassen. Versucht man diese Theorie auf die Erziehung anzuwenden, so heißt dies, eine allumfassende Theorie der Erziehung zu begründen, die ihre Bestätigung letztlich in der Praxis erfährt, wobei Praxis im einfachen Sinne als individuelles und gesellschaftliches Handeln verstanden werden soll. Die dispensorische Erziehungstheorie ist somit nicht nur erkenntnistheoretisches Prinzip, sondern bedeutet vor allem Handlungsorientierung zu Veränderung und Verbesserung individueller und sozialer Lebensbedingungen, die die kulturellen und gesellschaftlichen Unterschiede tendenziell aufzuheben vermag (aus: Reyem, W.: Dispensorische Theorie und kritische Gesellschaft, Oldenburg 1990, S. 33)<sup>3</sup>.

**Aufgaben:**

1. Geben Sie in eigenen Worten die Ziele der dispensorischen Erziehungstheorie wieder!
2. Umreißen Sie kurz das Menschenbild, welches hier deutlich wird!
3. Wie könnte man den wissenschaftstheoretischen bzw. philosophischen Hintergrund der Theorie skizzieren?
4. Welche Methodik scheint hier durch?

Von den knapp hundert Studierenden, die den Text über die dispensorische Erziehungstheorie bearbeiteten, haben nur unter zehn Prozent den Text mehr oder weniger als nicht bearbeitbar zurückgewiesen. Über neunzig Prozent dagegen haben sich mit dem Text auseinandergesetzt, zum Teil sich sogar Skizzen angefertigt und denselben Unsinn als Antwort wiederholt. Dazu einige Auszüge aus den Antworten:

„Aufgrund der Kritikfähigkeit des Menschen zeichnet sich grundsätzlich eine strukturelle Dialektik zwischen Innovation und Stagnation in allen Bereichen des biologischen Lebens ab. In der Naturwissenschaft sieht der Autor eine Einheit im Ganzen, denn diese baut auf der Natur, d. h. auf allem, auf. Um eine dispensorische Erziehungstheorie zu schaffen, die erzieherische Phänomene in ihrer Totalität erfassen soll, müssen diese Phänomene der Praxis zunächst in der Naturwissenschaft beschrieben und geordnet werden.“

„Die dispensorische Erziehungstheorie ist charakterisiert durch das theoretische Erkennen und Einordnen ‚aller‘ und das darauf folgende für alle geltende und gleichmachende Handeln.“

„Das Ziel der dispensorischen Erziehungstheorie liegt darin, dass Phänomene der Welt beschrieben und geordnet werden, bevor sie in eine Theorie gebracht werden können.“

---

3 Es handelt sich hierbei um eine fiktive Quellenangabe, um die Glaubhaftigkeit zu erhöhen.

*Reusser*, der den Text 11 Pädagogikstudierenden vorlegte, hatte überhaupt keine Zweifler!<sup>4</sup>

Die Ursachen, die *Reusser* für diese „Kapitänsymptomatik“ herausgearbeitet hat, können auch für den Universitätsbereich geltend gemacht werden: Schüler und Studenten

- gehen beim Aufgabenlösen häufig „antwortorientiert“ statt „verstehensorientiert“ vor,
- lösen Probleme rein mechanisch, ohne sie inhaltlich zu verstehen,
- fragen sich bei Schwierigkeiten selten, ob eine Aufgabe überhaupt lösbar ist,
- orientieren sich bei ihrem Problemlöseverhalten an Schlüsselwörtern und setzen sich kaum tiefer mit dem Inhalt auseinander,
- überprüfen nicht die gesamte Aufgaben auf inhaltliche Konsistenz und eventuell vorhandene Widersprüche (vgl. *Reusser*, 1999, S. 210).

Über die hier angesprochene grundsätzliche Problematik geben wir im Folgenden einen Überblick über typische Interaktionen in Fehlersituationen und stellen deren Gefahren und Möglichkeiten zusammen (vgl. *Oser/Hascher/Spychiger*, 1999, S. 25 f.).

#### Schwachstellen und Fehler vorwegnehmen

Stellt die Lehrperson vor der eigentlichen Bearbeitung einer Problemstellung oder bei der Einführung einer neuen Themenstellung im Unterricht mögliche Fehlerquellen umfassend zusammen, so spricht man von einer Antizipation der Schwachstellen. Die Lehrperson erhofft sich durch die Präsentation häufig auftretender Fehler, den Schülern die Möglichkeit zu geben, diese bereits von vornherein zu vermeiden. Außerdem trägt die hiermit verbundene Erklärung oftmals zum Gesamtverständnis einer Thematik bei. Auch wenn die Vorwegnahme möglicher Fehlerquellen das positive und negative Wissen insbesondere bei der Problemlösung vergrößert, ist die Effizienz einer solchen Vorgehensweise fraglich. Das eigentliche Erleben der Fehlersituation und die damit verbundenen Emotionen seitens der Schüler entfallen. Auf diese Weise ist es den Lernenden nur schwer möglich, metakognitives Wissen im Umgang mit Fehlern aufzubauen. Ebenso ist fraglich, ob ein „theoretisch“ erlernter Fehler den Schülern nachhaltig im Bewusstsein bleibt. Die eigene Fehlerhandlung verspricht in jedem Fall mehr Erfolg, wenn es um die spätere Vermeidung von Fehlern in Prüfungssituationen oder im beruflichen Alltag geht.

4 Wie problematisch dieses fehlende Hinterfragen von Sinn und Wahrheit auch in der akademischen Welt ist, zeigt die Sokal-Affäre. Ein amerikanischer Wissenschaftler – A. D. Sokal – verfasste absichtlich einen inhaltsleeren sprachlich verquasteten Text und reichte ihn bei einer renommierten Zeitschrift ein. Diese druckte den Text tatsächlich ab (siehe dazu *Wacquant*, 1997) und löste damit eine heftige Diskussion aus.

### Publikmachen von Fehlern

Das Publikmachen von Schlüsselstellen und häufigen Fehlerquellen bei der Bearbeitung von Aufgabenstellungen trägt grundsätzlich zur Erweiterung des negativen Wissens bei. Um den Fehler wirklich positiv für den Lernprozess nutzen zu können, kommt es hierbei ganz entscheidend darauf an, wie mit der Fehlleistung umgegangen wird. Wird ein Schüler beispielsweise aufgefordert, seine Fehlleistung der Klasse gegenüber zu präsentieren, kann es zu Belustigungen seiner Mitschüler kommen, die eine Verstärkung negativer Emotionen im Zusammenhang mit Fehlleistungen zur Folge hätten. Das ist ebenfalls der Fall, wenn Ergebnisse und Fehler einer Leistungskontrolle namentlich zur Schau gestellt werden, deshalb ist ein solcher Umgang mit Fehlleistungen zu vermeiden. Ein positives und lernförderndes Publikmachen von Fehlern ist hingegen in der anonymen Zusammenfassung aufgetretener Fehler zu sehen. Hierbei weist die Lehrperson nach Beendigung der Bearbeitung einer Aufgabenstellung selbst auf häufig beobachtete Fehler hin, ohne die Schüler dabei einzeln zu benennen oder anzusprechen. Auch zusätzliche Übungsstunden, die eigens zur Akzentuierung von Fehlerquellen eingeführt werden, sind hilfreiche Mittel, die auf eine Fehlervermeidung durch Fehlerwissen abzielen. „Das Lernen aus Fehlern“ als Intention der Übungsstunde sollte aber bekannt sein, sodass das Lösen von Aufgabenstellungen vor einem größeren Publikum (z. B. an der Tafel) auch im Fehlerfall keine negativen Emotionen erzeugt.

### Bermuda-Dreieck der Fehlerkorrektur

Mit dem Bermuda-Dreieck der Fehlerkorrektur wird folgende im Schulunterricht häufig auftretende Lernsituation bezeichnet: Die Lehrperson fordert einen Schüler zur Beantwortung einer Fragestellung oder zur Lösung eines Problems auf. Verfügt der Schüler anscheinend nicht über das nötige Wissen, das heißt, beantwortet er die Fragestellung nicht schnell genug oder falsch, wird nicht weiter auf die Fehlleistung des Schülers eingegangen. Stattdessen fordert die Lehrperson sofort einen anderen Schüler auf, der im positiven Fall die Frage beantworten kann. Der zuerst aufgeforderte Schüler empfindet die Verbesserung im günstigsten Fall als eine freundliche Unterstützung, im ungünstigsten Fall wird diese Korrektur als ein Bewusstmachen des eigenen Unvermögens und als Rüge für nicht erbrachte kognitive Leistungen aufgefasst. Vorteilhafter ist es, wenn Schüler und Lehrer gemeinsam die Ursache für den Fehler suchen.

An den hier vorgestellten Beispielen lässt sich zeigen, dass für ein lernunterstützendes positives Fehlerbewusstsein bestimmte Voraussetzungen zu schaffen sind.

## Voraussetzungen für die Einführung einer positiven Fehlerkultur im Unterricht

Der Pädagoge besitzt eine Schlüsselrolle, wenn es um die Einführung einer positiven Fehlerkultur in den Unterricht geht. Soziale und fachliche Kompetenzen sowie ein profundes Wissen über den Lernprozess ermöglichen erst den positiven Umgang mit Fehlersituationen im Unterricht.

Für *Chott* kommt noch „die Kenntnis diverser Fehlvorstellungen sowie das Verständnis falscher Gedankengänge“ (*Chott*, 1999, S. 11) hinzu.

Die zur Förderung einer positiven Fehlerkultur notwendigen Interaktionen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen (vgl. *Spychiger* u. a., 1999, S. 46 f. sowie *Rollett*, 1999, S. 84 und *Guldemann/Zutavern*, 1999, S. 249):

- **Nutzung der Fehlersituation im Lernprozess**

Um den Fehler sinnvoll in den Lernprozess mit einzubeziehen, ist es notwendig, dass die Lehrperson eine Einschätzung der Fehlerursachen vornimmt. Die Reaktion und der Umgang mit der Fehlleistung müssen in Abhängigkeit von der individuellen Situation erfolgen. Die Lehrperson muss über eine ausreichende soziale Kompetenz und ein personenbezogenes Wissen verfügen, um ihre Reaktion dem jeweiligen Schüler anzupassen. Dabei muss sie in der Lage sein, ihre eigenen Emotionen zu kontrollieren. Bei manchen Schüler kann durchaus eine „gewisse Härte“ bei der Interaktion förderlich sein, während andere Lerner sehr vorsichtig zu „behandeln“ sind.

Wichtig ist es, dass die Lehrperson in der Lage ist, sich in die Gedankengänge der Schüler hineinzusetzen und somit die Fehlersituation zum Lernen durch Einsicht genutzt wird.

- **Fehler zulassen**

Die Lehrperson muss dazu bereit sein, den Fehler während des Problemlöseprozesses zuzulassen, und ein Arbeitsklima schaffen, das einen unverkrampften Umgang mit Fehlleistungen ermöglicht. Dies bedeutet, dass eine Leistungsbewertung während der Erarbeitungs- und Übungsphase nicht erfolgen darf. Es ist darauf zu achten, dass die Wahl der didaktischen Methoden nicht zu einer beschämenden Bloßstellung der individuellen Fehlleistungen einzelner Schüler führt. So ist zum Beispiel das Publizieren individueller Fehlleistungen nicht immer als geeignete didaktische Methode zu sehen, um Fehler im Klassenverband als Diskussionsgegenstand zu nutzen. Ein solches Vorgehen sollte in Abhängigkeit vom sozialen Klima in der Klasse erfolgen. Außerdem darf die Körpersprache der Lehrperson nicht ablehnend wirken. Während der Fehlersituation sollte die Lehrperson dem Schüler zugewandt sein und Blickkontakt halten.

*Chott* spricht noch einen anderen ganz wichtigen Aspekt an:

„Auf Seiten der Lehrpersonen erscheint mir die Bekämpfung des permanenten Vermischens von Fehlermachen und Leistungsbeurteilung in Lernsituationen im Unterricht vordringlich. Das bedeutet, die Leistungsmessung und -beurteilung möglichst klar vom Lernprozess im Unterricht abzutrennen und im Ablauf relativ spät anzusiedeln ... und, wo möglich, individuell unterschiedlich zu gestalten“ (Chott, 1999, S. 7).

Falls das soziale Klima dem Lernprozess grundsätzlich entgegenwirkt, sollten didaktische Mittel zur Verbesserung der Kooperation von Schülern, wie z. B. Gruppenarbeit, vermehrt eingesetzt werden. Ein positiver und öffentlicher Umgang mit eigenen Fehlern seitens der Lehrperson erleichtert es den Lernenden, mögliche bzw. auftretende Fehler beim Lernprozess zu akzeptieren und die Fehlleistung nicht als peinliche Situation zu empfinden. Fehler durch die Lehrperson bei der Instruktion bzw. Erarbeitung von fachlichen Inhalten sind hiervon allerdings ausgenommen, solche Fehler tragen generell nicht zu einer Verbesserung des Lernprozesses bei.

Dessen ungeachtet fördert der aufrichtige Umgang mit den eigenen fachlichen Fehlern durch die Lehrkraft ein kritisches Hinterfragen der Schüler. Dies ist ferner eine Chance, das autoritätstreue Nachbeten zu durchbrechen.

- **Die Verantwortung für den Lernprozess auf den Schüler übertragen**

Die Lehrperson sollte den Schülern ein selbstständiges, eigenverantwortliches Lernen ermöglichen. Ein Vertrauensvorschuss bei der Bearbeitung von Problemstellungen und beim Suchen von Fehlerquellen ermöglicht es dem Schüler bzw. dem Lernenden, sein metakognitives Wissen zu erweitern. Der Lehrer steht dem Lernenden hierbei hilfsbereit zur Seite und unterstützt ihn mit Techniken und Methoden wie beispielsweise dem Lerntagebuch oder Arbeitsheft.<sup>5</sup> Das fehler-spezifische Feedback und die Einübung der korrekten Vorgehensweise zeigen sich im folgenden Strukturmodell.

### Strukturmodell einer Fehlerbearbeitung

- Identifikation,
- Deskription,
- Exploration,
- Klassifikation und Typisierung des Fehlers,
- Fehlertherapie (mit Selbst- und/oder Fremdkorrektur) (vgl. Kaufmann, 1996, 233–252).

---

5 Über den Einsatz des Lerntagebuches gibt es im Kapitel 6 mehr Informationen.

## Welche Lernarrangements fördern eine positive Fehlerkultur?

Mit der Handlungsorientierung in der Berufsausbildung sind gute Voraussetzungen für ein selbstständiges Lernen und ein Lernen aus Fehlern gegeben. Allein reicht das aber nicht aus; der den Lernprozess begleitende Pädagoge muss vor allem die individuelle und gemeinsame Reflexion über den Lernprozess anregen, begleiten und fördern. Dazu stellen wir hier einige Möglichkeiten vor, die z. T. in diesem Handbuch auch an anderer Stelle im Detail erläutert werden. Vorab möchten wir aber die besondere Relevanz des Lernens an und in konkreten Handlungen/Problemen herausstellen.

### Komplexe praxisnahe Aufgabenstellung

Die Formulierung der Aufgabenstellungen besitzt eine wesentliche Funktion für das Lern- und Problemlöseverhalten der Schüler und deren Effektivität. Beziehen sich die Aufgaben auf künstlich generierte Problemstellungen, deren Ziel es ist, einzelne Lösungsschritte in wohldefinierter Form wieder und wieder zu üben, ist das nicht nur wenig motivierend, sondern ermutigt den Lernenden auch nicht, sich mit dem Problem auseinanderzusetzen. Nicht selten werden Aufgabenstellungen vor allem in mathematischen Bereichen so formuliert, dass ein einfaches Kombinieren der Größenangaben zum richtigen Ergebnis führt. Der Lernende kann solche Aufgaben durch einfaches Formeleinsetzen schematisch lösen. Eine solche Wahl der Aufgabenstellung bereitet den Lernenden weder auf praktische Problemsituationen im Berufsleben vor, noch werden ihm Handlungsräume zur Entwicklung eigener Fehlervermeidungsstrategien geboten. Vorteilhaft für die Entwicklung von negativem Wissen sind hingegen Problemstellungen, deren Lösungsschritte dem Lernenden nicht bereits durch gezielte Fragestellungen präsentiert werden, wie es zum Beispiel bei umfangreichen Projektaufgaben der Fall ist. Das Gleiche gilt für mathematische Textaufgaben, die praxisbezogen sind, mehrere Lösungswege erlauben und ein Angebot an Informationen aufweisen, das über die zur Lösung nötigen Größen hinausreicht. Der Lernende erhält dann die Möglichkeit, die Aufgabenstellungen selbstständig zu interpretieren und kreativ eigene Lösungsstrategien zu entwickeln.

Erst durch solche Freiräume wird bei einem zur Lösung der Aufgabenstellung ausreichenden deklarativen und prozeduralen Wissen das Erleben der Fehlersituation ermöglicht (vgl. Guldemann/Zutavern, 1999, S. 225 sowie Reusser, 1999, S. 225 f.).

Gerade Lern-/Arbeitsaufgaben, die durch das Lernfeldkonzept und die geschäftsprozessorientierte betriebliche Ausbildung generiert werden, ermöglichen diesen Spielraum in der Bearbeitung. Damit kann einerseits die Kreativität der Auszubildenden geweckt werden. Andererseits kommen aber auch Irrwege vor, die nun als gute Lernchancen für alle analysiert und kommentiert werden können.

### **Ausführungsmodell**

Beim Ausführungsmodell stellen die Lehrperson oder ein Schüler einen eigenen Lösungsvorschlag für eine Problemstellung vor (vgl. Guldemann/Zutavern, 1999, S. 237).<sup>6</sup> Die vortragende Person erklärt hierbei detailliert die eigenen Denkprozesse mit den zugehörigen Fehlerquellen als Einzelschritte des Problemlösevorgangs. Die Zuhörenden können die präsentierte Lösungsstrategie und die Fehler auf dem Weg zur Problembewältigung mit ihren eigenen Ideen und Strategien vergleichen. Sie werden hierdurch angeregt, weitere Lösungswege zu erproben, und nehmen den Fehler als einen Bestandteil des Lösungsprozesses wahr.

### **Klassenkonferenz**

Ebenso wie bei dem Ausführungsmodell steht der Austausch von individuellen Erfahrungen im Mittelpunkt der Klassenkonferenz. Hierbei werden Lern- und Arbeitserfahrungen in größeren Gruppen besprochen und ausgetauscht (vgl. Guldemann/Zutavern, 1999, S. 237). Es können einzelne bedeutende Schlüssel-situationen als Meilensteine im Lernprozess hervorgehoben werden. Des Weiteren ist es vorstellbar, lehrreiche Fehlersituationen als positiven Schritt auf dem Weg zur problembezogenen systematischen Bearbeitung von Aufgabenstellungen herauszuarbeiten. Durch das Reflektieren unterschiedlicher Lösungsstrategien und -verfahren erweitern die Schüler ihr positives Wissen. Es erfolgt ein Austausch von metakognitivem Wissen über das Vorgehen in Fehlersituationen und den Problemlöseprozess im Allgemeinen.

### **Arbeitsrückblick**

Der Arbeitsrückblick hat die Reflexion einzelner Lern- und Arbeitsphasen als Zielsetzung. Durch eine von Leitfragen gesteuerte Analyse kann sich die Lehrperson ein Bild von Umfang und Einsatz der verwendeten Strategien zur Problemlösung bzw. Fehlervermeidung machen. Unterstützt wird der Arbeitsrückblick durch das Führen eines Lerntagebuchs, das die Lernenden zur Dokumentation ihrer subjektiven Eindrücke hinsichtlich der Erfahrungen beim Umgang mit der Aufgabenstellung und ihrer Lernerfolge nutzen. Die Lehrperson erhält durch den Arbeitsrückblick die Möglichkeit, Defizite, unter anderem in Bereichen der Metakognition, zu erkennen, um sie im weiteren Unterrichtsgeschehen gezielt zu fördern.

---

6 Das kann beispielsweise auf Grundlage einer Expertenmap erfolgen (siehe dazu Frackmann/Tärre [Hrsg.], 2003, S. 139–142).

### **Gruppenarbeit, Lernpartnerschaft**

Sowohl die Gruppenarbeit wie auch die Lernpartnerschaft begünstigen einen kooperierenden Erfahrungsaustausch zwischen Lernenden. Bei der Gruppenarbeit bearbeitet im Allgemeinen eine kleinere Anzahl von Lernenden eine bestimmte Fragestellung aus dem Gesamtkontext einer komplexen Thematik. Dies kann zeitlich begrenzt auf eine Lerneinheit oder ausgedehnt auf ein zeitlich umfassenderes Projekt stattfinden. Die Lernpartnerschaft begünstigt ebenso wie die Gruppenarbeit den Lernprozess im Team. Im Unterschied zur Gruppenarbeit ist die Lernpartnerschaft nicht an die Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung angelehnt. Stattdessen wird hierbei jedem Schüler ein Mitschüler als Lernpartner für eine definierte Zeit zugeordnet. Bei der Lernpartnerschaft haben die Schüler die Möglichkeit, Anliegen, die im Rahmen der gemeinsamen Arbeit entstehen, dem Klassenverband nach eigenem Ermessen vorzustellen und dort zur Diskussion zu stellen (vgl. Guldemann/Zutavern, 1999, S. 237).

Sowohl die Gruppenarbeit als auch die Lernpartnerschaft fördern durch die Kooperation von Lernenden die Entwicklung sozialer Kompetenzen. Der Vorteil des Miteinanders von Lernenden ist jedoch viel weitreichender zu sehen. Im „normalen“ Unterrichtsverlauf kommen echte Dialoge zwischen Lehrenden und Lernenden selten zustande. Oftmals werden diese durch ein schlechtes soziales Klima in der Lerngruppe und nicht zuletzt durch die ungleiche Stellung von Schüler und Lehrer verhindert. Das kooperative und eigenständige Lernen von Schülern weist viele Einflüsse nicht auf, die sich im Unterricht oft negativ auf den Lernprozess, insbesondere im Hinblick auf den Umgang mit Fehlern, auswirken. Im Folgenden sind die positiven Aspekte der Gruppenarbeit und der Lernpartnerschaft zusammengefasst (vgl. Reusser, 1999, S. 227):

- a) Es fällt Lernenden leichter, Fehler in kleinen Gruppen vor gleichgestellten Gruppenmitgliedern zuzugeben und auch kreative Ideen, deren Bedeutung für den Problemlöseprozess zweifelhaft sind, zur Diskussion zu stellen. Da sich die Lernenden keiner Leistungsbewertung unterzogen fühlen und falsche Annahmen nicht zu einer beschämenden Situation im Klassenverband führen können, müssen die Lernenden keine Angst vor Fehlleistungen haben. Sie können den Nutzen und den Erfolg ihrer Annahmen in Bezug auf den Problemlöseprozess kritischer hinterfragen.
- b) Im Lerndialog gebrauchen die Lernenden ihre eigene Sprache. Durch die zusätzliche gegenseitige Kompensation von deklarativen und prozeduralen Wissenslücken können sie gemeinsam Fehler erkennen und analysieren. Sie verinnerlichen und ergänzen Fehlervermeidungsstrategien und Problemlöseschritte der Lernpartner, sodass die Entwicklung und Verbesserung des eigenen Problemlöseverhaltens sowie eine Fehlersensibilisierung vorangetrieben werden.

- c) Durch das Arbeiten und die Diskussion in der Gruppe erweitern Schüler zum einen ihre positive Wissensbasis, zum anderen werden sie mit Aussagen konfrontiert, die ihren bisherigen Ansichten entgegengesetzt sind. Dies führt zu einer Analyse der eigenen Annahmen und unterstützt somit das Erkennen von Fehlern.
- d) Ein weiterer Vorteil liegt in der Diskussion von Lern- und Problemlösestrategien. Die Schüler reflektieren ihr eigenes Lernverhalten und das ihrer Mitschüler. Sie lernen auf diese Weise neue Möglichkeiten, die sie für die Aneignung von Wissen nutzen.
- e) Ein abschließender, aber sehr zentraler Aspekt der Gruppenarbeit ist die Verbesserung des sozialen Klimas in der Klasse. Empirische Versuche haben gezeigt, dass das kooperative Arbeiten in kleinen Gruppen die Hilfsbereitschaft in der gesamten Lerngruppe erhöht. Auf diese Weise wird nachhaltig eine soziale Umgebung geschaffen, in der es auch seitens der Schüler möglich ist, Fehler zuzulassen und vor den Mitschülern zu zeigen. Außerdem übernehmen die Schüler durch das kooperative und eigenständige Lernen zunehmend Eigenverantwortung und sehen die Fehlerbeseitigung als eine Aufgabe, die nicht mehr ausschließlich bei der Lehrperson liegt.

### **Arbeitsheft, Lerntagebuch<sup>7</sup>**

Das Arbeitsheft dient der Dokumentation des Lernprozesses. Der Lernende hält seine Erfahrungen, Probleme, Fehlleistungen und Erfolge während der Bewältigung einer Arbeits- oder Lernaufgabe schriftlich fest. Er erstellt auf diese Weise eine fortlaufende Dokumentation seiner eigenen Erfahrungen beim Lernen (vgl. Guldimann/Zutavern, 1999, S. 238). Hierdurch wird eine dauerhafte Selbstreflexion und -beobachtung des Lernenden angeregt.

Treten Probleme beim Lösen einer Aufgabenstellung auf, kann er durch die eigene Analyse leicht erkennen, ob ein Defizit bezüglich seines fachlichen oder seines metakognitiven Wissens vorliegt, und diesem Defizit durch die Aneignung von entsprechenden Strategien selbstständig entgegenzutreten. Die Dokumentation von Fehlleistungen und der angewendeten Fehlervermeidungsstrategien begünstigt den Umgang mit dem eigenen Fehler und führt zu einer sukzessiven Verbesserung der metakognitiven Fähigkeiten. Wird das Arbeitsheft der Lehrperson in periodischen Abständen vorgelegt, kann diese einen Überblick über das Lernverhalten des Schülers gewinnen und sein Wissen durch Hinweise und Ratschläge ergänzen.

---

7 Für das Lerntagebuch existieren mehrere Bezeichnungen. Neben den unterschiedlichen Bezeichnungen gibt es mehrere Einsatzvarianten, wobei grundlegend für alle Varianten ist, dass der Lernprozess durch den Lernenden schriftlich festgehalten wird. Siehe dazu auch das Kapitel 6 zum Lerntagebuch.

## Brainstorming

Beim Brainstorming sind alle Teilnehmer einer Lerngruppe aufgefordert, ihre Ideen zur Lösung einer komplexen Aufgabenstellung schriftlich festzuhalten. Hierbei kommt es nicht darauf an, dass von vornherein der Nutzen des Problemlöseansatzes belegt werden kann. Stattdessen ist die Zielsetzung des Brainstormings in einer kreativen Ideensammlung zu sehen, die zu neuen Wegen im Bereich der Aufgabenlösung führen soll. Die Lernenden erhalten durch das Brainstorming die Möglichkeit, eigene Lösungsideen ungezwungen zu generieren, ohne darüber nachzudenken, ob ein Lösungsansatz fehlerbehaftet ist.

Die Sammlung der Lösungsvorschläge kann dann als Diskussionsgrundlage in der Klasse dienen und ermöglicht das Herausarbeiten von fehlerhaften Gedankengängen. Jeder einzelne Vorschlag wird analysiert und auf seine Brauchbarkeit in Bezug auf die Lösung des Problems geprüft. Die Lernenden werden hierdurch mit möglichen Fehlerquellen konfrontiert und erlernen ein effizientes Vorgehen, das auf die Vermeidung von Fehlern abzielt. Erfolgt das Einsammeln der Problemlöseansätze anonym, so können Fehler und absurde Ideen kaum negative Emotionen hervorrufen. Das Brainstorming ist ein Werkzeug, mit dem sich den Lernenden ein Bewusstsein für fehlerhafte Denkprozesse vermitteln lässt. Dabei wirken die identifizierten Fehler nicht belastend, da bei spontanen Lösungsideen i. d. R. keine fehlerfreien Lösungen erwartet werden können.

Als Resümee ist festzuhalten, dass Auszubildende, die

- „sich selber und andere beim Lernen beobachten,
- ihr Lernen selber bewußt wahrnehmen und darüber nachdenken,
- einander fragend beim Lernen herausfordern,
- Arbeits- und Lernerfahrungen miteinander austauschen,
- andere beim Lernen beraten“ (Reusser, 1999, S. 228),

zu einem tieferen Verständnis des Gelernten gelangen, Fehler als Lernquellen akzeptieren und insgesamt ihre kognitiven Fähigkeiten trainieren.

## Literatur

- Chott, P. O.: Ansätze zur Förderung einer „Fehlerkultur“. In: PÄDForum (1999), 3, S. 238–248
- Frackmann, M./Tärre, M. (Hrsg.): Lernen & Problemlösen. Ein Handbuch für LehrerInnen und AusbilderInnen in der Beruflichen Bildung. Hamburg 2003
- Guldemann, T./Zutavern, M.: „Das passiert uns nicht noch einmal!“ Schülerinnen und Schüler lernen gemeinsam den bewußten Umgang mit Fehlern. In: Althof, W. (Hrsg.): Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Opladen 1999, S. 233–258

- Kaufmann, S.: Mal den Fehler an die Wand. Konzept der Fehlerkultur in der Schule. Unveröffentlichte Lizenziatsarbeit an der Universität Freiburg (CH) 1996
- Oser, F./Hascher, T./Spychiger, M.: Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In: Althof, W. (Hrsg.): Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Opladen 1999, S. 11–41
- Reusser, K.: Problem solving beyond the logic of things: Contextual effects on understanding and solving word problems. In: *Instructional Science* (1988), 17, 309–338
- Reusser, K.: Schülerfehler – die Rückseite des Spiegels. In: Althof, W. (Hrsg.): Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Opladen 1999, S. 203–231
- Rollett, B.: Auf dem Weg zu einer Fehlerkultur. Anmerkungen zur Fehlertheorie von Fritz Oser. In: Althof, W. (Hrsg.): Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Opladen 1999, S. 71–87
- Schoenfeld, A. H.: Learning to Think Mathematically: Problem solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. In: Grouws, D. A. (Hrsg.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York 1992, S. 334–370
- Schoenfeld, A. H.: When good teaching leads to bad results: The disaster of „well-taught“ mathematics courses. In: *Educational Psychologist*, 23 (1988), S. 145–166
- Spychiger, M./Oser, F./Hascher, T./Mahler, F.: Entwicklung einer Fehlerkultur in der Schule. In: Althof, W. (Hrsg.): Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Opladen 1999, S. 43–70
- Südwestrundfunk Wissen – Manuskriptdienst: „Der Irrtum ist der Schlüssel zum Erfolg – Warum wir eine neue Fehlerkultur brauchen“, Sendung vom 6. Dezember (8.30 Uhr) 2006
- Wacquant, L.: Vor den Kulissen der „Sokal-Affäre“ – Eine postmoderne Parodie in mehreren Akten. In: Bourdieu, P. (Hrsg.): *Internationales Jahrbuch für Literatur und Kultur* 1997, Konstanz 1998, S. 159–176
- Weinert, F. E.: Aus Fehlern lernen und Fehler vermeiden lernen. In: Althof, W. (Hrsg.): Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Opladen 1999, S. 101–109



## 5 Welche Lernstrategien setzen Auszubildende ein? Diagnoseinstrument für Ausbilder/Lehrer und Auszubildende/Schüler

### Warum müssen Lernende wissen, wie sie lernen?

Legt man einen konstruktivistisch orientierten Lernbegriff zugrunde, ist Lernen selbstverständlich immer selbstreguliert. Mit dem Begriff des selbstregulierten Lernens wird in diesem Kontext eine sehr anspruchsvolle Lernform beschrieben, bei der Lernende eigenständig Probleme sowie Aufgaben analysieren und sich infolgedessen selbst anspruchsvolle Ziele setzen, inhalts- bzw. problemspezifische Strategien kennen und beherrschen, ihre Lernfortschritte überwachen und gegebenenfalls korrigierende Maßnahmen zur Zielerreichung ergreifen, ihren Lernprozess reflektieren und dementsprechend Maßnahmen zur Optimierung des eigenen Lernens erkennen und durchführen (siehe dazu Zimmermann, 1998). Die Entwicklung derartiger selbstregulativer Fähigkeiten ist nicht an eine bestimmte Lebensphase gebunden, sondern sie entwickeln sich sowohl in der Kindheit als auch in der Schulzeit und im Erwachsenenleben (siehe dazu Boekaerts, 1997). Demnach muss es im Unterricht und in der Ausbildung gelingen, ein Bewusstsein für das eigene Lernen zu schaffen und Möglichkeiten aufzuzeigen, das eigene Lernen zu erfassen bzw. zu analysieren.

Die empirische Lernstrategieforschung wird von Untersuchungen dominiert, die Fragebogen als Erhebungsinstrumente verwenden. Die veröffentlichten Fragebögen unterscheiden sich in ihrer inhaltlichen Breite. Praktisch immer werden kognitive Strategien (Strategien wie Wiederholen, Elaborieren und Organisieren), metakognitive Strategien (Selbstreflexion und Selbstbewertung) sowie motivationale Aspekte des selbstregulierten Lernens erfragt. Einige Inventare erfassen außerdem Strategien des Managements interner (Anstrengung und Konzentration) und externer Ressourcen (soziale Unterstützung) beim Lernen (vgl. Spörer/Brunstein, 2006, S. 149). Nachfolgend möchten wir zwei Fragebögen vorstellen, die insbesondere für den Ausbilder/Lehrer, aber auch für den Lernenden selbst eine Möglichkeit darstellen, sich Klarheit über die Vorgehensweisen zu verschaffen und damit die Voraussetzung für eine gezielte Förderung zu legen. Das Instrument von *Wild* wird in der ursprünglichen Form für die Befragung von Studenten eingesetzt und wurde von uns an die Situation in der Berufsausbildung angepasst und erprobt. *Büchel* dagegen hat sein Diagnoseinstrument schon für die Selbstanalyse von Berufsschülern entwickelt, sodass wir nur mit einer geringfügigen Änderung darauf zurückgreifen können. Der Fragebogen von *Büchel* wurde 1992 im Rahmen einer Weiterbildung für Stützkurslehrer an ca. 600 Lehrlingen aus Regel- und Anlehrklassen erprobt. Ursprünglich

wurde der Fragebogen entwickelt, um den Lehrkräften ein Instrument in die Hand zu geben, welches ihnen erlaubt, bei Lernenden mit Lernschwierigkeiten einen ersten Überblick über deren wichtigste Ursachen zu gewinnen (vgl. Büchel u. a., 2002, S. 10).

## 5.1 Welche Voraussetzungen befähigen zu selbstreguliertem Lernen?

Selbstreguliertes Lernen wird als ein zielorientierter Prozess der aktiven Wissensaneignung verstanden, der die Interaktion kognitiver, metakognitiver und emotional-motivationaler Ressourcen mit einschließt (siehe dazu Boekaerts, 1999). Die Anforderungen, die in den einzelnen Lernphasen und über den gesamten Lernprozess zu erbringen sind, können folgendermaßen aufgeschlüsselt werden:

1. Vorbereitung des Lernens (z. B. Aktivierung von Vorwissen, Zielsetzung, Klärung der Relevanz von Lernzielen),
2. Durchführung von Lernhandlungen (z. B. Aktivierung der Strategien und Prozesse, die für das Verstehen, das Behalten und den Transfer erforderlich sind),
3. Regulierung des Lernens mithilfe von Kontroll- und Eingreifstrategien,
4. Bewertung der Lernleistung (z. B. durch Selbstevaluation des Lernerfolgs) und
5. die Aufrechterhaltung von Motivation und Konzentration (siehe dazu Simons, 1992, S. 255).

Bei der Förderung bzw. Entwicklung zum selbstregulierten Lernen nehmen Lernstrategien eine zentrale Bedeutung ein. Viele Autoren betrachten Lernstrategien als eine grundlegende Komponente des selbstregulierten Lernens, da der Lernende erst über den Einsatz von Lernstrategien Einfluss auf seinen Lernprozess und Wissenserwerb nehmen und infolgedessen eine Anforderung selbstregulierten Lernens – die aktive und konstruktive Steuerung des Lernprozesses – realisieren kann. Der Terminus „Lernstrategie“ ist in der Literatur kein übereinstimmend definiertes Konstrukt, sondern vielmehr eine gemeinsame Basis in der Beschreibung von Verhaltensweisen, die zur Bewältigung von Aufgaben oder Problemen dienen können. Vergleichsweise übereinstimmend werden die folgenden kognitiven Strategien unterschieden:

- *Wiederholungsstrategien*

Wiederholungsstrategien dienen vor allem dem Einprägen neuer Informationen mit der Zielsetzung bzw. mit dem Versuch, eine feste Verankerung im Langzeitgedächtnis zu erreichen. Diese Lerntätigkeiten beinhalten keine besondere inhaltliche Reorganisation oder Transformation der angebotenen Informationen und werden infolgedessen auch als oberflächenorientierte Lernstrategien eingestuft. Typische Beispiele sind das schlichte Auswendiglernen oder mehrmaliges Lesen einer bestimmten Textstelle zum einfachen Wiederholen einzelner Fakten.

Anstelle von Wiederholungsstrategien wird in der Literatur auch von Memorierstrategien gesprochen, die vor allen Dingen Wiederholungsstrategien sind und ebenfalls dazu dienen, Neugelerntes im Arbeitsspeicher zu halten, aber auch die Übernahme der Informationen in das Langzeitgedächtnis zu unterstützen.

- *Organisationsstrategien*

Organisationsstrategien umfassen Lernaktivitäten, mit denen eine vorliegende Information in eine leichter zu verarbeitende Form transformiert werden kann. Hierbei geht es in erster Linie um informationsreduktive Vorgehensweisen, die den Selektions- und Encodierungsprozess strukturieren. Durch Transformation von Informationen in ein anderes Medium und deren gleichzeitige Verdichtung werden Informationen selektiert und zugleich sinnstiftend gegliedert. Organisationsstrategien werden aufgrund der o. g. Hauptfunktion der Transformation von Informationen in der Literatur auch als Transformationsstrategien bezeichnet. Typische Beispiele sind das Anfertigen von Skizzen und Diagrammen, das Identifizieren von Hauptgedanken und das Schreiben einer Gliederung oder das Zusammenfassen des Lernstoffs.

- *Elaborationsstrategien*

Elaborationsstrategien umfassen Lerntätigkeiten zur Integration der neuen Informationen in die bestehende Wissensstruktur. Die Herstellung der Verbindung zwischen dem neuen Wissen und dem Vorwissen des Lerners erleichtert die Speicherung bzw. Integration neuen Wissens im Langzeitgedächtnis. Die Vernetzung fördert weiterhin das Abrufen des Wissens im Falle einer Anforderung. Typische Beispiele für Elaborationsstrategien sind die Bildung von Analogien, das Generieren eigener Anwendungsbeispiele zur Veranschaulichung oder die kritische Analyse von angebotenen Argumentationsketten (vgl. Wild, 1996, S. 72 f., siehe dazu auch Kapitel 2).

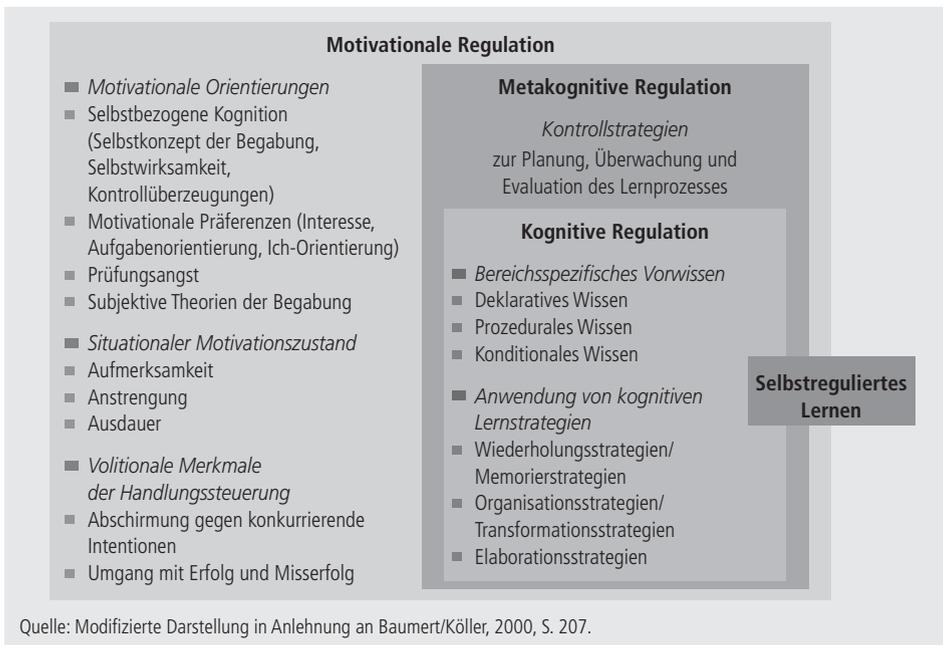
Lernstrategien, mit deren Hilfe die Lernenden die neuen Informationen aktiv organisieren und elaborieren, werden als tiefenorientierte Lernstrategien eingestuft.

Eine weitere Gruppe von Strategien sind die metakognitiven Strategien, die im Gegensatz zu den kognitiven Strategien nicht auf die unmittelbare Verarbeitung des Lernstoffs, sondern auf die Planung, Überwachung und Evaluation des Lernprozesses selbst gerichtet sind. Die metakognitiven Strategien sind den kognitiven Strategien übergeordnet, da sie sich zum einen auf die Auswahl einer geeigneten kognitiven Strategie beziehen und zum anderen kontrollieren und überwachen, ob eine bestimmte kognitive Strategie auch qualitativ gut ausgeführt wird sowie bezogen auf die Zielerreichung adäquat ist. Diese Kontrollstrategien, die exekutive sowie selbstregulierende Funktionen erfüllen, gelten als Schlüssel reflektierten und verständnisvollen Lernens.

Die dritte Gruppe von Strategien umfasst ressourcenbezogene Strategien, beispielsweise die Gestaltung des Lernortes oder die planvolle Nutzung der zur Verfügung stehenden Lernzeit. Strategien des Ressourcenmanagements werden auch als Stützstrategien bezeichnet (vgl. Baumert/Köller, 2000, S. 208).

Ein theoretisch gut begründetes Modell zum selbstregulierten Lernen hat *Boekaerts* (1999) vorgelegt, die insbesondere die wechselseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Komponenten betont: Die motivationalen Orientierungen haben Einfluss auf die jeweiligen Lernstrategien, während die Verfügbarkeit der kognitiven Strategien wiederum von der vorhandenen Wissensbasis im jeweiligen Inhaltsbereich abhängt. Defizite in einem Bereich des Modells erschweren bzw. verhindern das selbstregulierte Lernen (vgl. Baumert/Köller, 2000, S. 206).

Abbildung 1: **Rahmenmodell selbstregulierten Lernens nach Boekaerts**



In PISA 2000 wurde die Nutzungshäufigkeit von Elaborationsstrategien, Wiederholungsstrategien und Kontrollstrategien erhoben.<sup>1</sup> Dabei zeigten die Ergebnisse des

1 Die drei Lernstrategiemaße basieren auf Selbstauskünften der Schüler über ihr typisches Lernvorgehen. Eine gewisse Vorsicht bei der Interpretation der absoluten Skalenwerte ist ratsam, da fraglich ist, inwieweit die Schüler bei der Beurteilung der Aufgaben tatsächlich alle potenziellen Lernsituationen berücksichtigt haben (vgl. Artelt/Demmrich/Baumert, 2001, S. 274).

internationalen Vergleichs, dass der Einsatz von Elaborations- und Kontrollstrategien sich in fast allen Ländern in besseren Leseleistungen niedergeschlagen hat. Für Wiederholungsstrategien ließen sich dagegen keine konsistenten Zusammenhänge nachweisen.

In Deutschland wurde darüber hinaus ein weiterer Test zum Wissen über Lernstrategien durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass Personen mit hohem Lernstrategiewissen und häufiger Nutzung von Elaborationsstrategien die besten Leistungen im Lesetest erreichten.

Der Einsatz anspruchsvoller Lernstrategien aufseiten der Lernenden wird neben individuellen Lern- und Leistungsvoraussetzungen auch von der konkreten Gestaltung der Lernprozesse sowie den zugehörigen Leistungsprüfungen im Unterricht und in der Ausbildung beeinflusst. *Schiefele, Wild* und *Winteler* (1995) vermuteten, dass in Klausuren primär Faktenwissen und vergleichsweise weniger Verständniswissen abgeprüft wird. Tiefenorientiertes Lernen würde somit kaum honoriert. Ergebnisse von *Souvignier/Gold* (2004) stützen diese Vermutung. In zwei Studien prüften diese Autoren, in welchem Zusammenhang Lernstrategien, die per Fragebogen erhoben wurden, mit dem Lernerfolg bei einfachen und komplexen Aufgaben stehen. In der ersten Studie ließen sie Studienanfänger einen Wissenstest geschlossenen Antwortformats (Ja bzw. Nein) ausfüllen. In dieser Studie zeigten sich nur schwache Zusammenhänge zwischen Wissensstand und Lernstrategien. In der zweiten Studie stellten sie Schülern einer 11. Klasse komplexe Anforderungen (Schreiben eines Aufsatzes und mündliches Präsentieren) und fanden substanzielle Zusammenhänge zwischen dem Einsatz von Tiefenstrategien (Elaborieren und Veranschaulichen) und den zugehörigen Leistungskriterien. Diese Ergebnisse zeigen, dass eine Diagnose der Nutzungshäufigkeit verschiedener Lernstrategien alleine nicht ausreicht, sondern dass die Lernenden im Rahmen der pädagogischen Förderung die Lernwirksamkeit begreifen müssen (siehe dazu auch Kapitel 2.2) und im Rahmen von Leistungsprüfungen ebenfalls der Einsatz von Lernstrategien von den Schülern bzw. Auszubildenden eingefordert werden sollte.

Mithilfe der beiden hier vorgestellten Fragebögen kann die Nutzungshäufigkeit verschiedener Lernstrategien bei Lernern diagnostiziert werden: Damit werden die Stärken und Schwächen der Lerner bei der Verwendung von Lernstrategien offengelegt und dem Lehrer oder Ausbilder verdeutlicht, welche Komponenten noch förderungsbedürftig sind.<sup>2</sup>

---

2 Der Lerntyp wird in den hier vorgestellten Fragebögen nicht ermittelt. Wir möchten daher auf folgenden Lerntypentest verweisen: Lerntypentest – Wie kann ich mein Lernverhalten kennenlernen? (Vester, 2001, S. 193–201).

## 5.2 Der Fragebogen nach Wild

### Der Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen besteht aus Fragen zum Lernverhalten der Schüler und Auszubildenden. Er ist in die folgenden Kategorien eingeteilt:

1. **Organisieren:** Werden Lerntätigkeiten durchgeführt, um den Lernstoff neu zu organisieren (das Anfertigen von Skizzen oder Schaubildern)?
2. **Elaborieren:** Wird der Lernstoff in bereits bestehende Wissensstrukturen eingebettet, sodass ein tieferes Verstehen des Lernstoffs angestrebt wird? Gibt es Transferleistungen zu anderen Sachverhalten und erfolgt eine Vertiefung der Informationsverarbeitung?
3. **Kritisches Prüfen:** Wird der zu lernende Stoff kritisch hinterfragt?
4. **Wiederholen:** Werden Fakten und Regeln durch bloßes Wiederholen eingepreßt? Werden die Sachverhalte wortgetreu auswendig gelernt, ohne Reflexion und wirkliches Verständnis des Lernstoffs?
5. **Metakognitive Strategien:** Wird der Lernvorgang, der auf die Durchführung des selbstregulierten Lernens ausgerichtet ist, in die drei Phasen Planung, Durchführung und Bewertung eingeteilt? Überprüft der Lernende die Effektivität der von ihm angewendeten Strategien und korrigiert eventuelle Fehlschläge?
6. **Anstrengung:** Wird eine vermehrte Anstrengung in Kauf genommen, um bestimmte Lernziele zu erreichen?
7. **Aufmerksamkeit:** Ist der Lerner aufmerksam beim Lernen oder schweifen seine Gedanken oft ab?
8. **Zeitmanagement:** Wird eine explizite Zeiteinteilung vorgenommen und eingehalten?
9. **Lernumgebung:** Wird eine Lernumgebung geschaffen oder gesucht, die ein konzentriertes und ungestörtes Arbeiten möglich macht?
10. **Lernen mit Mitschülern:** Wird in Kooperation mit anderen Mitschülern gelernt oder eventuell ein ganz bestimmter Schüler immer in Anspruch genommen?
11. **Literatur:** Wird bei Verständnisproblemen auf zusätzliche Literatur zurückgegriffen?

(vgl. Wild, 2000, Anhang).

Innerhalb der Kategorien werden mehrere Fragen gleichen Sinninhalts gestellt, um eine eventuell willkürliche Beantwortung der Fragen durch den Lerner aufzudecken. Es ist wichtig, dem Schüler oder Auszubildenden vor dem Bearbeiten den Sinn und Nutzen dieses Fragebogens zu erläutern, damit er den ernsthaften Charakter akzeptiert. Auch sollte darauf hingewiesen werden, dass nur eine wahrheitsgemäße

Beantwortung der Fragen ihnen zukünftige pädagogische Hilfe ermöglicht. Da der Fragebogen nicht zur Selbstanalyse durch den Schüler und Auszubildenden gedacht ist, sollte der Bewertungsschlüssel nicht zusammen mit dem Fragebogen verteilt werden, damit es keine Irritation gibt.

### Das Ausfüllen des Fragebogens

Der Fragebogen wurde so konzipiert, dass jede Antwort auf eine Frage innerhalb einer Gewichtung von 1–5 Punkten liegt. Wie auch im zweiten Fragebogen soll hier diejenige Gewichtung angekreuzt werden, die am ehesten der eigenen Einschätzung entspricht. Wie bereits angedeutet, gibt es zu den verschiedenen Aspekten des selbstregulierten Lernens jeweils mehrere Fragen, die aber ungeordnet präsentiert werden, damit die Wahrhaftigkeit der Beantwortung überprüft werden kann.

Fragen zum Lernen in der Berufsausbildung		sehr selten	selten	manchmal	oft	sehr oft
1	Ich stelle mir manche Sachverhalte anhand von selber angefertigten Skizzen bildlich vor.	1	2	3	4	5
2	Ich versuche, Beziehungen zu den Inhalten verwandter Lernfelder herzustellen.	1	2	3	4	5
3	Ich frage mich, ob der Text, den ich gerade lese, wirklich überzeugend ist.	1	2	3	4	5
4	Ich präge mir den Lernstoff von Texten durch Wiederholen ein.	1	2	3	4	5
5	Ich versuche, mir vorher genau zu überlegen, welche Teile eines bestimmten Themengebietes ich lernen muss und welche nicht.	1	2	3	4	5
6	Wenn ich einen schwierigen Text vorliegen habe, passe ich meine Lerntechnik den höheren Anforderungen an (z. B. langsamer lesen).	1	2	3	4	5
7	Ich bearbeite Texte oder Aufgaben zusammen mit meinen Mitschülern.	1	2	3	4	5

		sehr selten	selten	manchmal	oft	sehr oft
8	Wenn ich mir ein bestimmtes Pensum zum Lernen vorgenommen habe, bemühe ich mich, es auch zu schaffen.	1	2	3	4	5
9	Beim Lernen merke ich, dass meine Gedanken abschweifen.	1	2	3	4	5
10	Beim Lernen halte ich mich an einen bestimmten Zeitplan.	1	2	3	4	5
11	Ich lerne an einem Platz, wo ich mich gut auf den Stoff konzentrieren kann.	1	2	3	4	5
12	Wenn ich während des Lesens eines Textes nicht alles verstehe, versuche ich, die Lücken festzuhalten und den Text daraufhin noch einmal durchzugehen.	1	2	3	4	5
13	Ich mache mir kurze Zusammenfassungen der wichtigsten Inhalte als Gedankenstütze.	1	2	3	4	5
14	Wenn ich einen Fachbegriff nicht verstehe, schlage ich in einem Wörterbuch nach.	1	2	3	4	5
15	Ich versuche, mir den praktischen Bezug zum Unterrichtsstoff vorzustellen.	1	2	3	4	5
16	Wenn mir eine bestimmte Textstelle unklar erscheint, lese ich sie noch einmal langsam durch.	1	2	3	4	5
17	Beim Lernen gliedere ich meinen Lernstoff in die wichtigsten Themen.	1	2	3	4	5
18	Ich lege im Vorhinein fest, wie weit ich mit der Durcharbeitung des Stoffes kommen möchte.	1	2	3	4	5
19	Ich strengte mich auch dann an, wenn mir der Stoff überhaupt nicht liegt.	1	2	3	4	5
20	Ich lege bestimmte Zeiten fest, zu denen ich dann lerne.	1	2	3	4	5
21	Ich vergleiche meine Unterrichtsunterlagen mit denen meiner Mitschüler.	1	2	3	4	5
22	Fehlende Informationen suche ich mir aus verschiedenen Fachbüchern oder -zeitschriften zusammen.	1	2	3	4	5
23	Ich versuche, neue Begriffe und Sachverhalte auf bereits bekannte zu beziehen.	1	2	3	4	5

		sehr selten	selten	manchmal	oft	sehr oft
24	Ich denke über Alternativen zu den Behauptungen in den Lerntexten nach.	1	2	3	4	5
25	Ich lerne wichtige Fachbegriffe auswendig, um mich in der Prüfung besser an wichtige Inhaltsbereiche erinnern zu können.	1	2	3	4	5
26	Ich versuche, den Stoff so zu ordnen, dass ich ihn mir gut einprägen kann.	1	2	3	4	5
27	Ich lasse mich von einem Mitschüler abfragen und stelle auch ihm Fragen zum Stoff.	1	2	3	4	5
28	Ich lerne eine von mir erstellte Übersicht mit den wichtigsten Fachbegriffen auswendig.	1	2	3	4	5
29	Ich lerne auch spätabends und am Wochenende, wenn es sein muss.	1	2	3	4	5
30	Ich lege vor jedem Lernen eine bestimmte Zeitdauer fest.	1	2	3	4	5
31	Ich nehme die Hilfe anderer in Anspruch, wenn ich ernsthafte Verständnisprobleme habe.	1	2	3	4	5
32	Ich lese einen Text durch und versuche, ihn mir am Ende jedes Abschnitts auswendig vorzusagen.	1	2	3	4	5
33	Ich stelle mir Fragen zum Stoff, um sicherzugehen, dass ich auch alles verstanden habe.	1	2	3	4	5
34	Gewöhnlich dauert es nicht lange, bis ich mich entschieße, mit dem Lernen anzufangen.	1	2	3	4	5
35	Mein Arbeitsplatz ist so gestaltet, dass ich alles schnell finden kann.	1	2	3	4	5
36	Ich unterstreiche in Texten oder Unterrichtsunterlagen die wichtigen Stellen.	1	2	3	4	5
37	Ich lerne Regeln, Fachbegriffe oder Formeln auswendig.	1	2	3	4	5
38	Um Wissenslücken festzustellen, wiederhole ich die wichtigsten Inhalte, ohne meine Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.	1	2	3	4	5
39	Meine Konzentration hält nicht lange an.	1	2	3	4	5
40	Vor der Prüfung nehme ich mir ausreichend Zeit, um den ganzen Stoff noch einmal durchzugehen.	1	2	3	4	5

	sehr selten	selten	manchmal	oft	sehr oft
41 Die wichtigsten Unterlagen habe ich an meinem Arbeitsplatz griffbereit.	1	2	3	4	5
42 Ich vergleiche die Vor- und Nachteile verschiedener Betrachtungsweisen.	1	2	3	4	5
43 Ich lerne den Lernstoff anhand von Unterrichtsunterlagen auswendig.	1	2	3	4	5
44 Ich bearbeite zusätzliche Aufgaben, um festzustellen, ob ich den Stoff wirklich verstanden habe.	1	2	3	4	5
45 Ich nehme mir mehr Zeit zum Lernen als die meisten meiner Mitschüler.	1	2	3	4	5
46 Ich stelle wichtige Fachbegriffe und Formeln in eigenen Listen zusammen.	1	2	3	4	5
47 Ich überlege mir, ob der Lernstoff auch für mein Alltagsleben von Bedeutung ist.	1	2	3	4	5
48 Das, was ich lerne, prüfe ich auch kritisch.	1	2	3	4	5
49 Ich arbeite so lange, bis ich mir sicher bin, die Prüfung gut bestehen zu können.	1	2	3	4	5
50 Ich überlege mir vorher, in welcher Reihenfolge ich den Stoff durcharbeite.	1	2	3	4	5

### Die Auswertung anhand eines Beispiels

Die von den Schülern und Auszubildenden unter den jeweiligen Kategorien angekreuzten Zahlen der einzelnen Fragen können als Punktzahlen angesehen und aufaddiert werden. Je näher die Gesamtpunktzahl in den einzelnen Kategorien der maximal zu erreichenden Punktzahl kommt, umso öfter wird diese Strategie von dem Lernenden angewandt und umso weniger förderungsbedürftig ist der Lerner in diesem Bereich. Je weniger Punkte im Vergleich zu der maximal zu erzielenden Punktzahl erreicht wurden, umso weniger wird diese Strategie angewandt und umso mehr muss sie in Zukunft gefördert werden.<sup>3</sup> Dem Schüler/Auszubildenden sollte stets ein persönliches Feedback im Einzelgespräch zu den Ergebnissen des Fragebogens gegeben werden. Dabei sollte der Lehrer oder Ausbilder ihm natürlich auch Förderungsmöglichkeiten vorschlagen.

3 Bei der Aufmerksamkeit ist zu berücksichtigen, dass die Skala mangelnde Aufmerksamkeitssteuerung erfasst. Das heißt, dass die maximal erreichbare Punktzahl eine schlechte Aufmerksamkeit repräsentiert.

## Bewertungsschlüssel

Skala	Fragennummer	Maximal zu erreichende Punktzahl
<b>Organisieren</b> => Lerntätigkeiten, die durchgeführt werden, um einen zu bewältigenden Stoff in geeigneter Weise zu reorganisieren (Erstellen von Zusammenfassungen und Gliederungen, Kennzeichnen wichtiger Textstellen, Anfertigen von Tabellen und Schaubildern).	13, 17, 26, 36, 46	25
<b>Elaborieren</b> => Lerntätigkeiten, die auf ein tieferes Verstehen des Stoffes ausgerichtet sind. Dies geschieht, indem „neuer Stoff“ in ein Netzwerk anderer Bezüge eingebettet wird.	1, 2, 15, 23, 47	25
<b>Kritisches Prüfen</b> => Lerntätigkeiten, die das Verständnis für den Stoff durch ein kritisches Hinterfragen von Aussagen und Begründungszusammenhängen vertiefen.	3, 24, 42, 48	20
<b>Wiederholen</b> => Lerntätigkeiten, die auf das Einprägen von Fakten und Regeln durch schlichtes Wiederholen ausgerichtet sind.	4, 25, 28, 32, 37, 43	30
<b>Metakognitive Strategien</b> => Die Skala erfasst die drei Teilaspekte „Planung“, „Überwachung“ und „Steuerung“, die der Selbststeuerung aktueller Lernprozesse dienen.	5, 6, 12, 16, 18, 33, 38, 44, 50	45
<b>Anstrengung</b> => Die Skala erfasst, inwieweit vermehrte Anstrengungen in Kauf genommen werden bzw. aktiv eingesetzt werden, um Studien- und Lernziele zu erreichen.	8, 19, 29, 34, 40, 45, 49	35
<b>Aufmerksamkeit</b> => Die Skala erfasst subjektiv wahrgenommene Aufmerksamkeitsfluktuationen. Diese sind nicht unmittelbar als Lernstrategien zu verstehen. Vielmehr werden sie als indirektes Merkmal einer mangelnden Aufmerksamkeitssteuerung aufgefasst.	9, 39	10
<b>Zeitmanagement</b> => Die Skala erfasst, inwieweit eine explizite Zeitplanung vorgenommen und eingehalten wird.	10, 20, 30	15
<b>Lernumgebung</b> => Die Skala erfasst, inwieweit eine äußere Lernumgebung geschaffen oder gesucht wird, die ein konzentriertes und ungestörtes Arbeiten ermöglicht.	11, 35, 41	15
<b>Lernen mit Mitschülern</b> => Die Skala erfasst das Ausmaß kooperativen Lernens. Sie umfasst zum einen verschiedene Formen gemeinsamer Arbeit, zum anderen aber auch Formen einseitiger Inanspruchnahme von Mitschülern.	7, 21, 27, 31	20
<b>Literatur</b> => Die Skala erfasst, inwieweit bei Verständnisproblemen auf zusätzliche Literatur zurückgegriffen wird.	14, 22	10

Auswertungsbeispiel: Ein Schüler/Auszubildender X erreicht in diesem Test in den einzelnen Kategorien die folgenden Gesamtpunktzahlen:

	erreichte Punktzahl	max. erreichbare Punktzahl
Organisieren:	5	25
Elaborieren:	23	25
Kritisches Prüfen:	7	20
Wiederholen:	29	30
Metakognitive Strategien:	20	45
Anstrengung:	28	35
Aufmerksamkeit:	5	10
Zeitmanagement:	13	15
Lernumgebung:	15	15
Lernen mit Mitschülern:	18	20
Literatur:	8	10

Die Analyse ergibt folglich, dass der Schüler/Auszubildende X im Organisieren, beim kritischen Prüfen, bei der Aufmerksamkeit sowie bei der Anwendung von metakognitiven Strategien Probleme hat. Um nun die Aneignung fehlender Strategien zu fördern, kann auf die Förderungsmaßnahmen, die in diesem Buch vorgestellt wurden, zurückgegriffen werden.

- Organisieren kann man fördern, indem man Begriffs- bzw. Wissensnetze aus Kapitel 7 in die Lerntätigkeit einfließen lässt.
- In Kapitel 11 werden Trainingsmöglichkeiten zur Schulung von Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Planung vorgestellt.
- Der Einsatz eines Lerntagebuches (wie in Kapitel 6 beschrieben) dient unter anderem der Ausbildung metakognitiver Strategien. Der Lernende wird zur Reflexion seines eigenen Lernverhaltens angeregt.

### 5.3 Der Fragebogen von Büchel

#### Der Aufbau des Fragebogens

Dieser Fragebogen ist als Selbstdiagnoseinstrument gedacht, deshalb gibt es keinen Bewertungsschlüssel. Bei einer Fremdbewertung durch den Lehrer oder Ausbilder ist eine genaue Analyse der einzelnen Kategorien notwendig. Im Gegensatz zum Fragebogen von *Wild* ist der von *Büchel* in die folgenden zehn großen Kategorien unterteilt, die dann teilweise ebenfalls noch einmal unterteilt sind:

**1. Motivation:**

- a) Attribution,
- b) Anspruchsniveau,
- c) Selbstkonzept.

**2. Soziale Einflüsse:**

- a) Einstellung des Elternhauses zur Schule,
- b) Abhängigkeit von Fachinteressen,
- c) Abhängigkeit vom sozialen Umfeld.

**3. Aufgabendefinition:**

- a) Übernahme der gegebenen Instruktion,
- b) Zielbestimmung.

**4. Präzise Dekodierung der Instruktion****5. Ergänzung durch Schlussfolgerungen****6. Lernstrategien:**

- a) Zusammenhänge,
- b) Fakten.

**7. Problemlösestrategien****8. Metawissen:**

- a) Metawissen über sich selber,
- b) Metawissen über Aufgaben.

**9. Exekutive Routine****10. Äußere Arbeitsbedingungen**

Diese Kategorien sollen dem Lerner darüber Aufschluss geben, wie sein eigenes Lernen aussieht und welche Faktoren ihn dabei beeinflussen. Im Unterschied zum Fragebogen von *Wild* werden im Fragebogen von *Büchel* auch soziale Komponenten in die Befragung aufgenommen, die eine nicht zu unterschätzende Auswirkung auf das Lernverhalten haben.

**Das Ausfüllen des Fragebogens**

Die Fragen zum Lernen werden von *Büchel* u. a. mit einer Erklärung eingeleitet, warum es sinnvoll ist, sich selbst Klarheit über die eigenen verfolgten Strategien zu verschaffen. Danach folgen Aufforderungen: „Versuchen Sie die Fragen nach Ihrem besten Wissen zu beantworten. Diese sind in Gruppen mit ähnlichem Inhalt geordnet. Deshalb ist es am günstigsten, wenn Sie eine Frage nach der anderen beantworten.“

Bei diesen Fragen gibt es keine richtigen und falschen Antworten. Eine Antwort kann nur mehr oder weniger auf Sie zutreffen. Versuchen Sie nicht, eine richtige

Antwort zu finden, sondern kreuzen Sie diejenige Antwort an, die am ehesten auf Ihre Situation zutrifft oder der Sie am ehesten zustimmen.

Der Fragebogen ist ziemlich lang. Nehmen Sie sich genügend Zeit für die Beantwortung der Fragen. So kann er als Grundlage dienen zu einer offenen Diskussion“ (Büchel u. a., 2002, Anhang 3, S. 49).

Bei einer gemeinsamen Auswertung ist von Interesse, in welchen Kategorien die Schwächen vermehrt auftreten und wie durch die Anwendung von Förderungs- und Hilfsmaßnahmen (soziale Einflüsse) dort Abhilfe geschaffen werden kann. Gemeinsame Auswertung bedeutet ein persönliches, individuelles Gespräch zwischen Ausbilder und Auszubildendem und nicht ein Gruppengespräch. Für den Lerner ist es einfacher, wahrheitsgemäß zu antworten, wenn er davon ausgehen kann, dass seine Antworten nur ihm und der Lehrperson bekannt sind. *Büchel* u. a. haben im Rahmen ihrer Untersuchungen bezogen auf den Fragebogen festgestellt, dass der Fragebogen auch ein geeignetes Unterrichtsmittel darstellt. So haben viele Lehrkräfte begonnen, mit ihren Lernenden die Fragen und individuellen Antworten zu diskutieren, um so eine lebendige Einführung in das „Lernen zu lernen“ zu erreichen (vgl. *Büchel* u. a., 2002, S. 10).

Nachfolgend ist die Lehrerausgabe dargestellt, die entsprechend der o. g. Kategorien Zwischenüberschriften wie z. B. Problemlösestrategien enthält. In der Schülerversion sollten die Zwischenüberschriften weggelassen werden, damit die Schüler nicht durch die vom Titel provozierten Erwartungen beeinflusst werden.

## Der Fragebogen

### 1. Motivation

#### 1.1 Attribution

*Bei den Fragen 1 bis 3 kreuzen Sie bitte diejenige Antwort an, die am ehesten zutrifft. Kreuzen Sie aber nur eine Antwort an.*

1. Was ist Ihr erster Gedanke, wenn Sie eine Prüfung mit einer guten Note zurück-erhalten:

- Ich war gut vorbereitet.
- Da habe ich wieder einmal Glück gehabt.
- Da hat der Lehrer/die Lehrerin aber eine gute Laune gehabt beim Korrigieren.
- Das Resultat zeigt, dass ich begabt bin.

2. Wenn der Lehrer unerwartet eine Prüfung macht, worauf führen Sie das zurück?

- Der Lehrer/Die Lehrerin ist mit den Leistungen der Klasse unzufrieden.
- Der Lehrer/Die Lehrerin muss seine/ihre schlechte Laune abreagieren.
- Die Schüler haben mit den Anstrengungen nachgelassen.
- Der Lehrer/Die Lehrerin will wissen, was wir in der Stunde gelernt und verstanden haben.

3. Wenn Sie sich am Morgen schlecht fühlen, was überlegen Sie sich zuerst?

- Das Wetter hat geändert.
- Am Abend vorher habe ich mit Essen, Trinken, Rauchen etc. übertrieben.
- Ich bin krank.
- Ich habe eine Auseinandersetzung (z. B. mit Eltern, Freunden) noch nicht verdaut.
- Ich habe Angst vor einer Prüfung.

## 1.2 Anspruchsniveau

*Kreuzen Sie bei den Fragen 4 bis 23 an, wie sehr die Aussage auf Sie zutrifft oder wie sehr Sie damit einverstanden sind.*

4. Ist es für Sie wichtig, in der Schule möglichst gute Leistungen zu erbringen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      unwichtig

5. Ist es für Sie wichtig, im Betrieb möglichst gute Leistungen zu erbringen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      unwichtig

6. Versuchen Sie in Ihren Freizeitbeschäftigungen möglichst gute Leistungen zu erbringen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

### 1.3 Selbstkonzept

7a. Finden Sie, dass Ihre Eltern Sie so mögen, wie Sie sind?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

7b. Finden Sie, dass Ihre Geschwister Sie mögen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

8. Finden Sie, dass Ihre Kolleginnen und Kollegen Sie mögen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

9. Finden Sie sich im Vergleich zu Ihren Kolleginnen und Kollegen schulisch begabt?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

### 1.4 Bedürfnisaufschub

10. Wenn Sie finden, dass Sie eine Belohnung verdient haben, ist es Ihnen dann wichtig, dass Sie diese sofort bekommen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

11. Wenn Sie einen großen Appetit haben, stört es Sie dann, wenn Sie noch mit dem Essen warten müssen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

12. Wenn Sie beschlossen haben, am Abend auszugehen, und es kommt Ihnen etwas dazwischen, sind Sie dann verärgert?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht



20. Gibt es Lehrer/innen, welche Sie besonders sympathisch finden?

-----  -----  -----   
 viele                      mehrere                      wenige                      gar keine

21a. Ist es für Ihre Leistungen wichtig, ob Sie den Lehrer oder die Lehrerin mögen oder nicht?

-----  -----  -----   
 ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar keine

21b. Ist es für Ihre Leistungen wichtig, ob in der Klasse eine gute Stimmung herrscht?

-----  -----  -----   
 ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

21c. Ist es für Sie wichtig, ob Sie sich vom Lehrer oder der Lehrerin unterstützt fühlen?

-----  -----  -----   
 ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

### 3. Aufgabendefinition

#### 3.1 Übernahme der gegebenen Instruktion

*Bei den Fragen 22 und 23 kreuzen Sie bitte diejenige Antwort an, die am ehesten zutrifft. Kreuzen Sie aber nur eine Antwort an.*

22. Was machen Sie, wenn Sie einen Auftrag des Lehrers oder der Lehrerin nicht genau verstanden haben?

- Gar nichts
- Ich hoffe, dass sich das Problem von selbst klären wird.
- Ich frage einen Mitschüler/eine Mitschülerin.
- Ich frage den Lehrer/die Lehrerin am Schluss der Stunde.
- Ich frage den Lehrer/die Lehrerin sofort.

23. Was machen Sie, wenn Sie bei einer Aufgabe nicht sofort verstehen, was wirklich gefragt ist?

- Ich gehe zur nächsten Aufgabe.
- Ich lese die Aufgabe ein zweites Mal durch.
- Ich lese die Aufgabe so oft durch, bis ich sie verstanden habe.
- Ich schreibe die wichtigsten Wörter heraus und bringe sie in einen Zusammenhang.
- Ich mache mir eine Skizze.
- Ich frage den Lehrer/die Lehrerin.

24. Kommt es vor, dass Sie bei schriftlichen Prüfungen nicht verstehen, was gefragt ist?

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

### 3.2 Zielbestimmung

*Bei den Aufgaben 25 und 26 kreuzen Sie bitte diejenige Antwort an, die am ehesten auf Sie zutrifft. Kreuzen Sie aber nur eine Antwort an.*

25. Kommt es vor, dass Sie sich ganz bewusst Ziele für die Schule setzen?

- Sehr selten
- Manchmal
- Regelmäßig

26. Setzen Sie sich eher Fernziele (z. B. ich will die Abschlussprüfung bestehen) oder eher nahe Ziele (z. B. ich möchte bei der nächsten Probe ein gutes Resultat erreichen)?

- Ich setze mir eher ferne Ziele
- Ich setze mir eher nahe Ziele

27. Denken Sie, dass es wichtig ist, sich eigene Ziele zu setzen, oder ist es besser, einfach das zu tun, was der Lehrer oder die Lehrerin sagt?

Sich selber Ziele setzen                      Ausführen, was der Lehrer/die Lehrerin sagt  
 -----  -----  -----   
 sehr                      eher                      eher                      sehr

28. Denken Sie, dass es wichtig ist, sich Fernziele zu setzen?

-----  -----  -----   
ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

29. Denken Sie, dass es wichtig ist, sich Tagesziele zu setzen?

-----  -----  -----   
ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

### 3.3 Definition der adaptierten Instruktion

30. Versuchen Sie, sofort das auszuführen, was der Lehrer/die Lehrerin verlangt, oder überlegen Sie sich zuerst, ob das Verlangte sinnvoll ist?

Ich überlege, ob das Verlangte sinnvoll ist

Ich führe sofort aus, was der Lehrer oder die Lehrerin sagt

-----  -----  -----   
immer                      eher                      eher                      immer

31. Versuchen Sie, sofort das auszuführen, was der Lehrer/die Lehrerin verlangt, oder überlegen Sie sich zuerst, ob Sie dazu auch fähig sind?

Ich überlege, ob ich dazu fähig bin

Ich führe sofort aus, was der Lehrer oder die Lehrerin sagt

-----  -----  -----   
immer                      eher                      eher                      immer

### 4. Präzise Dekodierung der Instruktion

*Bei der Frage 32 kreuzen Sie bitte diejenige Antwort an, die für Sie am ehesten zutrifft. Kreuzen Sie aber nur eine Antwort an.*

32. Wie gehen Sie vor, wenn Sie einen Auftrag erhalten haben?

- Meist führe ich ihn sofort aus.
- Meist überlege ich zuerst, was genau von mir verlangt ist.
- Meist frage ich zuerst zurück, um sicher zu sein, dass ich den Auftrag richtig verstanden habe.

Bei der Frage 33 geben Sie bitte für jede Antwort an, wie sehr diese Antwort für Sie zutrifft.

33. Wie gehen Sie bei schriftlichen Prüfungen vor?

a. Ich lese die Aufgabe nur einmal durch, löse sie und gehe sofort zur nächsten Aufgabe.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

b. Ich lese jede Aufgabe zweimal durch, bevor ich mit dem Lösen beginne.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

c. Ich lese die Aufgabe mehr als zweimal durch, bevor ich mit dem Lösen beginne.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

d. Ich mache eine kleine Skizze, bevor ich mit dem Lösen beginne.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

e. Ich unterstreiche die wichtigsten Wörter im Aufgabentext.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

## 5. Ergänzung durch Schlussfolgerungen

34. Wenn ich eine Frage nicht sofort verstehe, versuche ich sie aus dem Zusammenhang heraus zu interpretieren.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

35. Wenn ich ein Problem nicht sofort verstehe, überlege ich mir, ob mir in letzter Zeit ein ähnliches Problem begegnet ist.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

## 6. Lernstrategien

### 6.1 Zusammenhänge

36. Wenn ich eine Aufgabe lese, suche ich zuerst die wichtigen Begriffe heraus.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

37. Wenn ich eine Aufgabe lese, verbinde ich die Schlüsselwörter gegenseitig mit Pfeilen.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

38. Bevor ich ein Problem zu lösen versuche, mache ich eine kleine Skizze davon.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

### 6.2 Fakten

39. Wenn ich schwierige Wörter oder Zahlen lernen muss, mache ich mir kleine Eselsbrücken, z. B. 333 (drei drei drei) Issos Keilerei.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

40. Um schwierige Zahlen behalten zu können, verbinde ich sie miteinander, indem ich sie zusammenzähle, abzähle, mal rechne oder teile.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

41. Schwierige Wörter oder Zahlen merke ich mir, indem ich sie mehrmals hintereinander wiederhole.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

## 7. Problemlösestrategien

42. Bevor ich mich an die Lösung eines Problems mache, unterteile ich es in mehrere Teilprobleme.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

43. Um ein schwieriges Problem zu lösen, schreibe ich mir zuerst auf, was ich schon weiß und was ich noch suchen muss.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

44. Um ein schwieriges Problem zu lösen, denke ich scharf darüber nach, mache mir aber keine Notizen.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

45. Um ein schwieriges Problem zu lösen, überlege ich mir zuerst die Ziele und dann die möglichen Lösungswege.

-----  -----  -----   
 sehr oft                      oft                      selten                      nie

## 8. Metawissen

### 8.1 Metawissen über sich selber

46. Jeder von uns vergisst manchmal Dinge.

a. Erinnern Sie sich gut an Dinge – sind Sie ein guter „Erinnerer“?

-----  -----  -----   
 ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

b. Erinnern Sie sich besser als ihre Freunde und Bekannten?

-----  -----  -----   
 ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

47. Lieben Sie es, schwierige Probleme zu lösen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

48. Fällt es Ihnen leicht, Probleme zu verstehen und zu lösen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

## 8.2 Metawissen über Aufgaben

49. Finden Sie, dass die Schulleistungen nur von Ihren persönlichen Fähigkeiten abhängen?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

50. Haben Sie in bestimmten Fächern mehr Mühe als in andern?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

51. Finden Sie, dass bestimmte Fächer wirklich schwieriger sind als andere?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

52. Stimmt es, dass man in allen Fächern die gleichen Strategien anwenden kann?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

53. Denken Sie, dass man für jede neue Aufgabe wieder neu herausfinden muss, wie man sie lösen kann?

-----  -----  -----

ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

## 9. Exekutive Routinen

54. Denken Sie, dass es sich lohnt, bei schwierigen Aufgaben zuerst einen Lösungsplan zu machen?

-----  -----  -----   
ja, sehr                      ziemlich                      nicht besonders                      gar nicht

55. Sie müssen eine längere Arbeit erstellen (z. B. einen umfangreichen Text schreiben, ein mathematisches Problem lösen). Kontrollieren Sie dann am Schluss nochmals, ob alles stimmt, bevor Sie die Aufgabe abgeben?

-----  -----  -----   
sehr oft                      oft                      selten                      nie

56. Sie müssen eine längere Arbeit erstellen (z. B. einen umfangreichen Text schreiben, ein mathematisches Problem lösen). Kontrollieren Sie während der Arbeit immer wieder, ob Sie noch auf dem richtigen Weg sind?

-----  -----  -----   
sehr oft                      oft                      selten                      nie

*Bei der Frage 57 schätzen Sie bitte beide Möglichkeiten (a und b) separat ein.*

57. Wenn Sie eine schwierige Aufgabe lösen müssen, finden Sie, dass es besser ist, die Lösung zuerst selber zu kontrollieren oder sie sofort mit der Lösung eines Kollegen oder einer Kollegin zu vergleichen?

a. Es ist besser, zuerst selber zu kontrollieren.

-----  -----  -----   
immer                      meistens                      selten                      nie

b. Es ist besser, sofort mit einem Kollegen oder einer Kollegin zu vergleichen.

-----  -----  -----   
immer                      meistens                      selten                      nie



selbst zuschreiben, immer mit dem übereinstimmt, was sie in Lernsituationen tatsächlich tun bzw. von der Lehrkraft beobachtet werden kann (siehe dazu Artelt, 2000).

Ein weiteres Selbstberichtsverfahren sind Lerntagebücher, die vom Lernenden selbst geführt werden und somit der kontinuierlichen Erfassung des Lernprozesses dienen. Sie fördern zugleich die Reflexion des Lernens und sind somit nicht nur ein diagnostisches Instrument, sondern auch ein Verfahren bzw. eine Methode, mit dem das Lernen beeinflusst werden kann. Da die Lernenden ihr Lerntagebuch schriftlich führen und infolgedessen selbstständig ihre Gedanken konstruieren, statt auf vorgegebene Aussagen zu reagieren, ist zu vermuten, dass überwiegend Strategien berichtet werden, die auch tatsächlich angewendet bzw. benutzt werden.

## Literatur

- Artelt, C./Demmrich, A./Baumert, J.: Selbstreguliertes Lernen. In: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): PISA 2000, Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen 2001, S. 271–298
- Artelt, C.: Strategisches Lernen. Münster 2000
- Baumert, J./Köller, O.: Motivation, Fachwahlen, selbstreguliertes Lernen und Fachleistungen im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In: Baumert, J./Bos, W./Lehmann, R. (Hrsg.): TIMSS/III, Bd. 2. Opladen 2000, S. 181–213
- Boekaerts, M.: Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. In: *Learning and Instruction* (1997), 7, S. 161–186
- Boekaerts, M.: Self-regulated learning: Where we are today. In: *International Journal of Educational Research* (1999), 31, S. 445–457
- Schiefele, U./Wild, K.-P./Winteler, A.: Lernaufwand und Elaborationsstrategien als Mediatoren der Beziehung von Studieninteresse und Studienleistung. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 9 (1995), 3, S. 181–188
- Simons, P. R. J.: Lernen, selbständig zu lernen – ein Rahmenmodell. In: Mandl, H./Friedrich, H. F. (Hrsg.): *Lern- und Denkstrategien, Analyse und Intervention*. Göttingen 1992, S. 251–264
- Souvignier, E./Gold, A.: Lernstrategien und Lernerfolg bei einfachen und komplexen Leistungsanforderungen. In: *Zeitschrift Psychologie in Erziehung und Unterricht* (2004), 51, S. 309–318
- Spörer, N./Brunstein, J. C.: Erfassung selbstregulierten Lernens mit Selbstberichtsverfahren. Ein Überblick zum Stand der Forschung. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20 (2006), 3, S. 147–160
- Vester, F.: *Denken, Lernen, Vergessen*, 15. Auflage. München 1988

Wild, K.-P.: Die Beziehung zwischen Lernmotivation und Lernstrategien als Funktion personaler und situativer Faktoren. In: Duit, R./Rhöneck, C. v. (Hrsg.): Lernen in den Naturwissenschaften. Kiel 1996, S. 69–86

Zimmerman, B. J./Martinez-Pons, M.: Construct Validation of a Strategy Model of Student Self-Regulated Learning. In: Journal of Educational Psychology, Vol. 80 (1988), No. 3, S. 284–290

Fragebögen aus:

Büchel, F./Grassi, A./Scharnhorst, U./Ghilardi, M.: Die Evaluation des DELV-Programmes bei Schülerinnen und Schülern in der beruflichen Ausbildung. Schweizerisches Institut für Berufspädagogik (SIBP) (Hrsg.). SIBP Schriftenreihe Nummer 16. Zollikofen 2002, S. 50–59

Wild, K.-P.: Lernstrategien im Studium. Münster 2000, Anhang: Das Inventar zur Erfassung von Lernstrategien im Studium (List)

## 6 Das Lerntagebuch – Ein Werkzeug zur Reflexion des eigenen Lernens

### 6.1 Hintergrundwissen

An den Lernprozess und selbstverständlich auch an die Lernergebnisse werden heute hohe Erwartungen gestellt, die sowohl von dem Lernenden als auch von den Lehrenden erfüllt werden sollen. Nach PISA sollte sich kein Bildungsbeteiligter mehr mit einer bloßen Reproduktion von Wissen zufriedengeben, sondern auf eine intensive Verarbeitung des Lernstoffs achten. Begleitend zum Aufbau eines guten deklarativen und prozeduralen Wissens hat die Förderung von Strategien des Lernens und Problemlösens zu erfolgen. Ersteres umfasst auch die Organisation des Lernens, die wiederum notwendige Voraussetzung für die Kompetenz eines lebenslangen und selbstorganisierten bzw. selbstregulierten Lernens ist. Und schließlich haben wir dargelegt, dass und warum eine hohe Sprachfertigkeit berufliche Handlungsfähigkeit unterstützt und deshalb diese in allen Phasen des Lernens mit beachtet werden sollte. In der schulischen/betrieblichen Ausbildung geht es daher darum, Methoden zu finden und einzusetzen, die in motivierender Weise

- einen konstruktiven Wissenserwerb,
- den Einsatz von Lern- und Problemlösestrategien sowie
- eine systematische Entwicklung der Sprachkompetenz fördern.

Mit dem Lerntagebuch<sup>1</sup> ist ein solches Instrument/Werkzeug gefunden. Warum erfüllt das Lerntagebuch diese vielfältigen Anforderungen? Lerntagebücher dienen der kontinuierlichen Erfassung des Lernprozesses und werden vom Lernenden selbst geführt. Somit kann die oft vorhandene passive Lernhaltung überwunden werden. „Ein Lerntagebuch verlangt vom Lernenden eine Auseinandersetzung mit dem Lernstoff und eine Reflexion über den eigenen Lernprozess in schriftlicher Form. ... Die Lernenden schreiben dazu nach den Seminar- oder Schulstunden regelmäßig auf, welche wichtigen Dinge sie gelernt haben, was sie gut verstanden bzw. noch nicht verstanden haben und welche Schlüsse sie aus dem Gelernten ziehen können. ... Das Schreiben dient dabei als Medium zum Lernen ... und – so unsere These – speziell als Medium zur Förderung eines selbstgesteuerten Lernens“ (Hübner/Nückles/Renkl, 2007, S. 120). *Stangl* beschreibt in einem Beitrag zum Lerntagebuch treffend den Unterschied von passiver Reproduktion und aktiver Verarbeitung: „Lernen bedeutet

---

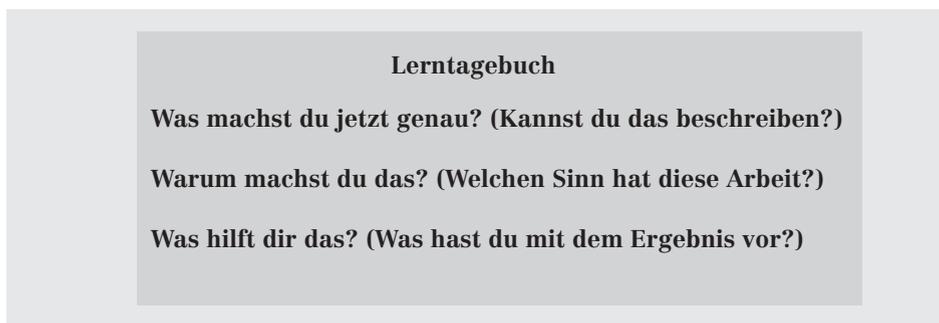
1 Für das Lerntagebuch existieren diverse Synonyma: Diary, Lernjournal, Wochenbericht, Logbuch. Diese beschreiben den gleichen Inhalt: Ein Lern- bzw. Arbeitsprozess wird begleitet und schriftlich fixiert.

ja nicht nur, neue Informationen aufzunehmen, sondern diese auch zu verarbeiten. Um nachhaltige Lernergebnisse zu erzielen, muss der Lernstoff von den Lernenden aktiv angeeignet und verinnerlicht werden, denn erst dadurch wird es zu einem neuen Teil der psychischen Struktur der TeilnehmerInnen und findet dort seinen Platz“ (Stangl, 2008, S. 1). Die Forderung nach der Schriftlichkeit des Tagebuchs zwingt zur Nutzung von Sprache, und damit wird in die berufsfachliche Ausbildung eine Sprachübung integriert.

Mit dem Lerntagebuch sind bereits empirisch nachweislich gute Ergebnisse sowohl in der Allgemeinbildung, in der beruflichen Bildung als auch in der Erwachsenenbildung erreicht worden. In Berufsschulen wird mit dem Lerntagebuch schon länger gearbeitet. Hingewiesen werden soll auf zwei Modellversuche, die den Einsatz unter wissenschaftlicher Begleitung erprobt haben: Bei der Wacker Chemie haben Auszubildende (Chemikanten und Chemikantinnen) in der betrieblichen Ausbildung ein Lerntagebuch geführt, und Ausbilder haben das für die Gestaltung ihrer Ausbildung positiv nutzen können (vgl. Bauer u. a., 2002, S. 132 ff.). Darüber hinaus ist das Lerntagebuch in der Friseurinnenausbildung ebenfalls in einem Modellversuch eingesetzt worden, um Auszubildende anzuleiten, ihre beruflichen Erfahrungen niederzuschreiben und damit zielgerichteter zu beobachten (vgl. <http://www.hwk.de/flexibel/Lerntagebuch.htm>, 03.09.2008).

Das folgende Plakat umreißt knapp, welche Prinzipien dem Lerntagebuch zugrunde liegen können.

Abbildung 1: Plakat einer Schweizer Schule, in der Lehrkräfte mit dem Lerntagebuch arbeiten



Das Prinzip dieser lernbegleitenden Hilfen stammt aus der Reformpädagogik der 20er-Jahre.

*Ferrière (1926)* beispielsweise arbeitete mit seinen Schülern eine Dokumentensammlung aus. Jeder Schüler bearbeitete darin das für ihn Neue und Unbekannte. So entstand bis zum Ende der Schulzeit ein „Lebensbuch“.

Ein bekannterer Vertreter der Reformpädagogik ist *Freinet*. Auch für ihn spielte die Schriftlichkeit der „textes libres“ (freien Texte) eine wichtige Rolle beim Lernen. Entscheidend dabei war die eigene Formulierung des Gelernten durch den Lernenden.

Das Führen bzw. Schreiben eines Lerntagebuchs führt allerdings nicht „automatisch“ zu selbstgesteuertem Lernen. „Vielmehr bedarf es gezielter instruktorischer Unterstützung, damit das Potenzial der Lerntagebuchmethode zur vollen Entfaltung kommen kann (Hübner/Nückles/Renkl, 2007, S. 120).

## 6.2 Anforderungen an den Einsatz eines Lerntagebuchs

Da davon auszugehen ist, dass fast alle Lerner nicht gerne schreiben, muss der Bezug zum eigentlichen Lernziel, Erreichung **beruflicher** Handlungskompetenz, von Beginn an klar hergestellt werden. Dadurch wird eine höhere Motivation geschaffen, sich auf eine eigentlich ungeliebte Aktivität einzulassen.

Folgende Aspekte sind beim Einsatz des Lerntagebuchs zu beachten:

- Die Lernenden brauchen am Anfang eine schriftliche Anleitung und Unterstützung durch den Ausbilder/Lehrer. Diese Unterstützung kann bzw. sollte mit der Zeit immer weiter zurückgenommen werden.
- Die Regeln der Handhabung müssen ganz klar sein: Wer das Lerntagebuch lesen darf, wann es eingesammelt wird, persönliche Fragen und Anmerkungen durch die Lernenden werden vertraulich behandelt, der Kommentar des Ausbilders/Lehrers wird regelmäßig ins Heft geschrieben.
- Es muss ein fachlicher Bezug zum aktuellen Lernstoff der Berufsausbildung bestehen. Dabei wird das Vorgehen oder die Lösung fachlicher Probleme beschrieben bzw. mit eigenen Worten kommentiert.
- Das Lerntagebuch hilft dem Ausbilder/Lehrer, die Vorgehensweisen und Denkwege der Lernenden zu erkennen. Daraus sollen aber auch Konsequenzen für die Gestaltung des weiteren Ausbildungsprozesses gezogen werden. Es gibt daher eine schriftliche und/oder mündliche Rückmeldung der Lehrperson auf die Gedanken und Arbeiten des Lernenden, Anerkennung, Kritik, Fragen oder weiterführende Hinweise. „Die Rückmeldung ... betrifft nicht nur eine Beratungsfunktion, sondern sie wird als wesentlich dafür erachtet, dass die Lernenden ihr Journal auch anerkannt wissen wollen, damit es nicht als Selbstbeschäftigungstherapie missverstanden wird“ (Apel, 2003, S. 2).
- Das Schreiben ist **verbindlich** und ein gutes Mittel, um sich Fakten und Zusammenhänge klarzumachen.
- Es sollte darauf geachtet werden, dass nicht nur Stichworte geschrieben werden, sondern zusammenhängende Texte. Ausdruck und Form sollten aber eine un-

tergeordnete Rolle spielen, damit die Lernenden in ihrer Ausdrucksweise nicht gehemmt werden.

- Wissenserwerb und Lern- sowie Problemlösestrategien sollten immer als Einheit behandelt werden, niemals getrennt.
- Der Arbeitsaufwand beim Ausbilder/Lehrer kann hoch sein, darum nur so viel ankündigen, wie man auch erfüllen kann.
- Das Augenmerk liegt nicht auf dem Lernergebnis, sondern auf dem Lernprozess.
- Der Umfang der Eintragungen der einzelnen Lernenden kann sehr unterschiedlich sein und ist nur schwer vom Ausbilder/Lehrer zu steuern.

Wie eine motivierende Einführung aussehen könnte, stellen *Camenisch/Keller* (2000) dar:

„Im Lernjournal treibst du Deutsch und Mathematik Hand in Hand. Das Endresultat ist weniger wichtig als der Weg, der dazu geführt hat; das heißt: Mich (Lehrer/Lehrerin) interessiert vor allem, wie du es gemacht hast. Damit ich deinen Weg bzw. ‚deine Reise‘ durch die Aufgabe verstehen kann, musst du alles möglichst genau dokumentieren. Schreibe also alle deine Überlegungen und Gedanken auf. Irrwege und falsche Fährten sind wichtig. Ich werde sie positiv beurteilen, weil du es selber gemerkt hast. Streiche und killere deshalb nichts, sondern schreibe auf, dass du dich geirrt hast. Das Lernjournal ist keine Reinschrift, sondern eher wie im Tagebuch eine Momentaufnahme deiner mathematischen/sprachlichen Erlebnisse. Du darfst schreiben, zeichnen, skizzieren, etwas einkleben usw., aber immer so, dass ich alles gut lesen und nachvollziehen kann.“

#### *Wie gehst du vor?*

Lies die gestellte Aufgabe und überlege, wie du beginnen willst. Wenn du einen Anfang gefunden hast, schreibe deine ersten Gedanken auf. Jetzt bist du mitten drin, die Reise hat begonnen. Denk dran: Alles ist wichtig, schreib es auf“ (*Camenisch/Keller*, 2000, Anhang 12).

Ohne Anleitung, wie und zu welchem Zweck ein Lerntagebuch zu führen ist, kann angesichts der meisten Lernbiografien nicht von akzeptablen Ergebnissen ausgegangen werden. „Relativ gut empirisch belegt hingegen ist, dass ein gänzlich freies und unangeleitetes Schreiben nur geringe Lerneffekte bewirkt ... So zeigte die Metaanalyse von Bangert-Drowns et al., dass Schreiben insbesondere dann Lernen bewirkt, wenn die Schreibaufgabe eine metakognitive Überwachung und Regulation des Lernprozesses anregt“ (*Hübner/Nückles/Renkl*, 2007, S. 122).

Aus eigener Forschung belegen *Hübner/Nückles/Renkl* diese Ergebnisse, indem sie Lerntagebücher von Studierenden analysierten. „Die Analyse der insgesamt 192 Lerntagebucheinträge zeigte, dass die meisten Studierenden Einträge produzierten, die stark herkömmlichen Zusammenfassungen ähnelten und im Sinne eines *Knowledge Telling* Lerninhalte lediglich reproduzierend wiedergaben. Elaborative Strategien wie das Generieren eigener Beispiele und das kritische Prüfen von Argumenten waren vergleichsweise schwach ausgeprägt. Metakognitive Strategien im Sinne einer Überwachung des eigenen Verstehens wurden praktisch gar nicht angewandt. Es zeigte sich also, dass die Studierenden das Lerntagebuch in der skizzierten freien Form nur unzureichend nutzten, um lernförderliche kognitive und metakognitive Strategien ... des selbstgesteuerten Lernens ... zu realisieren“ (*Hübner/Nückles/Renkl*, 2007, S. 125).

Es bleibt die Frage, wie diese Anleitungen auszusehen haben, damit einerseits Hilfestellungen gegeben werden. Andererseits darf aber ein Arbeiten nach vorgegebenem Schema nicht eintreten, das in der Folge dazu führen kann, dass der Lerner eher wieder in Passivität versinkt oder den geforderten Aufwand als nicht angemessen betrachtet und infolgedessen unangemessene Reaktionen zeigt.

Ein Beispiel für Letzteres haben wir bei der Evaluation der neu geordneten Elektroberufe in der Ausbildungsbeobachtung erlebt. Die Auszubildenden hatten ein kleines Projekt mithilfe eines Leittextes zu bearbeiten. Dieser sah als erste Phase die Planung vor. Die Auszubildenden begannen aber zielgerichtet mit der Ausführung, arbeiteten sich durch den Leittext durch, produzierten das Projekt und erledigten die Kontrollaufgaben. Zum Schluss machten sie die Planung. Auf ihre Vorgehensweise angesprochen, erklärten sie, dass sie ja bereits aus anderen Projekten (die auch mit Leittexten zu bearbeiten waren) wussten, wie man vorzugehen hätte. Es wäre deshalb besser, wenn sie die Planung erst zum Schluss schriftlich festhalten würden, dann bräuchten sie auch bei eventuellen Varianten, die sich bei der Durchführung ergäben, in der Niederschrift nichts mehr zu ändern und das sähe allemal ordentlicher aus und darauf gäbe es ja auch eine Bewertung. Ein aus ihrer Sicht sehr rationelles Vorgehen!

Auch *Hübner/Nückles/Renkl* haben ähnliche Erfahrungen gemacht bei ihrer empirischen Untersuchung, welche instruktionalen Hilfen für eine gute Nutzung des Lerntagebuchs besonders erfolgreich sind. Die Lerngruppe, die Anregungen zur Organisation (z. B.: „Wie kann ich die Struktur des Stoffes am besten gliedern?“), zur Elaboration (z. B.: „Welche Beispiele fallen mir ein, die das Gelernte illustrieren, bestätigen oder ihm widersprechen?“) und zum Monitoring (z. B.: „Welche zentralen Inhalte habe ich noch nicht verstanden?“) erhielten, hatte bedeutsam erfolgreichere Lernaktivitäten vorzuweisen als die Gruppe ohne Hinweise. Metakognitive Anforderungen und Leitfragen zur Überwachung des eigenen Lernprozesses hatten nur dann einen Effekt, wenn die Lernumgebung so gestaltet war, dass materielle,

zeitliche und organisatorische Handlungsmöglichkeiten vorhanden waren (vgl. Hübner/Nückles/Renkl, 2007, S. 126 f.). Das heißt insbesondere, dass Lernende Schritte zur Beseitigung ihrer Verständnisschwierigkeiten nicht nur planen, sondern im Anschluss auch tatsächlich die Möglichkeit zur Ausführung gegeben sein sollte. Bei einem längerfristigen Einsatz der sogenannten „Strategie-Aktivatoren“ wirkten sich diese jedoch nicht mehr positiv auf den Lernprozess aus. Wie ist die kurzfristig positive, aber langfristig eher negative Wirkung zu erklären? „Je mehr nun aber die Studierenden die Tendenz zur Strategieanwendung internalisierten und daher die Strategien entsprechend spontan bzw. von sich aus anwendeten, umso mehr wurden die Prompts [Lernhilfen, Übersetzung d.V.] überflüssig und von den Studierenden vermutlich als störend oder hemmend wahrgenommen. Die Prompts fungierten dann nicht mehr als Strategie-Aktivatoren, sondern vielmehr als ‚Strategie-Inhibitoren‘“ (Hübner/Nückles/Renkl, 2007, S. 131).

Die Autoren sprechen hier von einer „Überdidaktisierung“ und empfehlen eine „Fading-Prozedur“, bei der je nach individuellem Kompetenzniveau der Lernenden sukzessive diejenigen Prompts ausgeblendet werden (= Fading), die überflüssig geworden sind, weil die Lernenden die entsprechenden Strategien in einem zufriedenstellendem Maße bereits aus eigenem Antrieb zeigen“ (Hübner/Nückles/Renkl, 2007, S. 132).

Der Gefahr einer „Überdidaktisierung“ kann begegnet werden, indem die Lehrkräfte bzw. das Ausbildungspersonal in Kenntnis der Lernkompetenz der Zielgruppe, Lernhilfen nur bei vorausszusehenden Lernschwierigkeiten (siehe dazu Kapitel 9) einsetzt und nicht quasi als „Kochrezept“ immer verwendet. Besonders für das Lerntagebuch gilt, dass es nicht in allen Lernsituationen sinnvoll einzusetzen ist und die Lernenden vom Verhältnis zwischen Aufwand und Ertrag überzeugt werden müssen.

Richtig eingesetzt übt und verbessert das Lerntagebuch insbesondere folgende Verhaltensweisen, nachfolgend zusammenfassend dargestellt:

- Der Lernende wird aufgefordert, seinen eigenen Lernprozess zu planen, zu überdenken und zu überwachen; er setzt sich Ziele und evaluiert sie. Infolgedessen muss der Lernende sich intensiver mit den Lerninhalten und den eingesetzten Strategien auseinandersetzen.
- Vorwissen aktivieren und einbeziehen, Ordnungen schaffen, Zusammenhänge herstellen und Begriffs- bzw. Wissensnetze aufbauen sind Strategien, die durch das Lerntagebuch angeregt und dokumentiert werden. Der Lernende kann anhand seiner Aufzeichnungen den Fortschritt seines Verstehens und die Vertiefung seiner Einsicht erkennen bzw. ablesen. Somit erleben bzw. erfahren die Lernenden den Nutzen einer Strategie „an sich selber“. Nur wenn sie den Erfolg erleben, werden sie die alten, gewohnten Strategien ablegen.

- Die Schriftlichkeit fordert den Lernenden auf, sich in längeren, zusammenhängenden Texten auszudrücken. Sie schreiben über die benutzten Strategien, wobei das Schreiben selber schon eine Strategie ist.
- Es wird ein Dialog zwischen Lehrer/Schüler und gegebenenfalls auch zwischen Schüler/Schüler gepflegt.

### 6.3 Exemplarischer Lernjournalauszug

So könnte ein Eintrag zu der fiktiven Aufgabe in einem Lernjournal des Auszubildenden X aussehen:

Die Flächenberechnung ist im Tischlerhandwerk eine wichtige Rechenoperation, ihr werdet sie schon öfter selbst angewendet haben oder Situationen erlebt haben, in denen Mitarbeiter Flächen berechnen mussten.

1. Schreib doch einige Situationen auf, wo es bei der Arbeit um Flächenberechnung ging. Vielleicht findest du in deiner Firma auch Gebrauchsanweisungen oder Verpackungen, auf denen es um Flächenberechnungen geht. Du kannst diese dann in dein Lernjournal kleben.

#### Aufgabe 1:

Ich musste letzte Woche einen Zweikomponentenlack zum Lackieren von Treppenstufen anmischen. Um die Menge zu ermitteln, habe ich die Gesamtfläche aller Treppenstufen errechnet, da auf dem Lackgebinde Folgendes stand: Die Verbrauchsmenge beim Airlesslackieren beträgt 0,5 Liter pro  $1 \text{ m}^2$ .

Wenn wir Fertigparkett von der Firma aus verlegen, steht auf den Verpackungen immer, für wie viel  $\text{m}^2$  der Inhalt der Verpackung reicht.

Wenn ich mit dem Altgesellen Rigipsdecken mache, muss ich immer am Abend die fertigen Flächen aufmessen und zusammenzählen.

2. Ein Geselle soll eine Holzverschalung an einer rechteckigen Wand streichen, die 6 m breit und 4 m hoch ist. Beim Beladen des Firmentransporters liest er auf der Farbdose: *Der Inhalt dieser Dose reicht zum Streichen von  $12 \text{ m}^2$  bei stark saugenden Untergründen.* Wie groß ist die Fläche der Holzverschalung und wie viele Dosen muss der Geselle mitnehmen?

**Aufgabe 2:**

In dieser Aufgabe sind zwei Fragen enthalten. Ich muss nur einmal eine Fläche errechnen, beim zweiten Teil ist das gar keine Flächenberechnung.

$$6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$$

Das ist die Fläche, die der Geselle streichen muss.

Der Geselle muss zwei Dosen mitnehmen, weil die 12 zweimal in die 24 passt.

3. Schreibe die Formeln zur Flächenberechnung auf, die du kennst, und kontrolliere, ob du in deiner Formelsammlung noch mehr Formeln für die Flächenberechnung findest.

**Aufgabe 3:**

Ich weiß zwar, wie ich die Fläche eines Rechtecks ausrechne, aber die Formelzeichen, die Buchstaben, die da immer verwendet werden, fallen mir gerade nicht ein.

Wie ist das überhaupt? Sind die Buchstaben genormt, und ist eine Formel falsch, wenn die Rechenzeichen richtig sind, aber die Buchstaben falsch? Wer hat übrigens die Buchstaben in den Formeln festgelegt?

Ich habe gleich in der Formelsammlung unter Flächenberechnung im Inhaltsverzeichnis nachgeschlagen und nicht hinten im Stichwortverzeichnis.

Ach ja, wie ist das eigentlich mit  $\pi$ ?

Rechteck:  $A = l \cdot b$

Parallelogramm:  $A = l \cdot h$

Trapez:  $A = (l_1/2 + l_2/2) \cdot h$

Dreieck:  $A = l \cdot h/2$

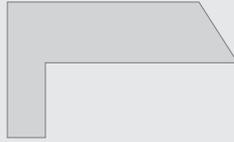
Kreis:  $A = r^2 \cdot \pi$

Ellipse:  $A = d_1 \cdot d_2 \cdot 0,875$

Für das Dreieck habe ich eine Zeichnung gemacht:



4. Ein CNC-Fräsprogrammm auf einer alten Maschine kann nur Rechtecke und Dreiecke fräsen. Zerteile die unten angegebenen Flächen in möglichst wenig Rechtecke und Dreiecke, damit die Maschine diese Formen herstellen kann. Berechne\* anschließend den Flächeninhalt der Einzelteile.



\* Die Bemaßung für die Berechnung ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht enthalten.

Die habe ich irgendwie nicht geschnallt. Zerteilen kann ich die wohl mit dem Lineal, aber wie krieg ich dann die richtigen Maße raus?  
Tut mir leid, mehr war nicht drin.

## 6.4 Lerntagebücher als Berichtshefte und im Praktikum

Zum Abschluss noch der Hinweis auf eine interessante Möglichkeit, das Konzept Lerntagebuch mit bereits Bekanntem zu verbinden: In dem angesprochenen Modellversuch bei den Friseuren und Friseurinnen wurde dieser Versuch gemacht.

Ein Ziel des Modellversuchs, praktische Erfahrung im Betrieb systematisch aufzuarbeiten, diese in der Berufsschule als Lernhintergrund zu nutzen und die Auszubildenden zu gezielter Beobachtung und Reflexion im Berufsalltag anzuleiten, kann auf diesem Weg erreicht werden.

Das Führen des Berichtshefts wird in konventioneller Weise beibehalten, aber es werden zusätzlich verpflichtend Aufgaben gestellt, die in bestimmten vorgegebenen Zeitabschnitten erledigt werden müssen.

Die Aufgaben/Fragen berücksichtigen das Problem, dass Auszubildende beim Arbeiten mit dem Lernjournal oft Probleme haben, sich Gedanken über die fachliche Fragestellung hinaus zu machen und diese dann auch noch aufzuschreiben.

Hier werden dem Auszubildenden Hilfestellungen mit vorgegebenen Leitfragen (siehe dazu auch Kapitel 6.2 und 9) gegeben, die die Denkprozesse bei den Jugendlichen anregen sollen. Diese Leitfragen können für eine ganze Woche oder für ein ganz bestimmtes Projekt gelten. Ist der Auszubildende in der Beantwortung solcher Leitfragen geübt, ist anzunehmen, dass es ihm nach einer gewissen Zeit nicht mehr so schwerfallen wird, sein Handeln im Beruf und das Bearbeiten von Problemstellungen im Berufsschulunterricht unter übergeordneten Perspektiven zu betrachten.

Hier zwei Beispiele aus dem Modellversuch (weitere können Sie sich unter der genannten Internetadresse anschauen):

### Sehen lernen, wo etwas fehlt.

Bitte beobachte während der nächsten Woche, was dir auffällt, wo ‚etwas fehlt‘.

- Dabei kann es sich um ganz alltägliche nützliche Dinge handeln, z. B.: *‚Hier wäre ... praktisch‘*.
- Genauso kann es sich um Dinge handeln, die eher mit inneren Haltungen zu tun haben, z. B.: *‚Hier müsste man doch unbedingt ... machen.‘*
- Sei dabei ruhig ganz unkonventionell – auch ‚verrückte Ideen‘ sind möglich, z. B.: *‚Hier wäre ein Kühlschrank, der sich selbst auffüllt, ... praktisch.‘*

Sammle in dieser Woche mindestens **10 Beispiele**.

### Warum tue ich etwas?

Beobachte dich diese Woche bei deinen Handlungen.

- **Was tust du, weil es von außen – von anderen – von dir gefordert wird?**
- **Was tust du, weil eine Situation, eine Notwendigkeit es von dir fordert?**
- **Was tust du, weil du es willst?**

Wenn du eine Woche lang deine Handlungen beobachtet hast, erhältst du einen ‚Spiegel‘ für die verschiedenen ‚Antreiber‘. Mach dir Gedanken, welche Antreiber von außen, von Notwendigkeiten, und welche aus dir kommen“

(<http://www.hwk.de/flexibel/downloads/LTBdwnld.doc>, 03.09.2008, S. 9).

### Lerntagebücher im Praktikum

Am Beispiel des Einsatzes von Lerntagebüchern von Lehramtsstudierenden, welcher an der Universität Bern begleitet und wissenschaftlich ausgewertet wurde, zeigt sich, wie sinnvoll auch ein solcher Anwendungsbereich sein kann. Hier war ein Ergebnis, dass eine zu sehr instruierte (zum Teil in Fragebogenform mit offenen und geschlossenen Fragen) Einführung eines Lerntagebuchs wenig an Lernerkenntnissen bringt. Die offene Form des Tagebuchs dagegen „ermöglichte einen vertieften Einblick in subjektive Lernprozesse. ... Der individuelle Zugang birgt nämlich den Vorteil, dass *die* Inhalte beschrieben werden, die die Studierenden zum jeweiligen Zeitpunkt unmittelbar beschäftigen“ (Hascher/Wepf, 2007, S. 116).

Der Betreuer/Mentor der Lernenden bzw. der Praktikanten kann daraus wichtige Hinweise auf die weitere Gestaltung der Lernarrangements gewinnen und motivierend an unmittelbaren Lernerfordernissen anschließen. Der längerfristige Einsatz bringt einen weiteren pädagogischen Gewinn: „Ein Vorteil der Tagebuchmethode liegt jedoch darin, dass sich der Prozess des Lernens besser nachzeichnen lässt“ (Hascher/Wepf, 2007, S. 116 f.).

Übertragen lässt sich der Einsatz eines Lerntagebuchs auch auf die Durchführung anderer Berufspraktika. Bei entsprechender Vorbereitung, Begleitung und ge-

meinsamer Auswertung von Praktikant und Betreuer könnte auf diese Weise ein zielgerichteteres Lernen ermöglicht werden. Nicht zuletzt machen die Neuen Medien eine orts- und zeitunabhängige Kommunikation zwischen den Beteiligten möglich und erleichtern damit den Einsatz eines Lerntagebuchs in einem Praktikum.

## Literatur

- Apel, H.: Onlinejournal – Lernreflexionen online. Zürich 2003
- Bangert-Drowns, R. L./Hurley, M. M./Wilkinson, B.: The effects of school-based writing-to-learn interventions on academic achievement: A metaanalysis. In: Review of Educational Research (2004), 74, S. 29–58
- Bauer, H. G. u. a.: Hightech-Gespür. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). Bielefeld 2002
- Camenisch, I./Keller, M.: Lerntagebücher, Unveröffentlichte Lizenziatsarbeit der Universität Zürich. Zürich 2000
- Hascher, T./Wepf, L.: Lerntagebücher im Praktikum von Lehramtsstudierenden. In: Empirische Pädagogik, 21 (2007), 2, S. 101–118
- Hübner, S./Nückles, M./Renkl, A.: Lerntagebücher als Medium selbstgesteuerten Lernens – Wie viel instruktionale Unterstützung ist sinnvoll? In: Empirische Pädagogik, 21 (2007), 2, S. 119–137
- Stangl, W.: Lerntagebücher als Werkzeug für selbstorganisiertes Lernen. URL: <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNTECHNIK/Lerntagebuch.shtml> (Elektronische Publikation, URL am 03.09.2008)



## 7 Begriffs- bzw. Wissensnetze als Lernstrategien: Verstehen, Behalten und Abrufen von Fachwissen

### 7.1 Was sind Begriffs- bzw. Wissensnetze und woher kommen sie?

In unserem Bildungssystem wird die Vermittlung von Wissen als Hauptaufgabe der Lehrenden gesehen. Umso erstaunlicher ist, dass die Ergebnisse nicht besonders überzeugend ausfallen: Oft gelingt der Transfer des angeeigneten Wissens auf ähnliche oder neue Aufgaben kaum, oder das Wissen ist nach einiger Zeit nicht mehr abrufbar, es handelt sich also um träges (besser noch totes) Wissen, das Wissen ist nicht mit anderen abgespeicherten Beständen verknüpft worden, oder es bleibt schematisch auf der Reproduktionsebene „hängen“. Die Qualität von Lernprozessen hängt aber heute mehr denn je davon ab, inwieweit es gelingt, komplexe Wissensstrukturen zu erwerben, zu organisieren, zu kommunizieren und anzuwenden. In diesem Kapitel werden daher folgende Fragestellungen diskutiert:

- Wie kann bei Lernenden der Erwerb von Wissensstrukturen unterstützt werden, in denen Wissen angemessen organisiert ist?
- Wie kann die Organisation des Wissens von Lernenden erfasst werden?
- Wie können Lernende in die Lage versetzt werden, Probleme erfolgreich zu bearbeiten, deren Lösungen eine Koordination unterschiedlichen Wissens sowie einen Wissenserwerb erfordern?

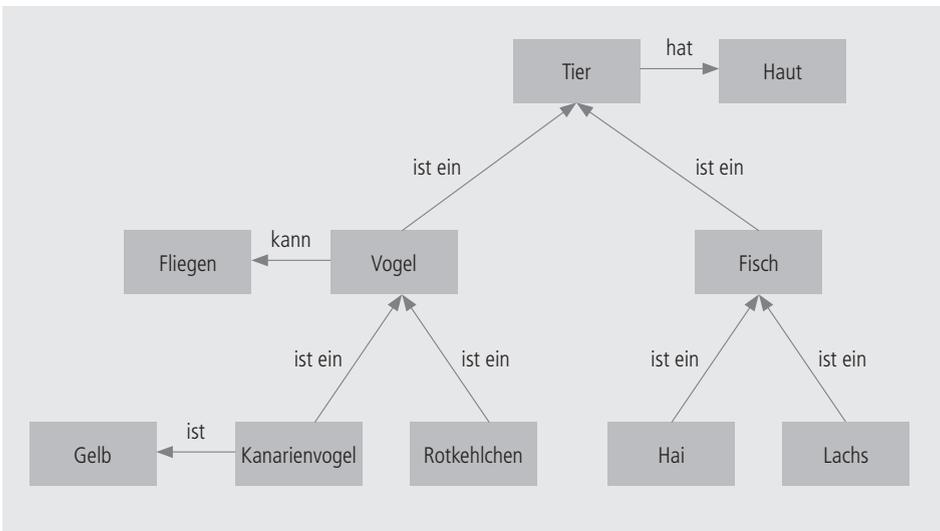
Trotz der breiten Diskussion um die Notwendigkeit des Erwerbs außerfachlicher Qualifikationen (als Schlagwort sei der Begriff Schlüsselqualifikationen genannt) bleibt unbestritten, dass eine gute Wissensbasis unabdingbare Voraussetzung für ein kompetentes Facharbeiterhandeln bleibt. Doch wie sieht eine „gute Wissensbasis“ aus, wie wird dieses Wissen im Gehirn repräsentiert? Hinsichtlich der Organisation des Langzeitgedächtnisses besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass Wissensstrukturen in Form von strukturellen Netzwerken gespeichert werden. Für die Annahme der netzwerkartigen Speicherung sprechen empirische Befunde. Die Netzwerke enthalten Wissen und Sachverhalte, welche untereinander in spezifischer Weise verknüpft sind. Wissen wird somit als ein vernetztes System eng miteinander zusammenhängender Begriffe gesehen. Wie kann man sich diese Netzwerke nun vorstellen? Ein Netzwerk ist ein Geflecht aus Perlen, die durch Fäden verbunden sind. Die Perlen entsprechen den Begriffen bzw. Knoten<sup>1</sup> und die Fäden den Verknüp-

---

1 Die Bezeichnungen Begriff, Knoten und Konzept werden in der einschlägigen Literatur häufig synonym verwendet. Einige Autoren nehmen aber bewusst eine Unterscheidung vor, um zu verdeutlichen, dass sich die Größe der Wissenseinheit unterscheidet. Das heißt, dass z. B. einzelne Begriffe auch umfassendere Konzepte repräsentieren, die nicht notwendigerweise weiter ausgeführt werden. Hier werden die Bezeichnungen Begriff, Knoten sowie Konzept wie o. g. ebenfalls synonym verwendet.

fungen zwischen den Begriffen bzw. Knoten (vgl. Anderson, 1988, S. 115). Die Metapher der Schrift erklärt das Funktionieren dieser Netzwerke. Einzelne Buchstaben haben als solche keine Bedeutung. Sie erhalten erst dann eine Bedeutung, wenn sie sich über Silben, Wörter und Sätze zu einem Text zusammenfügen (vgl. Scheunpflug, 2001, S. 75). Derartige Netzwerke zeigen in grafischer Form die assoziativen<sup>2</sup> Verbindungen zwischen Begriffen bzw. Knoten.

Abbildung 1: **Assoziatives Netz**



Assoziatives Netz bedeutet, dass wir im Alltag unser Wissen assoziativ speichern und auch wieder abrufen. Das heißt, dass die Nennung eines bestimmten Begriffs in unserem Langzeitgedächtnis eine Reihe von Assoziationen hervorruft, die nicht unbedingt wohlgeordnet sein müssen. In empirischen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass ein Experte zwar auch assoziative Netzwerke besitzt, aber sich gleichzeitig ein wohlgeordnetes sogenanntes „semantisches Netzwerk“ aufgebaut hat. Dieses Netzwerk besteht aus eindeutigen Begriffen und ebenso eindeutigen Beziehungen zwischen den Begriffen.

Ausgehend von der Annahme, dass eine Lern- und Lehrstrategie dann Erfolg verspricht, wenn sie die Lernenden animiert, Strukturen aufzubauen, die den Charakteristika der Gedächtnisspeicherung entsprechen, wurden die sogenannten Map-

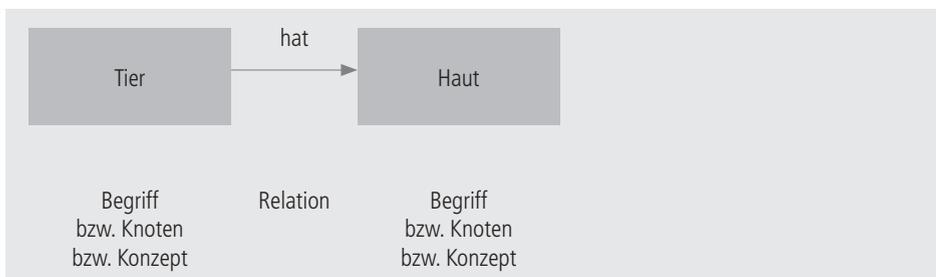
2 Assoziation ist in der Psychologie und der Psychoanalyse die Theorie, dass der Mensch lernt, indem er einfache, nicht reduzierbare Elemente nach bestimmten Prinzipien miteinander verknüpft.

ping-Techniken<sup>3</sup> zum Gegenstandsbereich in der Psychologie und der Pädagogik. In den letzten drei Jahrzehnten wurde diese Gruppe von Werkzeugen weiterentwickelt, die die Strukturierung und Organisation des Wissens durch grafische Darstellung von komplexen Wissensstrukturen unterstützen können. Die Vielfalt<sup>4</sup> der Mapping-Techniken, die sich oft kaum noch klar voneinander abgrenzen lassen, hat in den Forschungs- und Anwendungsfeldern zu drei wichtigen Bereichen geführt:

- Mapping-Techniken als Lehr- und Lernstrategie,
- Mapping-Techniken zur Unterstützung von Kooperationsprozessen beim gemeinsamen Lernen,
- Mapping-Techniken zur Wissensdiagnose und -modellierung (vgl. Mandl/Fischer, 2000, S. 6).

Das Grundprinzip der Mapping-Techniken ist einfach: Begriffe werden als Knoten aufgefasst, die Relationen zwischen diesen Begriffen als Kanten oder Verbindungen zwischen diesen Knoten. Typischerweise werden bei der Erstellung eines Begriffs- bzw. Wissensnetzes Begriffe auf Karten notiert und der Zusammenhang zweier Begriffe über eine Verbindung zwischen den betreffenden Begriffskarten symbolisiert, wobei die Verbindung mithilfe von Relationen beschrieben wird.

Abbildung 2: **Kleinste Einheit<sup>5</sup> in einem Begriffs- bzw. Wissensnetz**



Die elementaren Einheiten sind ihrerseits wieder über bestimmte Relationen zu einem integrierten Ganzen – einem Netzwerk – verknüpft.

3 Die Begriffe Map, Wissensnetz sowie Begriffsnetz werden in der einschlägigen Literatur häufig synonym verwendet. Das weitverbreitete Mind-Mapping stellt lediglich einen hierarchisch aufgebauten Überblick von Begriffen dar, ohne deren Zusammenhänge durch Relationen zu erfassen. Eine Unterscheidung von dieser Art Map zu den Netzwerkansätzen wäre möglich, sie wird z. T. auch vorgenommen. Hier werden die Begriffe Map, Wissensnetz sowie Begriffsnetz wie o. g. ebenfalls synonym verwendet.

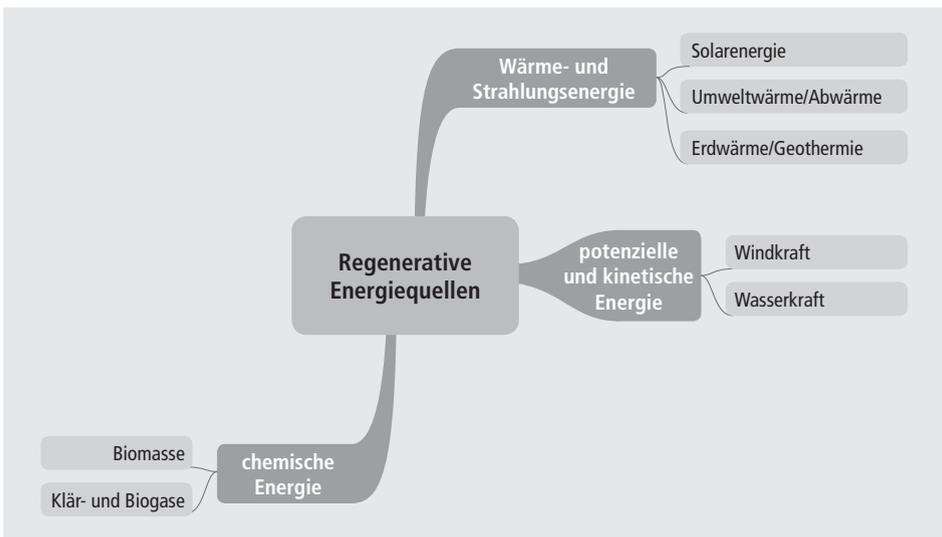
4 Eine Übersicht über einige interessante Techniken findet der Leser bei *Frackmann/Tärre* (2003, S. 116 f.).

5 In kognitionspsychologischen Ansätzen wird die kleinste Einheit als Proposition bezeichnet. Die Propositionen repräsentieren deklaratives Wissen – also Wissen von Fakten, Daten, Sachverhalten und Ereignissen. Eine Proposition ist eine Aussage, die eindeutig als wahr oder falsch bestimmt werden kann.

Das **Mind-Mapping** ist in Schule und Ausbildung die bisher verbreitetste Form der Arbeit mit Begriffsnetzen. Unter dem Mind-Mapping versteht man eine semantische<sup>6</sup> Technik, die auf die Strukturierung der Inhalte und Komponenten von Themengebieten abzielt. Durch das Einfügen selbst definierter Oberbegriffe oder Grafiken nimmt der Autor einer Mind-Map eine Kategorisierung und **Hierarchisierung** vor. Neben der Wissensrepräsentation wird die Gedächtnisleistung bei der Reproduktion, d. h. beim Abrufen aus dem Langzeitgedächtnis, insbesondere von der Organisationsform der Informationen beeinflusst. Aus den Ergebnissen von *Bower* u. a. (1969) kann man für das Lernen eindeutige und wichtige praktische Konsequenzen ziehen. Informationen, die innerhalb einer **Hierarchie** dargeboten werden, können beträchtlich besser abgerufen bzw. reproduziert werden als bei einer zufälligen Darstellung (vgl. Anderson, 1988, S. 175).

Als erstes Anschauungsbeispiel zum Mind-Mapping wird das übergeordnete Thema „Regenerative Energiequellen“ in untergeordnete Kategorien zerlegt, sodass insgesamt drei Hierarchieebenen entstehen.

Abbildung 3: Mind-Map „Regenerative Energiequellen“



Wie oben bereits ausgeführt, stellt die Mind-Map-Technik lediglich einen hierarchisch aufgebauten Überblick von Begriffen anschaulich dar, **ohne deren Zusam-**

6 Die Semantik (Bedeutungslehre) ist das Teilgebiet der Sprachwissenschaft (Linguistik), das sich mit der Bedeutung sprachlicher Zeichen (lautliche, schriftliche oder andere Form) befasst.

**menhänge mithilfe von Relationen** zu erfassen. Der Einsatz von Mind-Maps im Unterricht bzw. in der Ausbildung ist dennoch sinnvoll, und daher werden Anwendungsmöglichkeiten nachfolgend beschrieben.

## 7.2 Mind-Mapping – die populärste Form von Begriffsnetzen

Mind-Maps sollen eine Erleichterung sein bzw. eine Hilfestellung liefern, (komplexe) Sachverhalte grafisch darzustellen. Aber worin liegt der Vorteil bei dieser Form der Visualisierung? Die Vertreter dieser Technik begründen das mit dem Rückgriff auf den Aufbau des menschlichen Gehirns, diesmal aber nicht aus kognitionspsychologischer Sicht, sondern zum großen Teil unter Rückgriff auf die Ergebnisse neurobiologischer Erkenntnisse.

### Was spricht für den Einsatz von Mind-Maps aus neurobiologischer Sicht?

Das Großhirn ist in zwei Hälften unterteilt, die als Hemisphären bezeichnet werden. Die wichtigste Kommunikationsverbindung zwischen den Großhirnhälften ist der sogenannte Balken (Corpus callosum). Aufgrund einer kreuzweisen Verbindung des Gehirns mit dem Körper steuert unsere rechte Hemisphäre die linke Körperhälfte (linke Hand), die linke Hemisphäre unsere rechte Körperhälfte (rechte Hand) (vgl. Krüger, 1998, S. 10 f.).

Der Amerikaner *Sperry*<sup>7</sup> lieferte die anfänglichen Erkenntnisse, dass die zwei Hälften der Gehirnrinde untereinander zur Aufteilung der grundlegenden intellektuellen Funktionen neigen. Daran anschließende Forschungen haben diese Erkenntnisse untermauert, und zudem wurde entdeckt: Obwohl jede Gehirnhälfte bei bestimmten Aktivitäten **dominiert**, verfügen beide grundsätzlich über **Fähigkeiten auf allen Gebieten**. Die von *Sperry* identifizierten geistigen Fähigkeiten sind also über die gesamte Gehirnrinde verteilt (vgl. Buzan/Buzan, 1999, S. 32 f.).

Die **linke** Großhirn-Hemisphäre wird als **dominant** für folgende Fähigkeiten angesehen:

- Sprechen, Lesen, Schreiben,
- mathematisches Verständnis,
- analytisches Denken und logische Schlussfolgerungen,
- Benennen von Objekten, Interpretation von Geschichten,
- digitales Denken, digitale Kommunikation (Denken ohne bildhafte Symbole).

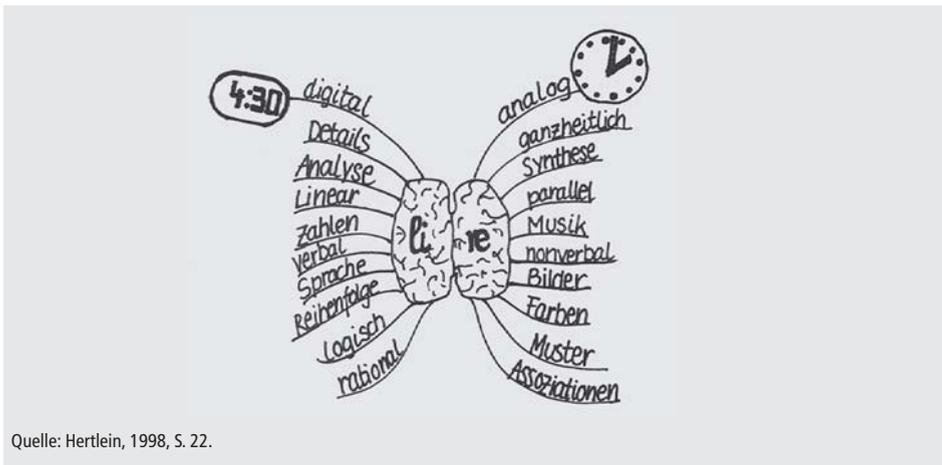
---

7 Für seine Entdeckungen über die funktionelle Spezialisierung der Gehirnhemisphären erhielt Sperry 1981 den Nobelpreis.

Die **rechte** Großhirn-Hemisphäre wird als **dominant** für folgende Fähigkeiten angesehen:

- Verstehen und Entwickeln von Geschichten,
- bildhafte Sprache, Erfassen von Mustern, Bildern, Geometrien und Strukturen,
- räumliche Dimensionen,
- gleichzeitige, parallele Bearbeitung von Informationen,
- Träume, Intuition, Rhythmus und Musik,
- analoge Kommunikation.

Abbildung 4: Die beiden Hemisphären des Gehirns mit ihren **dominanten Funktionen**



Die Fähigkeiten der linken Hälfte werden durch Schule und Beruf mehr beansprucht und daher besser trainiert. Im Idealfall sollten beide Hemisphären trainiert und gefördert werden, um alle Fähigkeiten und Fertigkeiten auszuschöpfen. Die Mind-Mapping-„Methode“ hilft dabei, sich auf die Potenziale der rechten Hemisphäre zu besinnen, ohne damit die Leistung der linken Hemisphäre zu vernachlässigen (vgl. Krüger, 1998, S. 17 f.). Die Zielsetzung des Mind-Mapping besteht also darin, beide Gehirnhälften zu aktivieren und infolgedessen die Kreativität zu verbessern. Kline formuliert es folgendermaßen: „Mind-Mapping ist meines Wissens nach der effektivste Mechanismus, um ... erhöhte Flexibilität des Denkens Wirklichkeit werden zu lassen. Ergänzen Sie die heute weltweit verbreitete verbale Form des Mind-Mapping um die Ressourcen des selten genutzten visuellen Denkens, und Sie haben ein Werkzeug, das bei wichtigen Projekten Monate wertvoller Zeit sparen könnte“ (Kline, 1995, S. 369).

## Wie geht man bei dem Erstellen von Mind-Maps vor?

Das zentrale Thema steht im Zentrum der Mind-Map-Fläche und wird durch einen Kreis umrahmt. Es kann als Wort geschrieben werden, dessen Bedeutung durch die Wahl einer auffälligen Farbe oder Schriftart herausgestellt wird. Auch die visuelle Darstellung mithilfe einer Skizze oder einer Grafik ist möglich.

Die zentralen Aspekte des im Zentrum der Betrachtung stehenden Themas werden in Form von Linien (Hauptäste), die vom Zentrum ausgehen, festgehalten. Somit entsteht eine Hierarchisierung, die Unterpunkte oder Gedanken in tiefer liegende Hierarchieebenen verzweigt. Durch die Verwendung von wenigen Schlüsselbegriffen, die Dinge, Sachverhalte oder Handlungen beschreiben, ist eine Konzentration auf das Wesentliche möglich. Mind-Maps eignen sich daher besonders zur Wiederholung eines Lernstoffs, da die Grundgedanken bereits verstanden sind. Zur Rekonstruktion und Erinnerung reichen dann Schlüsselbegriffe aus, die die entsprechenden Assoziationen hervorrufen.

Zur besseren Lesbarkeit können verschiedene Farben für die Hauptäste verwendet werden. Bei der Erstellung einer Mind-Map ist aber grundsätzlich auf eine übersichtliche und konsequente Farb- und Schriftwahl von Ästen bzw. Begriffen zu achten. Der Einsatz von zu vielen unterschiedlichen Farben kann statt zum angestrebten Hervorheben von einzelnen Aspekten zur Unübersichtlichkeit der gesamten Mind-Map führen.

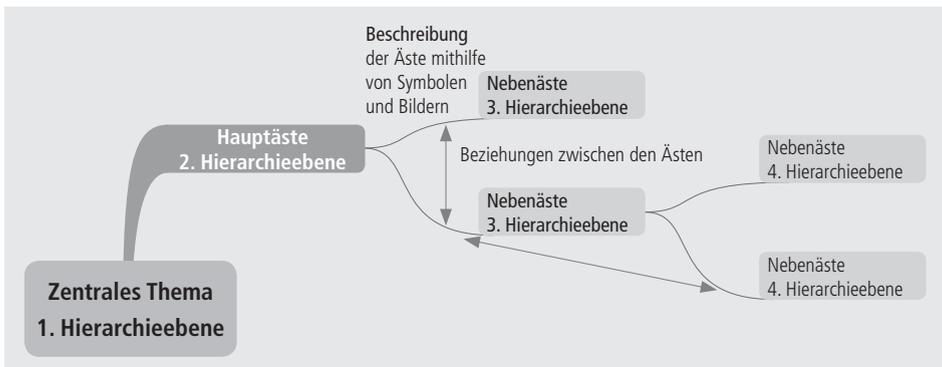
Die gefundenen Hauptäste werden in Nebenäste weitergeführt. Hierbei ist wichtig, mit den einzelnen Ästen die Waagerechte zu suchen, um die Lesbarkeit nicht zu beeinträchtigen. Des Weiteren sollte bei der spontanen Dokumentation der Gedanken darauf geachtet werden, dass die verschiedenen Äste räumlich nicht zu dicht beieinanderliegen. Somit ist das Hinzufügen von weiteren Verästelungen möglich, und die Mind-Map ist für Erweiterungen offen.

Zur Beschreibung der Haupt- sowie Nebenäste dürfen Symbole und Bilder verwendet werden. Somit erfahren die Äste eine Bedeutung und Erklärung in Form einer „individuellen Handschrift“. Die „individuelle Handschrift“ wird z. T. als Nachteil des Mind-Mapping angesehen. Die Kritiker argumentieren, dass Mind-Maps im Wesentlichen nur ein Werkzeug für ihren Autor seien, weil die gewählten Schlüsselbegriffe häufig sehr individuell und für andere nicht verständlich wären, die Strukturierung der Informationen oft nur für den Autor einsichtig sei und das gleiche Problem die verwendeten Symbole, Bilder und Farben betreffen würde. In diesem Zusammenhang ist zu entgegnen, dass im Rahmen der Reflexion der Lernergebnisse auch individuelle Lösungen diskutiert werden können. Der jeweilige Autor wird aufgefordert, die identifizierten Strukturzusammenhänge zu präsentieren und zu verbalisieren. Somit werden die individuellen Denkprozesse für die übrigen Mitglieder der Lerngruppe „offengelegt“ und ermöglichen eine Diskussion.

Vorteilhaft ist es, wenn verschiedene Repräsentationsformen zur Anwendung kommen. Eine physikalische Gesetzmäßigkeit lässt sich einerseits z. B. meistens in Form einer Gleichung symbolisch darstellen. Andererseits lässt sich der Zusammenhang der verschiedenen Größen häufig auch in Form eines Diagramms bzw. einer Grafik beschreiben, d. h. anschaulich-bildhaft (ikonische Repräsentationsform) darstellen.<sup>8</sup> Somit kommt es unter Umständen zu einer multiplen Repräsentation in Form von symbolischen **und** bildhaften Repräsentationen. Infolgedessen werden das Abspeichern und das Abrufen der Wissensstrukturen aus dem Langzeitgedächtnis gefördert.

Beziehungen zwischen einzelnen Ästen lassen sich mithilfe von Pfeilen darstellen.

Abbildung 5: Baumstruktur einer Mind-Map



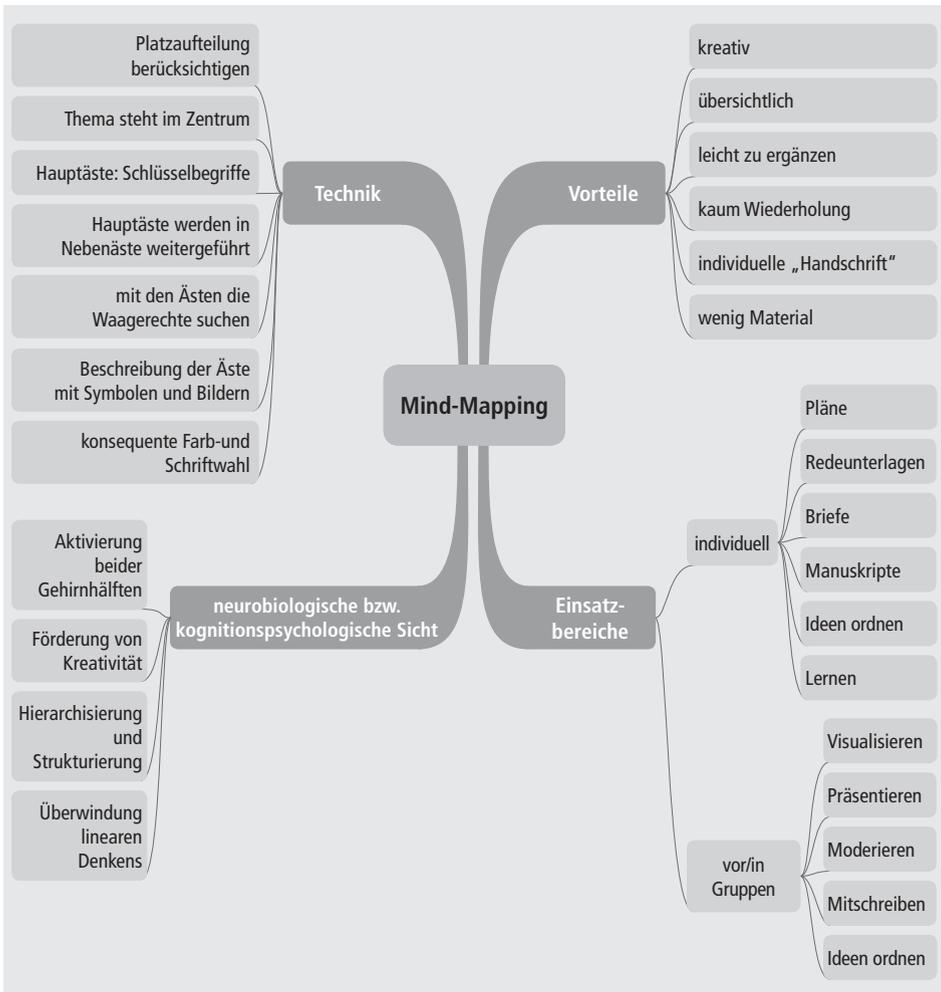
Durch das Einzeichnen von Beziehungen zwischen verschiedenen Ästen wird die Mind-Map häufig unübersichtlich, d. h. Verknüpfungen innerhalb einer Hierarchieebene bzw. zwischen verschiedenen Hierarchieebenen sind kaum darzustellen.

Abschließend ist zu beachten, dass eine zu starke Zergliederung eines Themenbereichs – die Anzahl der Hierarchieebenen ist formal nicht begrenzt – zu einer sehr großen, visuell schlecht erfassbaren Mind-Map führen kann. Auf diese Weise gehen die eigentlichen Vorteile des Mind-Mapping verloren. Vertiefendes Wissen ist daher mit Mind-Maps schwierig darzustellen. Zusammenfassend ist folgend eine Mind-Map zum Mind-Mapping dargestellt.<sup>9</sup>

8 Die ikonische Form der Darstellung umfasst alle Erfahrungen durch bildhafte Darstellungen, z. B. Fotografien, Schaubilder, Diagramme, Schaltpläne, Konstruktionszeichnungen, topografische Karten. Die symbolische Form verwendet die Sprache und Zeichen mit besonderer Bedeutung, z. B. Ziffern oder Rechenzeichen (siehe dazu auch Kapitel 2.1).

9 Für das tatsächliche Durcharbeiten des Kapitels 7.2 ist es allerdings besser, wenn der Leser selbst eine Mind-Map entwickelt, weil auf diesem Wege eine selbstständige Verarbeitung des Materials erzwungen wird.

Abbildung 6: Mind-Map „Mind-Mapping“



### Einsatzmöglichkeiten von Mind-Maps in der Berufsausbildung

Mithilfe von Mind-Maps lassen sich sehr gut Übersichten zu einzelnen Themenbereichen erstellen. In Lehrbüchern findet man daher z. T. neben der üblichen Gliederung zu einem Kapitel auch eine Lernstoffübersicht in Form einer Mind-Map. Zum Beginn einer Lern- bzw. Ausbildungseinheit, die an bereits Bekanntem anknüpfen sollte, bieten Übersichten den Lernenden eine wichtige Orientierungsgrundlage:

- Was weiß ich bereits zu dem Thema bzw. zu dem Problem?
- Was kann ich mir (noch) nicht erklären?
- Was muss ich mir für Wissen aneignen?

Der Ausgangspunkt des Lernens sollte dabei ein möglichst interessantes Problem sein, das die Lernenden motiviert, sich das zur Problemlösung erforderliche Wissen anzueignen. Nach der Problempräsentation werden die Lernenden z. B. aufgefordert, ihre spontanen Ideen und Gedanken in Form eines Brainstorming (siehe dazu Kapitel 4.4) zu kommunizieren. Die Lehrkraft bzw. der Ausbilder hat in dieser Phase insbesondere die Aufgabe, die Ideen und Gedanken zu dokumentieren, sodass diese für die weitere Problemlösung nicht verloren gehen. In diesem Kontext lassen sich Brainstorming und Mind-Mapping gut verbinden. Die mitunter „springenden“ Ideen und Gedanken der Schüler lassen sich mithilfe einer Mind-Map gut festhalten. Idealerweise visualisiert die Mind-Map die Antworten auf die oben genannten Fragen, und infolgedessen wird die weitere Vorgehensweise zur Problemlösung aus der Mind-Map abgeleitet.

Die Vorteile der Strukturierung und Übersichtlichkeit durch Mind-Maps lassen sich auch für Präsentationen – sowohl für Präsentationen durch die Lernenden als auch für Präsentationen durch die Lehrenden – nutzen. In diesem Fall wird dem Zuhörer anstelle einer üblichen Gliederung zum Beginn der Präsentation eine Mind-Map präsentiert. Die Zielsetzung besteht darin, dass die Zuhörer geschickt geführt werden, der Präsentation besser folgen, den dargestellten Lernstoff besser aufnehmen und behalten können.

Durch das Erstellen einer Mind-Map bei der Wiederholung von Lerninhalten können Lernende die Begriffe von Themenstellungen visuell erfassen. Hierbei empfiehlt es sich, zu Beginn eine Referenz-Mind-Map zu erstellen. Anschließend wird dieses zu rekonstruieren versucht. Die Lernenden können dann durch den Vergleich zwischen selbstständig erstellter Mind-Map und der Referenz-Mind-Map fehlende Wissensinhalte erkennen und sich diese noch nachträglich aneignen.

Im Rahmen von Gruppendiskussionen lassen sich zentrale Diskussionsbereiche eines Themas durch eine Mind-Map protokollieren. Neue Ideen werden durch Schlüsselbegriffe in die Mind-Map mit aufgenommen. Die Mind-Map dient somit nicht nur zum Protokollieren, sondern der Diskussionsleiter erhält auch eine Moderationshilfe, die zu einer strukturierten Diskussion führen soll.

Neben der Strukturierung und Organisation von Wissensinhalten sind Mind-Maps außerdem zur Organisation und Planung von Handlungsabläufen geeignet. Sie können als Notizzettel, Tageskalender, Wochen-, Monats- und Jahresplan genutzt werden.

Es existieren bereits computergestützte Werkzeuge zur Erstellung von Begriffs- bzw. Wissensnetzen. Der Benutzer wird bei der Erstellung unterstützt. Auch dieser Aspekt spricht für einen Einsatz von Mapping-Techniken im Unterricht. Die Schüler bzw. Auszubildenden werden auf diese Weise nicht nur bei der Strukturierung von Wissensinhalten unterstützt, sondern können durch den Gebrauch von Anwenderprogrammen zusätzlich ihre Medienkompetenz erweitern.

Spezielle Mind-Map-Werkzeuge liegen bereits vielfach als Software vor, von Freewareversionen bis hin zu umfangreicheren Geschäftsanwendungen (auch Business Mapping genannt). Häufig erweitern die Mind-Map-Werkzeuge die klassischen Mind-Maps um spezielle Äste, mit denen z. B. Verweise auf Dateien oder Internetquellen hergestellt werden können. Diese Mind-Maps führen also auch externe Datenquellen zusammen, die thematisch verwandt sind. Darüber hinaus gibt es neben den Einzelbenutzer-Mind-Map-Werkzeugen auch vernetzte Lösungen, bei denen die Teilnehmer parallel an derselben Mind-Map arbeiten. Diese vernetzten Lösungen kommen z. B. bei Online-Meetings oder beim Wissensmanagement eines Unternehmens zum Einsatz.

Eine in Bildungseinrichtungen weitverbreitete Software ist der sogenannte Mind Manager, mit dem sich auf einfache Weise Mind-Maps erstellen lassen. Mit dem Gebrauch des Mind-Manager-Tools sind einige Vorteile verbunden:

- Variantenvielfalt bei der Darstellung der Inhalte,
- saubere Darstellung und Lesbarkeit ist gewährleistet,
- Veränderbarkeit der Mind-Maps,
- Publizierung und Archivierung der Mind-Maps.

Wie bereits ausgeführt, haben Mind-Maps eine Baumstruktur, d. h. eine hierarchische Organisationsstruktur. Im praktisch-rekursiven Denken ist die Verknüpfung von Begriffen bzw. Knoten/Konzepten allerdings nicht auf eine Baumstruktur beschränkt, d. h., zur Modellierung werden neben der hierarchischen Struktur weitere Organisationsstrukturen benötigt.

Aus pädagogisch-psychologischer Perspektive nahm bei den Mapping-Techniken von Anfang an die Unterstützung von Verstehensprozessen beim Lesen eine besondere Rolle ein: Mit dem sogenannten Spidermapping (Hanf [1971]): Mapping: A technique for translating reading into thinking) wurde die Basis für weitere Entwicklungen gelegt. Ebenfalls bereits in den 70er-Jahren entwickelte Novak (1984, vgl. Novak, 1998) das sogenannte „Concept Mapping“, das mittlerweile fast als Synonym bzw. Gattungsbezeichnung für die lange Reihe grafischer Techniken zur Darstellung von Wissensstrukturen gilt.

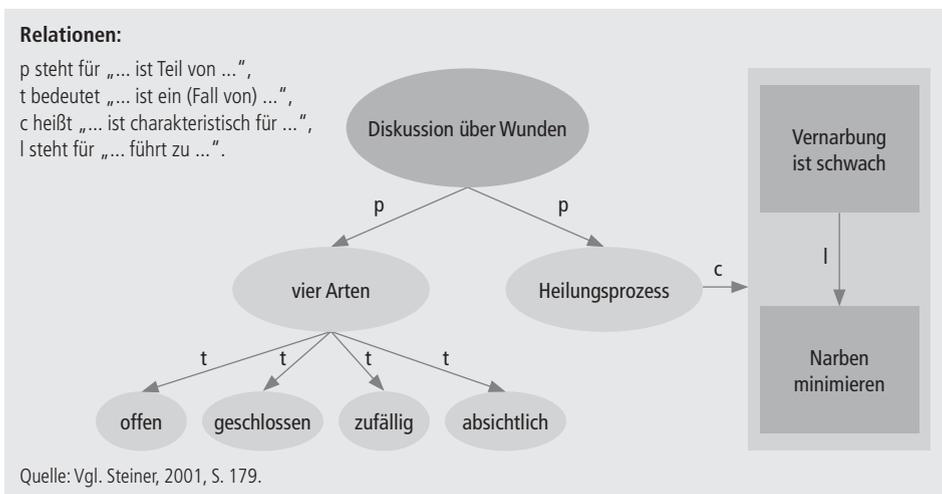
Mit dem Ziel – der Verbesserung des Textverstehens – entwickelte die Arbeitsgruppe um Dansereau (1982) das sogenannte „Networking“ zur differen-

zierten grafisch-textuellen Abbildung von Begriffsstrukturen (vgl. Mandl/Fischer, 2000, 5 f.).

### 7.3 Das Networking<sup>10</sup>

Der Nachteil der Mind-Map-Technik, d. h. die fehlenden Verknüpfungen zwischen Begriffen bzw. Knoten/Konzepten, besteht beim Networking nicht. Diese Technik hat enge Verwandtschaft zu den Netzwerkmodellen zur Modellierung des menschlichen Langzeitgedächtnisses. Bei der Erstellung der Netzwerke wird darüber hinaus nicht nur berücksichtigt, ob zwischen zwei Begriffen bzw. Knoten/Konzepten eine Beziehung besteht, sondern auch, welcher Art diese Beziehung ist. Das Networking unterstützt somit eine analysierende Auseinandersetzung mit einem Inhaltsbereich. Der Lernende wird angeleitet, indem er eine vorgegebene Menge von Relationstypen benutzen darf. Als erstes Anschauungsbeispiel zum Networking ist nachfolgend dargestellt, wie z. B. der Lehrstoff „Wunden und Wundheilung“ aus einem Lehrbuch für Krankenschwestern mithilfe von Begriffen und Relationen strukturiert sowie visualisiert werden kann.

Abbildung 7: Ausschnitt aus einem Netzwerk zum Thema „Wunden und Wundheilung“



<sup>10</sup> Die Wirksamkeit der Mapping-Technik Networking ist durch zahlreiche Langzeitstudien belegt worden, vor allem durch die Arbeitsgruppe von Dansereau (vgl. Steiner, 2001, S. 180, siehe dazu Holly/Dansereau, 1984 sowie Dansereau, 1985).

Ein nach der Networking-Technik erstelltes Netzwerk besteht aus Knoten und gerichteten Kanten, die die Knoten untereinander verbinden. Die Knoten stehen für die (im Gedächtnis) repräsentierten Konzepte (Eigenschaften, Merkmale, Aspekte oder Prozesse), die in Form von prägnanten Schlüsselbegriffen – d. h. so knapp wie möglich – notiert werden. Das Besondere des Networking liegt in den Relationen zwischen den Knoten. Diese Relationen folgen weniger spontanen Assoziationen, sondern verlangen eine Explikation<sup>11</sup> der logisch-semanticen Beziehungen zwischen den zu verbindenden Schlüsselbegriffen.

Bei der ursprünglichen Form des Networking zur differenzierten Abbildung von Begriffsstrukturen beim Umgang mit Texten wurde ein Regelwerk in Form von vordefinierten Relationen entwickelt. Es werden sechs Arten von Relationen unterschieden, die sich zu drei verschiedenen Relationstypen zusammenfassen lassen:

- (1) hierarchische Strukturen,
- (2) Clusterstrukturen und
- (3) Kettenstrukturen.

(1) Zwei Relationen gehören der Kategorie Hierarchie an (Unterordnung) und bezeichnen „... ist ein Teil von ...“ und „... ist ein (Fall von) ...“.

(2) Drei Relationen gehören der Kategorie Gruppenbildung an (clustering) und bezeichnen „... ist analog zu ...“, „... ist charakteristisch für ...“ und „... ist ein Beleg für ...“.

(3) Anders als bei der hierarchischen Strukturierung, bei der überwiegend Ober-/Unterrelationen abgebildet werden, können mithilfe einer weiteren Relation auch Typen von Wissensstrukturen, wie z. B. Ursache/Wirkung, Mittel/Zweck, Motiv/Handlung sowie Schlussfolgerungen und Zeitabläufe dargestellt werden. Dieser Relationstyp bezeichnet meist kausale Verbindungen und heißt „... führt zu ...“.

*Grillenberger/Niegemann* haben im Rahmen der Entwicklung und Erprobung eines Lernprogramms zur Technik des „Concept Mapping“ ebenfalls sechs Relationen mit Kurzbezeichnungen vordefiniert: Teil-Ganzes-Beziehung (T), Oberbegriff – Unterbegriff (A), Begriff-Merkmal-Relation (M), Begriff-Beispiel-Beziehung (B), Beeinflussungsrelation (b) und Kausal- oder Folgebeziehung (f). Darüber hinaus konnten die Lernenden jedoch auch andere Relationsbezeichnungen selbst festlegen. *Grillenberger/Niegemann* kamen nach Abschluss der Erprobung zu dem Resümee, dass die in der Literatur geäußerten Zweifel an der einfachen Erlernbarkeit des Verfahrens zurückgewiesen werden können (vgl. Grillenberger/Niegemann, 2000, S. 59). Das heißt, dass einerseits die Vorgabe von vordefinierten Relationen und andererseits

11 Mit Explikation wird die erläuternde Bestimmung der Bedeutung eines Ausdrucks bezeichnet.

die selbstständige Festlegung von Relationen durch die Lernenden eine sinnvolle und praktikable Vorgehensweise bei der Erstellung der Wissens- bzw. Begriffsnetze darstellt.

Bei der Auswahl und Anzahl der vordefinierten Relationen sollte berücksichtigt werden, dass eine zu große Anzahl zu Schwierigkeiten beim Einsatz der Technik führen kann, da die Lernenden die Relationen nicht mehr systematisieren bzw. organisieren können und infolgedessen auch keine Organisation des Wissens ermöglicht wird. Stehen hingegen zu wenig Relationen zur Verfügung, erfährt die Zielsetzung – den Lernenden ein Strukturierungs- bzw. Organisationswerkzeug für die Wissensstrukturierung sowie -repräsentation an die Hand zu geben – Einschränkungen. Relativ unabhängig vom jeweiligen Inhaltsbereich lassen sich trotz der Vielzahl möglicher Darstellungsstrukturen einige wenige prototypische Strukturen bzw. Relationstypen beschreiben. Dazu zählen u. a.

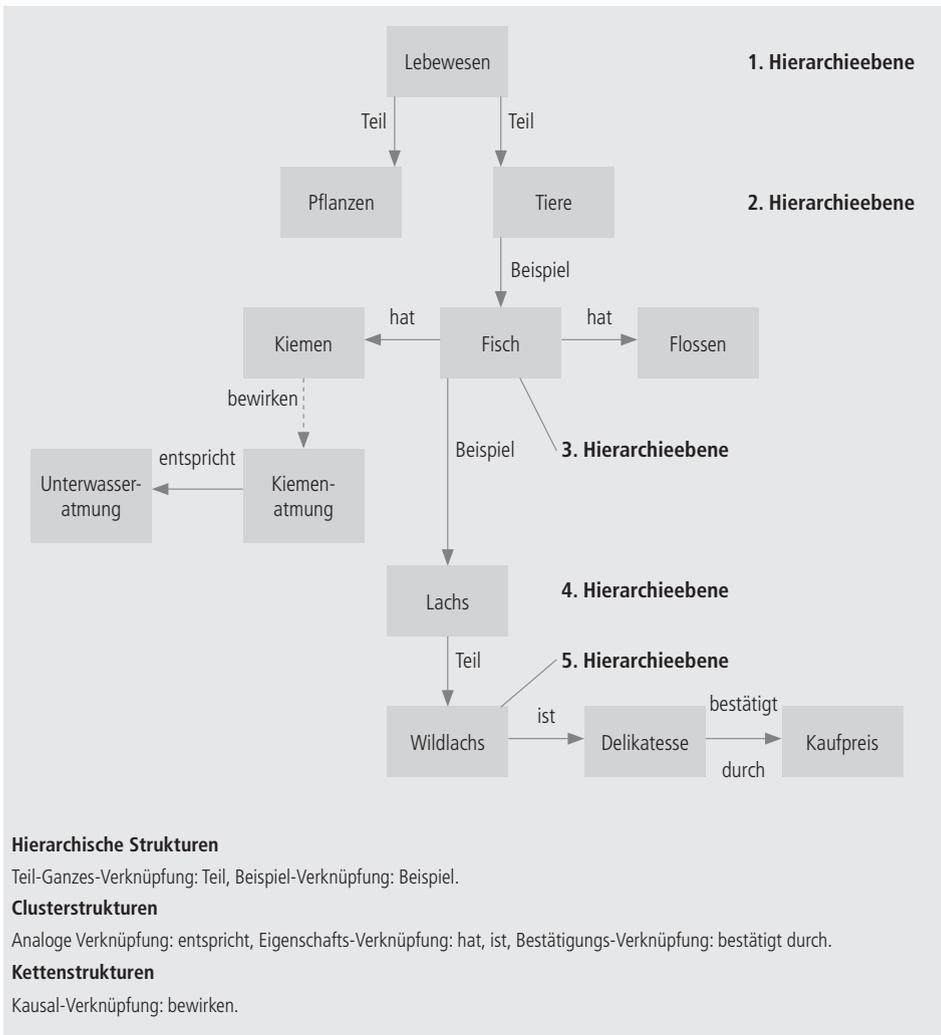
- hierarchische Strukturen,
- Gruppenkategorien (bzw. Cluster) und
- Kausalmodelle (bzw. Ketten).

Eine Orientierung an den o. g. Relationen ist daher sinnvoll. Im Hinblick auf die Anforderungen der einzelnen Inhaltsbereiche sollten die Bezeichnungen der Relationen allerdings an das betrachtete Themengebiet angepasst werden.

Bei der Festlegung von Relationen durch die Lernenden ist besonders darauf zu achten, dass die identifizierten Strukturzusammenhänge eindeutig zu verstehen sind. Das heißt, dass das besondere Augenmerk darauf gelenkt werden sollte, ob die Lernenden die Relationen und infolgedessen die Zusammenhänge bzw. die Vernetzung verstanden haben. Die Beschreibung der Relationen sollte sich daher nicht nur auf die Bezeichnung beschränken, sondern die Lernenden sollten dazu angehalten werden, dass sie die zugrunde gelegte Struktur ebenfalls eindeutig beschreiben. Im Rahmen unserer Seminararbeit mit Studierenden sind wir somit dazu übergegangen, dass neben der Bezeichnung der Relation die dazugehörige Struktur grafisch unterschiedlich dargestellt wird. Damit wird nicht nur die Auswertung der Begriffs- bzw. Wissensnetze transparenter, sondern die Lernenden müssen sich gezwungenermaßen damit auseinandersetzen, ob mit der Relation eine Hierarchie, eine Gruppe oder ein kausaler Zusammenhang repräsentiert werden soll. Nur anhand von Bezeichnungen sind die zugrunde gelegten Strukturen bei selbst definierten Relationen nicht immer eindeutig zu verstehen. Die unterschiedlichen Relationstypen können z. B. folgendermaßen visualisiert werden: Hierarchische Strukturen werden mit senkrechten Pfeilen, Kettenstrukturen mit gestrichelten Pfeilen und Clusterstrukturen mit waagerechten Pfeilen dargestellt.

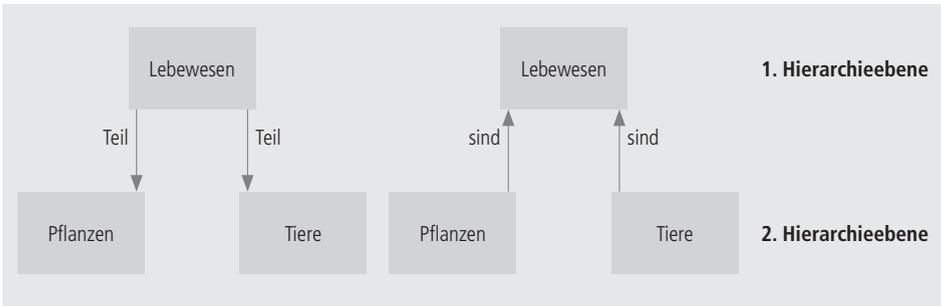
Nachfolgend ist ein „Beispielnetzwerk zum Inhaltsbereich Lebewesen“ dargestellt. Das Beispiel dient lediglich zur Veranschaulichung und zur Erläuterung der Relationen. Das heißt, dass dieses Netzwerk um weitere Knoten und Relationen ergänzt werden kann und somit nur einen kleinen Teilbereich des sehr umfangreichen Inhaltsbereichs Lebewesen repräsentiert.

Abbildung 8: **Beispielnetzwerk zum Inhaltsbereich Lebewesen**



Die „Leserichtung“ der Pfeile ist eine Konvention, da auch die Umkehrung denkbar ist.

Abbildung 9: Hierarchieabsteigende bzw. hierarchieaufsteigende „Leserichtung“



Die nach der Networking-Technik konstruierten Netzwerke bzw. Wissensnetze sind **gerichtete** Grafen mit **benannten** Kanten. Die Gerichtetheit der Relationsarten sollte nicht von Netzwerk zu Netzwerk verändert werden, sondern im Sinne eines routinierten Umgangs mit der Technik einmal festgelegt und dann beibehalten werden. Die in diesem Kapitel dargestellten Wissensnetze sind wie folgt gerichtet.

Abbildung 10: Gerichtetheit der Relationsarten

Relation	Festlegung der Richtung
Teil – Ganzes	vom Ganzen zum Teil
Beispiel	vom allgemeinen Begriff bzw. Knoten/Konzept zum konkreten Beispiel
Analogie	bezogen auf die räumliche Darstellung des Netzes von innen nach außen
Eigenschaft	vom Begriff bzw. Knoten/Konzept zur Eigenschaft
Bestätigung	vom Begriff bzw. Knoten/Konzept zur Bestätigung
Kausal-Verknüpfung	von der Ursache zur Wirkung bzw. vom Ausgang zur Folge

Die Bezeichnungen der Relationen sollten wie o. g. an das betrachtete Themengebiet angepasst werden. Nachfolgend sind einige weitere Bezeichnungen angegeben, die Beispielcharakter haben. Die Auswahl der Relationen stützt sich zum einen auf die Systematisierung und Spezifizierung der Entwickler des Networking und zum anderen auf die Ergebnisse aus Forschungsprojekten.

Abbildung 11: Die drei verschiedenen Relationstypen des Networking im Gesamtüberblick

Relationstyp	Hierarchische Strukturen		
Relation	Teil-Ganzes-Verknüpfung	Beispiel-Verknüpfung	
Beschreibung	Mithilfe der Teil-Ganzes-Verknüpfung wird ein untergeordneter Knoten als Teil eines übergeordneten Knotens dargestellt. Hierbei kann es sich um Begriffe, Aspekte oder Prozesse handeln.	Mithilfe der Beispiel-Verknüpfung wird ein untergeordneter Knoten als Beispiel (bzw. Typ, Fall, Art) eines übergeordneten Knotens dargestellt.	
Beispielbezeichnungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• besteht aus,</li> <li>• Ausschnitt,</li> <li>• Teilprozess,</li> <li>• Anteil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiel,</li> <li>• Typ,</li> <li>• Fall,</li> <li>• Art.</li> </ul>	
Relationstyp	Clusterstrukturen		
Relation	Analoge Verknüpfung	Eigenschafts-Verknüpfung	Bestätigungs-Verknüpfung
Beschreibung	Die analoge Verknüpfung bietet die Möglichkeit, die Analogie zwischen Objekten (Gegenständen, Gedanken, Begriffen und Prozessen) hervorzuheben.	Bei der Eigenschafts-Verknüpfung werden die Attribute von Objekten durch die Zuordnung von Begriffen, Aspekten und Merkmalen, welche eine Spezifizierung der Merkmale des Objekts zulassen, beschrieben.	Durch die sogenannten Bestätigungs-Verknüpfungen werden die Aussagen eines Knotens bzw. das Objekt als solches verifiziert. Hierbei kann es sich um Daten, Fakten, Prozesse oder Gedanken handeln, die zu einer Verdeutlichung des Objekts beitragen.
Beispielbezeichnungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie,</li> <li>• analog zu,</li> <li>• ähnlich wie,</li> <li>• vergleichbar wie,</li> <li>• entspricht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ist,</li> <li>• hat,</li> <li>• kann,</li> <li>• charakteristisch für,</li> <li>• gekennzeichnet durch,</li> <li>• Merkmal,</li> <li>• Eigenheit,</li> <li>• Aspekt,</li> <li>• Attribut,</li> <li>• Gegenteil zu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• belegt durch,</li> <li>• illustriert durch,</li> <li>• demonstriert durch,</li> <li>• bewiesen durch,</li> <li>• bestätigt durch.</li> </ul>
Relationstyp	Kettenstrukturen		
Relation	Kausal-Verknüpfung		
Beschreibung	Durch die Erstellung von Kettenstrukturen mittels der Kausal-Verknüpfung wird die logische Abfolge von Ereignissen, Prozessen und Begriffen visualisiert.		
Beispielbezeichnungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt zu,</li> <li>• bewirkt,</li> <li>• erzeugt.</li> </ul>		

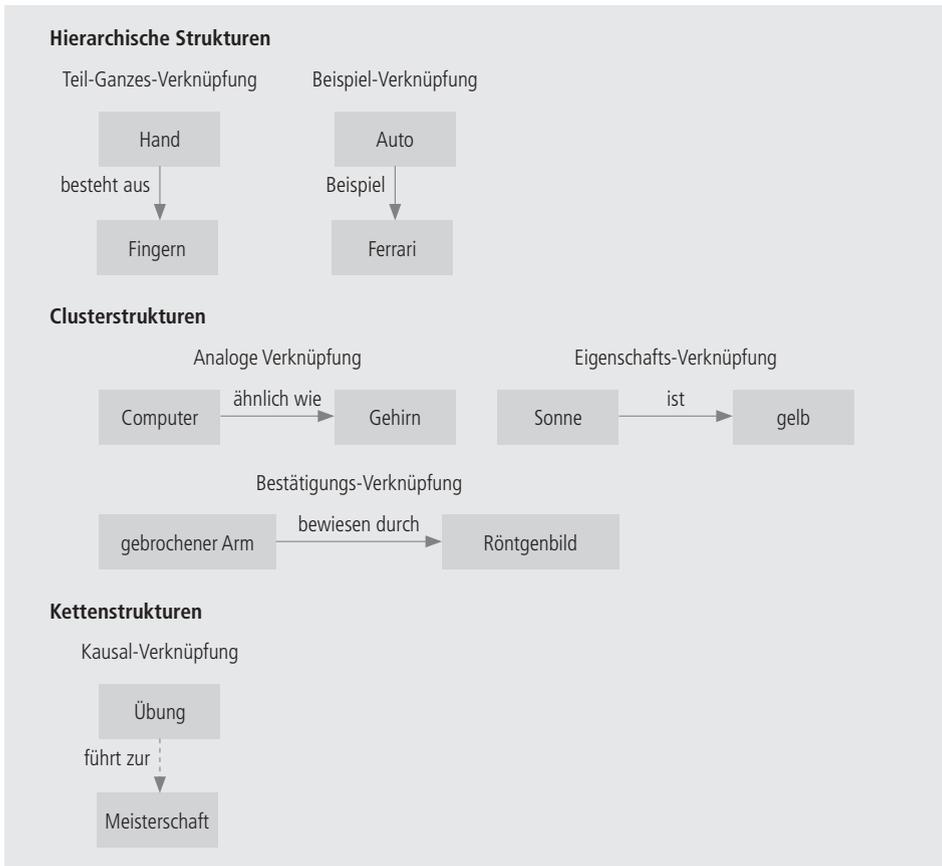
Quelle: Vgl. Frackmann/Tärre (Hrsg.), 2003, S. 133–135.

## Einsatzmöglichkeiten in der Berufsausbildung

In vielen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Wissensnetze eine wirkungsvolle Methode zur Vermittlung von Wissen über Konzepte und ihre Beziehungen darstellen (siehe dazu Novak, 1990). Zunächst sollte das Networking daher als Lehrstrategie in Instruktionsphasen eingeführt werden. Mit dieser Form der Einführung wird ebenfalls berücksichtigt, dass sich in Untersuchungen zur Effektivität von Mapping-Techniken gezeigt hat, dass der Einsatz oft wenig erfolgreich war, wenn die Lernenden nicht im Umgang mit der verwendeten Technik geübt waren (siehe dazu McCagg/Dansereau, 1991). Bezogen auf die Networking-Technik haben wir im Rahmen von unseren Lehrveranstaltungen für Lehramtsstudenten die Erfahrung gemacht, dass die Lernenden immer wieder Schwierigkeiten haben, die Relationen zu unterscheiden. Es ist leicht einzusehen, dass ein Lernender bei fehlendem Verständnis für die jeweiligen Relationstypen kaum ein angemessen strukturiertes Netz konstruieren kann. Im Rahmen der Einführung sollte daher eine intensive Auseinandersetzung mit den jeweiligen Relationstypen erfolgen. Unter Umständen kann es sinnvoll sein, dass die einzelnen Relationen zunächst anhand von Beispielen betrachtet und thematisiert werden, bevor es zu der Konstruktion von Netzen kommt. Denkbar ist, dass die Lehrkraft Beispiele präsentiert und die Lernenden anschließend selbstständig weitere Beispiele erarbeiten, die anschließend im Plenum präsentiert und diskutiert werden. In Abbildung 12 sind einige Beispiele zur Verdeutlichung der Relationen dargestellt.

Nach der Einführungsphase zum Verständnis der Relationstypen erfolgt der Übergang zur Konstruktion der Netzwerke. Der Lehrende entwickelt diesbezüglich modellhaft ein Netzwerk und erläutert die Merkmale und Relationen vor den Augen der Auszubildenden, sodass sie die zugrunde liegende Charakteristik der Wissensnetze an einem bzw. mehreren Beispielen erkennen können und infolgedessen die Vorgehensweise der Konstruktion erlernen. Hier bietet sich insbesondere die Wiederholung von zuvor behandelten Inhaltsbereichen an, da die Lernenden die Inhalte schon kennen und somit die Aufmerksamkeit schwerpunktmäßig auf die neu zu erlernende Technik gerichtet wird. Diese Form der Wiederholung stellt aber keine bloße Reproduktion der zuvor erlernten Inhalte dar, sondern diesen Vorgang hat *Aebli* (1987) als Durcharbeiten und Konsolidieren kognitiver Strukturen bezeichnet, indem derselbe Inhalt in struktureller und kontextueller Variation mental neu konstruiert wird. Eine mentale Neukonstruktion wird gefördert, wenn die Lernenden die Strukturzusammenhänge immer wieder mit eigenen Worten verbalisieren.

Abbildung 12: Beispiele zur Verdeutlichung der Relationen der Networking-Technik



Beim Einsatz des Networking ist auch darauf zu achten, dass die zu erarbeitenden Netzwerke nicht zu umfangreich gewählt werden. Die Darstellung des Wissens- bzw. Begriffsnetzes wird sonst zu groß, sodass die Konzeptkarten entweder besonders klein zu wählen sind oder die Ausstellungsfläche entsprechend zu vergrößern ist. In beiden Fällen wird die Übersichtlichkeit reduziert. Für komplexere Sachverhalte bietet sich an, dass die Lernenden aufbauend auf ein bestehendes Gesamtnetzwerk zu einzelnen Aspekten eines Themas Unternetzwerke bzw. Teilnetzwerke entwickeln. Auf diese Weise kann der Lernende das Gesamtsystem erfassen und verliert bei der Bearbeitung von Teilaspekten oder -systemen die Eingliederung in den Gesamtkontext nicht aus den Augen. Im Rahmen von unseren Lehrveranstaltungen und bei der Erstellung von Klausuraufgaben hat sich die Berücksichtigung von

ca. 10 bis 14 Begriffen bzw. Knoten/Konzepten, von denen wiederum je nach Qualität und Quantität des Netzes unterschiedliche Verknüpfungen entwickelt werden können, als handhabbare Größe für die Einzelnetze herauskristallisiert.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass auch die Lehrenden das Erstellen von Netzwerken üben bzw. trainieren sollten. Diese Vorbereitungsphase vor dem eigentlichen Einsatz führt außerdem dazu, dass sich der Lehrende selbst über die Inhalte klarer wird und infolgedessen so Ausbildungsabschnitte individuell verbessert (siehe dazu Jonassen/Beissner/Yacci, 1993).

Der Erwerb von Wissen erfolgt weitgehend über geschriebene und gesprochene Texte. Die zentrale Rolle der Lernstrategien beim Lesen und die zentrale Rolle des Lesens beim Wissenserwerb wurden durch die PISA-2000-Ergebnisse deutlich hervorgehoben sowie umfangreich empirisch belegt. In einem nächsten Ausbildungsabschnitt, d. h., nachdem die Lernenden die Technik beherrschen, kann das Networking z. B. als Lernstrategie für den Wissenserwerb aus Texten eingesetzt werden.<sup>12</sup> Der nachfolgend vorgestellte Aufgabentyp sieht vor, dass die Lernenden ein Netzwerk mithilfe eines vorgegebenen Lehrtextes und mithilfe von vorgegebenen Begriffen entwickeln. Alternativ zu dieser Vorgehensweise könnte vor der Entwicklung des Netzes auch eine Lernphase vorangestellt werden, in der die Lernenden den Text lesen und anschließend den Auftrag erhalten, die aus ihrer Sicht notwendigen Schlüsselbegriffe zur Texterfassung bei nochmaligem Lesen zu identifizieren. In einer gemeinsamen Auswertungsphase werden dann die Schlüsselbegriffe festgelegt, mit denen im Anschluss jeder Lernende ein Netz selbstständig entwickeln soll.

Bei der Vorgehensweise zur Erstellung der Netze ist besonders hilfreich, wenn als Erstes die hierarchischen Strukturen identifiziert werden. Die Anordnung der hierarchischen Strukturen (z. B. hierarchische Struktur 1 mit zwei Hierarchieebenen, hierarchische Struktur 2 mit drei Hierarchieebenen etc.) in Form einer ersten Ordnung besitzt den Vorteil, dass erste bestehende Beziehungen schon sichtbar werden und die Integration von weiteren Knoten dadurch erleichtert wird. Die hierarchischen Strukturen liefern sozusagen ein „Gerüst“, durch das der Lernende Verknüpfungsmöglichkeiten für die noch nicht verwendeten Begriffe bzw. Knoten/Konzepte erhält.

---

12 Eine Untersuchung von *Maichle* zeigte, dass das Networking für schwache Textverarbeiter eine Hilfestellung sein kann. *Maichle* führte eine Untersuchung zu drei Strategiekomponenten mit Medizinstudenten durch. Dabei zeigte sich, dass die netzwerkartige Repräsentation für die Studenten sehr hilfreich war, die eher schwache Textverarbeiter sind. „Dank einer angemesseneren externen Repräsentation konnten die Teilnehmer die Textinformationen nun für die Dauer der geforderten schlußfolgernden Denkprozesse weitgehend präsent halten“ (*Maichle*, 1992, S. 185).

## 1. Aufgabenbeispiel

Entwickeln Sie aus den folgenden Begriffen ein Wissensnetz:

*Arbeit, Tarifverträge, Streik, Produktionsfaktoren, Tarifpartner, Gewerkschaften, Tarifverhandlungen, Kapital, Arbeitgeberverbände, Tarifautonomie.*

Die Begriffe sind aus dem nachfolgenden Text entnommen worden. Sie können zur Erstellung des Wissensnetzes die Ihnen bekannten Relationen verwenden oder eigene Relationen bestimmen. Achten Sie besonders darauf, dass die verwendeten Relationen eindeutig zu verstehen sind!

### „Arbeitgeber und Arbeitnehmer – Kontrahenten oder Partner?“

Bei der Darstellung von Unternehmen erscheinen Arbeit und Kapital als Produktionsfaktoren, und die Leistung des Unternehmens besteht darin, sie zur Herstellung von Gütern oder zur Bereitstellung von Dienstleistungen zusammenzuführen. „Kapital“ und „Arbeit“ stehen zugleich für die Menschen, die Kapital und Arbeit jeweils in das Wirtschaftsgeschehen einbringen.

Es ist natürlich, dass ihre Interessen oft nicht übereinstimmen: Die Geldgeber sind daran interessiert, dass ihr Geld oder Kapital reichlich Früchte trägt. Das funktioniert nur, wenn alle Produktionsfaktoren günstig beschafft werden können. Gewinn ist eben nur möglich, wenn der Umsatz die Kosten übersteigt, und der Arbeitslohn ist ein Teil der Kosten. Der Arbeitnehmer, der seine Arbeit gegen Lohn hingibt, ist daran interessiert, sie möglichst gut bezahlt zu bekommen und die Arbeitsbelastung niedrig zu halten. Karl Marx und Friedrich Engels sahen im 19. Jahrhundert in dem Gegensatz von Kapital und Arbeit die Quelle unvermeidlicher Klassenkämpfe, die erst mit der Aufhebung der privaten Verfügung über Kapital zu einem Ende kommen würden. Diese Annahme war grundlegend für die sozialistischen Staaten, die sich 1990 wieder der Marktwirtschaft zuwandten und sich damit erneut auf den Gegensatz von Kapital und Arbeit einließen.

Ein bleibendes Ergebnis des Ringens zwischen Kapital und Arbeit oder zwischen „Kapitalisten“ und Lohnabhängigen sind die Gewerkschaften in unserem Staat. Sie sind im 19. Jahrhundert aus der Erfahrung heraus entstanden, dass der einzelne Arbeiter gegenüber dem Arbeitgeber keine Chance hatte, seine Interessen durchzusetzen.

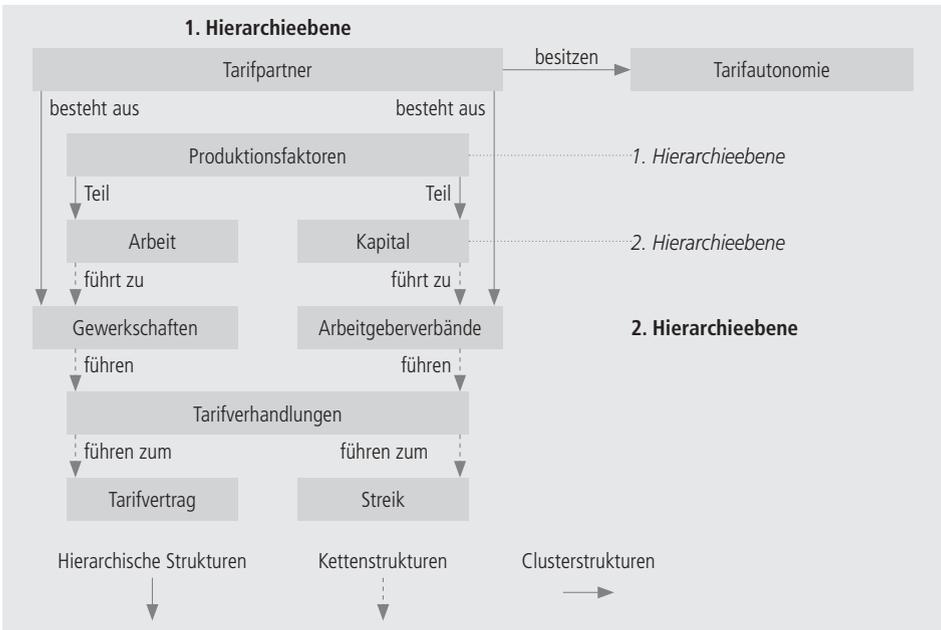
Das wirksamste Mittel der Gewerkschaften, ihren Forderungen Geltung zu verschaffen, war und ist der Streik. Dabei verweigern die Arbeitnehmer den Arbeitgebern ihre Arbeitskraft, denen dadurch Gewinnmöglichkeiten entgehen, während sie die laufenden Kosten weiter bestreiten müssen.

War der Streik in den frühen Zeiten der Arbeiterbewegung ein Verstoß gegen Recht und Ordnung, gegen den auch die Polizei in Anspruch genommen wurde, so ist er heute eine legitime und nach festen Regeln ablaufende Form des Arbeitskampfes. Der Streik kann von den Arbeitnehmern nur durchgehalten werden, wenn ihnen zumindest ein Teil des entgangenen Lohns erstattet wird und möglichst viele sich daran beteiligen. Für beides sorgen die Gewerkschaften als anerkannter Zusammenschluss der Arbeitnehmer.

Eine Gegenmacht zu den Gewerkschaften stellen die Arbeitgeberverbände dar. Sie ermöglichen es den Arbeitgebern, Gegenstrategien zu entwerfen, und stellen bei Auseinandersetzungen mit den Gewerkschaften die Verhandlungsführer. Die Verhandlungen über Entlohnung und Arbeitsbedingungen (sog. Tarifverhandlungen) erfolgen in der Bundesrepublik nach festen Spielregeln. Ihre Ergebnisse werden in Tarifverträgen festgelegt und sind für die Mitglieder ihrer Organisation bindend.

Das Recht der auch als Tarifpartner bezeichneten Vereinigungen, Arbeits- und Wirtschaftsbedingungen ohne Eingriff des Staates auszuhandeln, wird im Grundgesetz in Art. 9 Abs. 3 ausdrücklich anerkannt (Tarifautonomie)“ (Beckmann-Schulz u. a., 2003, S. 226).

Abbildung 13: Wissensnetz „Arbeitgeber und Arbeitnehmer – Kontrahenten oder Partner?“



## 2. Aufgabenbeispiel

Entwickeln Sie aus den folgenden Begriffen ein Wissensnetz:

*Markt, Wettbewerbsprozesse, Sozialordnung, Zentralverwaltungswirtschaft, Wirtschaftsordnungen, Planungsapparat, Tauschwirtschaft, Marktwirtschaft, soziale Marktwirtschaft, Preisbildung.*

Die Begriffe sind aus dem nachfolgenden Text entnommen worden. Sie können zur Erstellung des Wissensnetzes die Ihnen bekannten Relationen verwenden oder eigene Relationen bestimmen. Achten Sie besonders darauf, dass die verwendeten Relationen eindeutig zu verstehen sind!

### „Marktwirtschaft und Sozialstaat

Soziale Marktwirtschaft ist die zusammenfassende Bezeichnung für die Grundsätze, nach denen die Wirtschaft der Bundesrepublik Deutschland geordnet ist. Mit dem Konzept der sozialen Marktwirtschaft wurde in Westdeutschland nach dem Zweiten Weltkrieg gleichsam ein dritter Weg beschritten zwischen dem freien Walten der Marktgesetze einerseits und zentraler Planung und Lenkung andererseits: Aus der Weltwirtschaftskrise von 1929 zogen Alfred Müller-Armack (1901–1978), Walter Eucken (1891–1950) und Ludwig Erhard (1897–1977) die Lehre, dass die Selbstheilungskräfte des Marktes ohne Hilfe des Staates Krisen von katastrophalem Ausmaß nicht verhindern können.

Mit der sozialen Marktwirtschaft wollte man die Antriebskräfte des Marktes für die Belebung der Wirtschaft in den Westzonen nutzen, zugleich die Aufrechterhaltung des Wettbewerbs gewährleisten sowie krasse Benachteiligungen und soziale Ungerechtigkeiten ausgleichen.

Demgegenüber wurde unter dem Einfluss der sowjetischen Besatzungsmacht in der DDR schrittweise die Zentralverwaltungswirtschaft eingeführt. Damit gingen die Produktionsmittel weitgehend in Staatseigentum über. Ein staatlich gelenkter Planungsapparat entschied über die Verwendung der Ressourcen und damit über die Konsummöglichkeiten der Bürger. Mit der friedlichen Revolution des Jahres 1989 in Mittel- und Osteuropa scheint der Wettstreit zwischen den Wirtschaftsordnungen „soziale Marktwirtschaft“ und „sozialistische Zentralverwaltungswirtschaft“ entschieden. Es war nicht zuletzt die offenkundige ökonomische Überlegenheit der sozialen Marktwirtschaft, die seit 1989/90 den gesellschaftlichen und politischen Umbruch vorangetrieben hat.

Die Marktwirtschaft ist geprägt durch spontane oder geplante Konsum-, Investitions- und Produktionsentscheidungen einer unübersehbaren Vielzahl von Wirt-

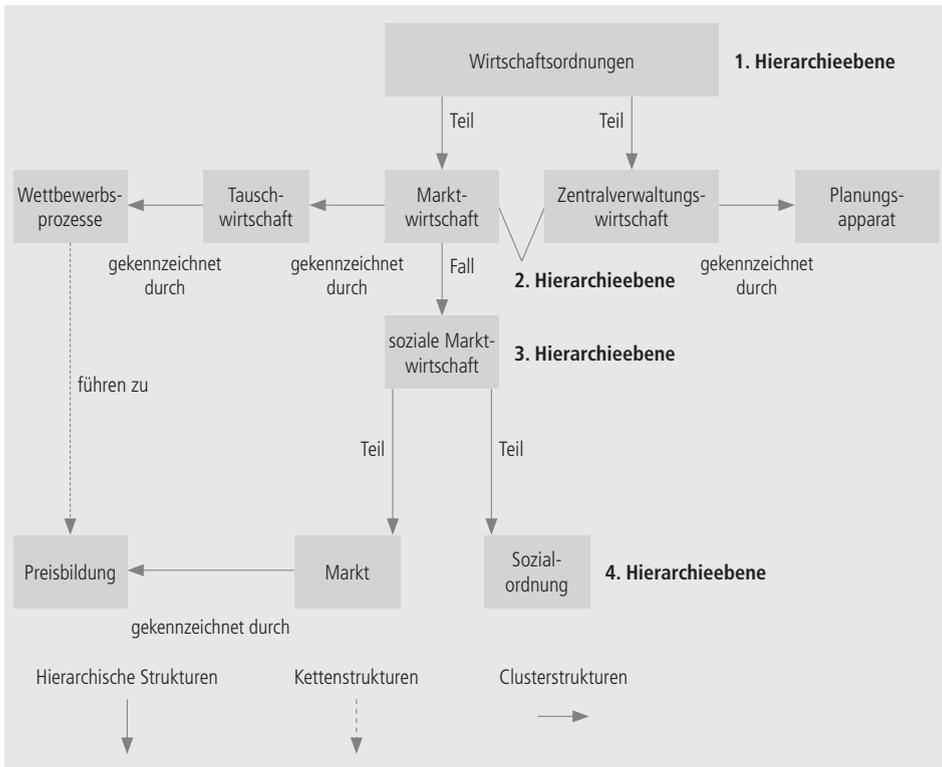
schaftssubjekten, die voneinander unabhängig sind. Die Koordination dieser Entscheidungen erfolgt durch Preise, die sich auf den Märkten frei bilden und damit eine Art Signalfunktion haben.

Die Marktwirtschaft ist in ihrem Kern eine Tauschwirtschaft, in der jeder das anbietet, was er reichlich besitzt, und das nachfragt, was ihm fehlt. Die ökonomische Leistungsfähigkeit der Marktwirtschaft beruht auch auf der tagtäglichen Erfahrung, dass jeder Einzelne in seinen vielfältigen Rollen – z. B. als Konsument, Sparer, Produzent, Investor, Mieter oder Vermieter – die Konsequenzen seines wirtschaftlichen Handelns am eigenen Geldbeutel spürt.

Die Wettbewerbsprozesse auf den Märkten führen bestenfalls zu einer leistungsgerechten Einkommensverteilung. Damit aber diejenigen, die aus den verschiedensten Gründen nur eingeschränkt am Leistungswettbewerb teilnehmen können, nicht ins soziale Abseits geraten, muss die Marktwirtschaft durch eine Sozialordnung ergänzt werden.

Die Grundsätze und ganz besonders die praktische Ausgestaltung einer Sozialordnung im Rahmen einer Marktwirtschaft waren in der Vergangenheit und sind auch heute wieder in der Diskussion. Die Prinzipien des Leistungswettbewerbs und des sozialen Ausgleichs ergänzen sich und stehen zugleich in einem Spannungsverhältnis zueinander. Sozialer Ausgleich bedeutet dabei letztlich, dass den Beziehern vergleichsweise hoher Einkommen Teile ihres am Markt erworbenen Einkommens genommen werden, um sie den sozial Schwächeren zukommen zu lassen. Ein Zuviel an Umverteilung kann sich negativ auf die Leistungsbereitschaft auswirken und damit die Wirtschaftskraft einer Volkswirtschaft schwächen. Ein Zuwenig an Umverteilung kann zu erheblichen sozialen Konflikten führen. Der Sozialstaat hat für einen Großteil der Bürgerinnen und Bürger nicht nur die rechtliche, sondern weitgehend auch die tatsächliche Chance geschaffen, unter menschenwürdigen Bedingungen am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen und ein Leben relativ frei von materieller Not zu führen. Allerdings hat der Sozialstaat das Entstehen einer neuen Armut – darunter auch zunehmender Obdachlosigkeit – nicht verhindern können. Als schwierigste Aufgabe, die im Rahmen der sozialen Marktwirtschaft zu lösen ist, erweist sich die anhaltend hohe Arbeitslosigkeit. Sie wirkt in alle Bereiche des politischen und des gesellschaftlichen Lebens hinein. Von ihrer Überwindung wird es abhängen, ob die Menschen weiterhin bereit sind, die soziale Marktwirtschaft als Erfolgsmodell zu akzeptieren“ (Beckmann-Schulz u. a., 2003, S. 230).

Abbildung 14: Wissensnetz „Marktwirtschaft und Sozialstaat“



Die Lernenden sollten wie bereits genannt auch immer die Möglichkeit haben, eigene Relationen zu beschreiben. Die völlig selbstständige Identifikation der Strukturzusammenhänge, d. h., es werden keine Begriffe bzw. Knoten/Konzepte und auch keine Relationen vorgegeben, stellt letztendlich die selbstständige Konstruktion und Modifikation von Wissensstrukturen – im Sinne der Tiefenverarbeitung – mithilfe von Texten dar. Zu diesem Aufgabentyp sind nachfolgend ebenfalls Beispiele angegeben.

### 3. Aufgabenbeispiel

**Erstellen Sie aus dem folgenden Text ein Wissensnetz!**

Sie können zur Erstellung des Wissensnetzes die Ihnen bekannten Relationen verwenden oder eigene Relationen bestimmen. Achten Sie besonders darauf, dass die verwendeten Relationen eindeutig zu verstehen sind!

## Mikrokontroller

„Automatisierung und Computerisierung werden in vielen Bereichen des täglichen Lebens immer wichtiger. Oftmals weitgehend unbemerkt halten Mikroprozessoren und Mikrokontroller Einzug in Anlagen und Geräte. Worin besteht nun der Unterschied zwischen Mikroprozessor und Mikrokontroller? Der Mikroprozessor hat die Aufgabe, wie der Name schon andeutet, einen Prozess zu steuern. Der Prozessor kann jedoch nur den Ablauf eines Programms steuern. Das heißt, dass der Prozessor noch weitere Bausteine benötigt, um z. B. Signale auszugeben oder Zeitfunktionen darstellen zu können. Für sich alleine ist der Prozessor demnach nicht handlungsfähig. Warum also nicht gleich weitere Bausteine (Peripherie) mit auf dem Chip integrieren? Genau das wird in der Praxis realisiert, und so wurde der Mikrokontroller geschaffen. Der Mikroprozessor (abgekürzt auch CPU, Central Processing Unit, genannt) ist also ein Bestandteil eines Mikrokontrollers. Mikrokontroller dagegen sind Bausteine, die möglichst alle benötigten Funktionen einer Computer-Hardware in einem Bauelement vereinen. Mikrokontroller werden auch als Embedded Controller, Zielsystemkontroller oder Single Chip Controller bezeichnet.

Mikrokontroller enthalten neben dem Mikroprozessor-Kern immer auch Memory- und I/O-Ports. Ein Port stellt den Eingangs- bzw. Ausgangsbaustein eines Mikrokontrollers dar. Sie ermöglichen es, Daten mit der Umwelt auszutauschen. Je nach Ausprägung enthalten Mikrokontroller noch folgende zusätzliche Funktionen:

- Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandler,
- Pulsweitenmodulationseinrichtung,
- Zeit- und Frequenzmessungen,
- Kommunikationsschnittstellen,
- Power-Save-Funktionen für Batteriebetrieb,
- Ausfallsicherungsfunktionen.

Nachfolgend werden komprimiert der grundsätzliche Aufbau und die Arbeitsweise eines Mikrokontrollers beschrieben. Auf dem Chip des Mikrokontrollers sind die CPU, ein ROM-Speicher für das Programm, ein RAM-Speicher für die variablen Daten sowie parallele und serielle Ein- und Ausgabeports integriert. Die CPU ist über ein internes Bussystem mit dem Speicher und den Schnittstellen-Baugruppen verbunden.

Die CPU wird über das Programm gesteuert. Die CPU verarbeitet die Daten, die sie aus dem Speicher oder den Eingabe-Ports liest. Die Ergebnisse schreibt sie wieder in den Speicher oder in die Ausgabe-Ports. Der Transport der Daten erfolgt über eine Anzahl paralleler Leitungen, die als Datenbus bezeichnet werden. Der Datenbus ist ein Teil des Bussystems.

Das Programm und die Daten liegen im Speicher in bestimmten Adressen. Auch die verschiedenen Ports werden durch Adressen voneinander unterschieden. Die CPU muss die Adressen ausgeben, aus denen sie das Programm oder die Daten lesen will oder in die sie die Daten schreiben will. Die jeweilige Adresse wird von der CPU als Dualzahl über den Adressbus ausgegeben. Der Adressbus ist ein weiterer Teil des Bussystems.

Da z. B. beim Speicher Daten in die gleiche Adresse geschrieben oder aus ihr gelesen werden, ist ihm mitzuteilen, ob es sich um einen Lese- oder Schreibvorgang handelt. Zur Veranlassung dieser und ähnlicher Schaltvorgänge hat die CPU noch einige Steuerleitungen, die unter der Bezeichnung Steuerbus zusammengefasst werden. Der Steuerbus ist der dritte Teil des Bussystems. Die Leitungen von Daten- und Adressbus lassen sich immer in ihrer Gesamtheit betrachten, da sie zum gleichen Zeitpunkt in einen neuen Zustand übergehen. Beim Steuerbus muss dagegen jede Leitung einzeln betrachtet werden. Die Steuerleitungen geben die Zeitpunkte vor, zu denen die Schaltvorgänge im System stattfinden.

Insgesamt besteht das Bussystem, über das die CPU mit den angeschlossenen Baugruppen korrespondiert, also aus dem Datenbus, dem Adressbus und dem Steuerbus. An das Bussystem sind des Weiteren die Baugruppen angeschlossen, die die CPU für ihre Arbeit benötigt.

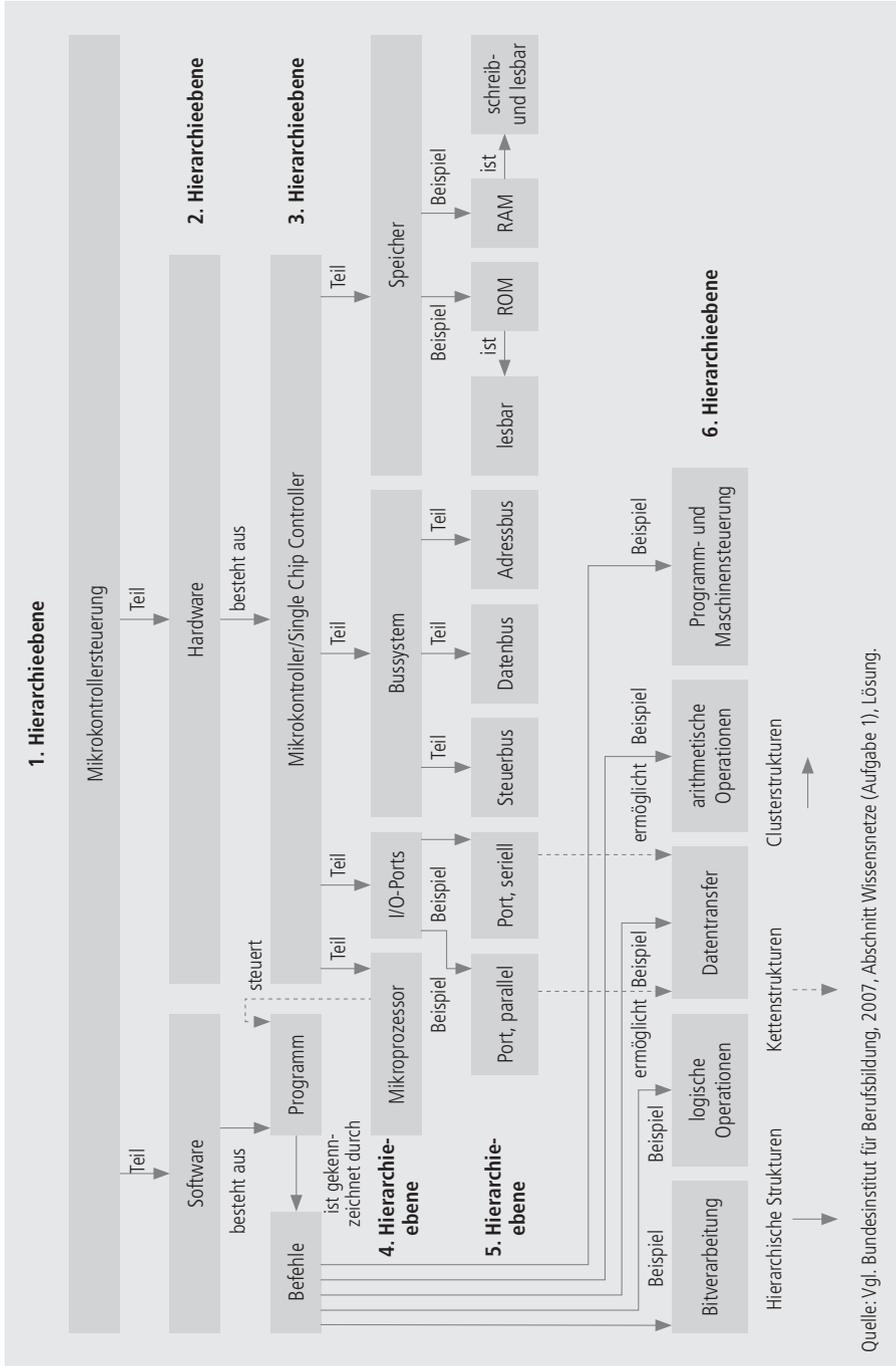
Die CPU führt die Befehle aus, die im Programm vorgegeben werden. Dabei liest sie erst den Befehl, um ihn anschließend auszuführen. Das Programm ist eine Folge von Befehlen oder Instruktionen. Eine Instruktion besteht prinzipiell aus der Operation und dem Operanden. Entsprechend kurz oder lang sind die Instruktionen oder Befehle. Zur Unterbringung im Speicher müssen sie byteweise aufgeteilt werden. Ist die Instruktion ausgeführt, gibt die CPU die nächste Adresse auf dem Adressbus aus und das Steuersignal zum Lesen des Speicherinhaltes. Dieser Inhalt ist der Operationscode der nächsten Instruktion. Die Instruktion wird wieder komplett gelesen und dann ausgeführt. So arbeitet die CPU Befehl für Befehl des Programms ab.

Je nach Typ des Mikrokontrollers ist ein bestimmter Befehlssatz vorgegeben. Das heißt, dass Mikrokontroller sich bezogen auf die möglichen Befehle unterscheiden können. In der Regel verfügt jedoch jeder Mikrokontroller über

- Befehle zum Datentransfer,
- Befehle zu arithmetischen Operationen,
- Befehle zu logischen Operationen,
- Befehle zur Programm- und Maschinensteuerung,
- Befehle zur Bitverarbeitung“

(Bundesinstitut für Berufsbildung, 2007, Abschnitt Wissensnetze [Aufgabe 1]).

Abbildung 15: Wissensnetz „Mikrocontrollersteuerung“



Quelle: Vgl. Bundesinstitut für Berufsbildung, 2007, Abschnitt Wissensnetze (Aufgabe 1), Lösung.

## 4. Aufgabenbeispiel

### Erstellen Sie aus dem folgenden Text ein Wissensnetz!

Sie können zur Erstellung des Wissensnetzes die Ihnen bekannten Relationen verwenden oder eigene Relationen bestimmen. Achten Sie besonders darauf, dass die verwendeten Relationen eindeutig zu verstehen sind!

Viele Schüler haben erhebliche Schwierigkeiten, sich zu konzentrieren. Zwei Hauptgruppen von Konzentrationsmängeln sind wissenschaftlich belegt: die Konzentrationsstörung und die Konzentrationsschwäche. Die Konzentrationsschwäche resultiert entweder aus einer angeborenen oder unfallbedingten Gehirnschädigung, oder sie ist die Folge einer Sozialisations- bzw. Milieuschädigung, die ebenfalls die Gedächtnisleistung beeinträchtigt. Die erstgenannte Gehirnschädigung kann bereits vor der Geburt durch bestimmte Krankheiten der Mutter, durch Röntgenstrahlung oder Blutgruppenunverträglichkeit der Eltern ausgelöst werden. Sie kann aber auch während der Geburt, etwa durch Sauerstoffmangel, oder nach der Geburt, etwa durch Schädelverletzungen oder Gehirnhautentzündung, auftreten. Die milieubedingte Konzentrationsschwäche hat ihre Ursache vor allem darin, dass in einer besonders anregungsarmen Umwelt die Verbindungen zwischen den einzelnen Gehirnzellen, die sogenannten „Synapsen“, nur unzureichend ausgebildet werden können. Nach offiziellen Schätzungen weisen etwa 6 % aller Schulkinder eine leichte Gehirnschädigung auf und leiden deshalb unter Konzentrationsschwäche. Konzentrationsstörungen sind weitaus häufiger anzutreffen. Prinzipiell sind alle Menschen davon betroffen. Die Ursachen sind vielfältig: Liebeskummer, Überarbeitung und Prüfungsangst gehören ebenso dazu wie die schlichte Tatsache, dass man vielleicht gerade ein Fachbuch lesen muss und dazu überhaupt keine Lust hat.

Abbildung 16: Wissensnetz „Konzentrationsmängel“

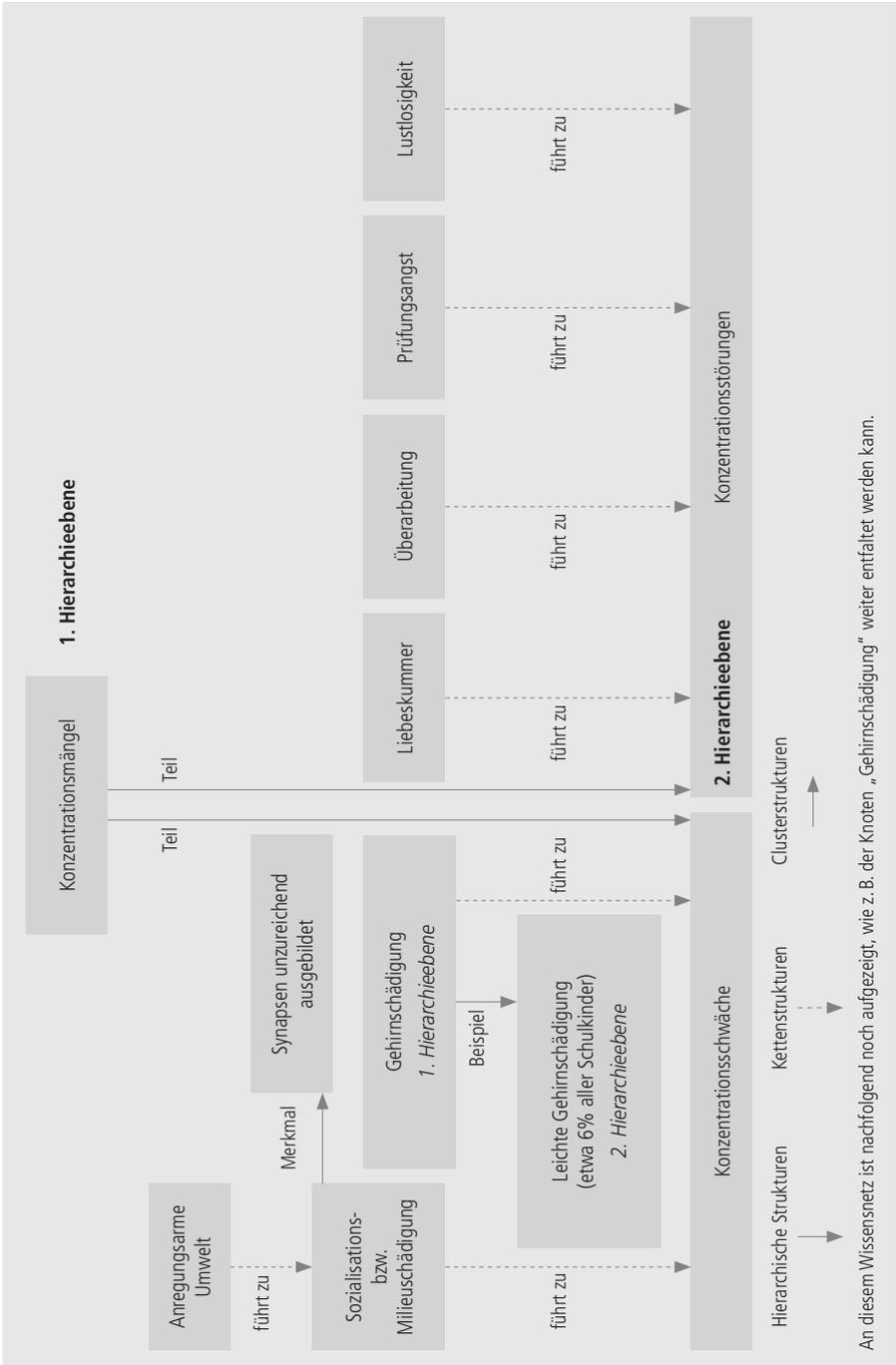
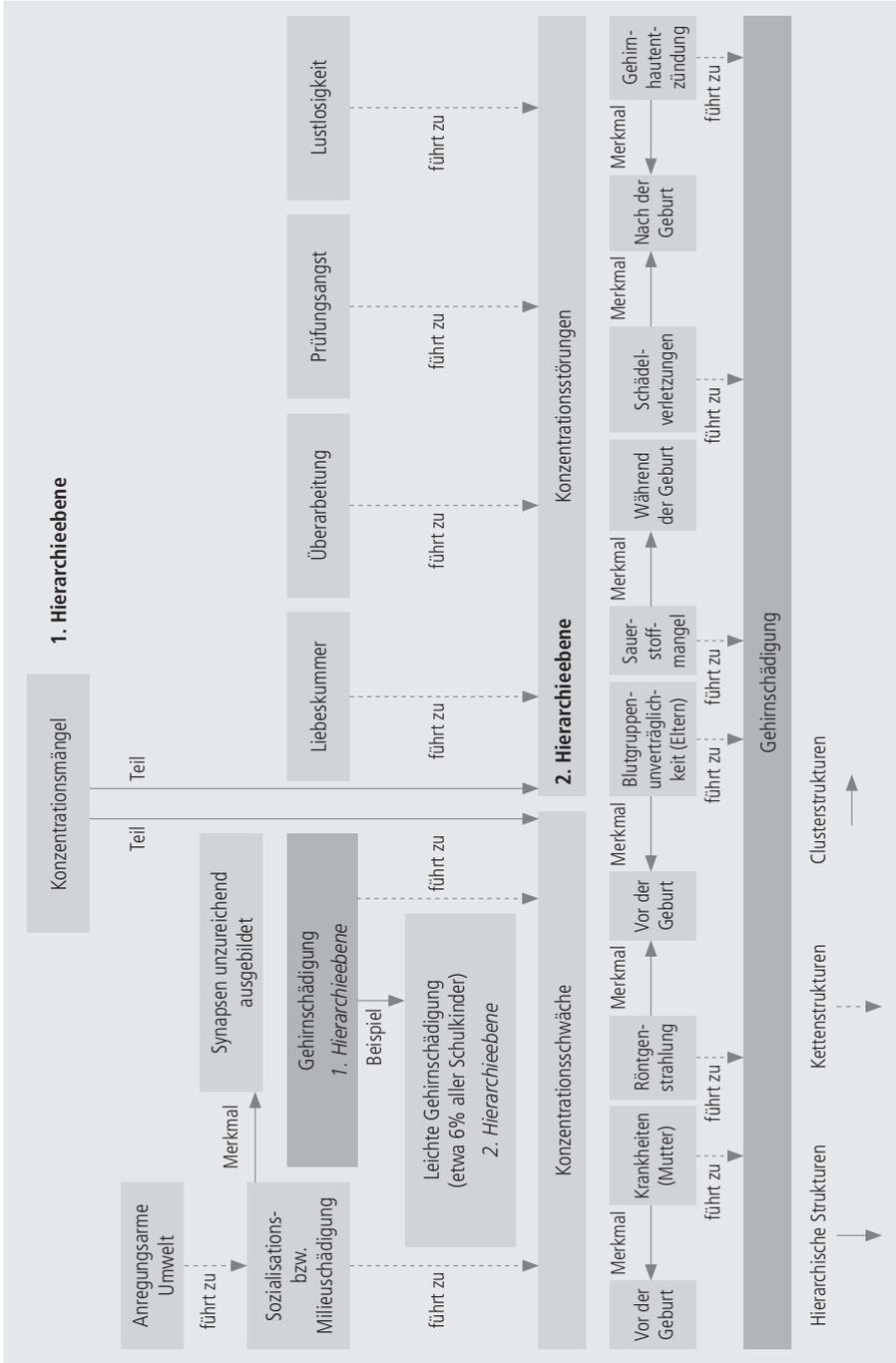


Abbildung 17: Erweitertes Wissensnetz „Konzentrationsmängel“



In dem erweiterten Wissensnetz (Abb. 17) ist aufgezeigt, wie z. B. der Knoten „Gehirnschädigung“ weiter entfaltet werden kann.

Das Networking kann auch als Analyseinstrument im Rahmen von Lernerfolgskontrollen angewendet werden. Hier stellt sich natürlich die Frage, wie die einzelnen Netze beurteilt werden können, wenn der Lehrende keine Vorgaben voranstellt, d. h., es werden keine Knoten und auch keine Relationen vorgegeben. Nachfolgend sind Hinweise für eine in der Praxis handhabbare Vorgehensweise gegeben, d. h., es geht hierbei nicht um wissenschaftliche Analyseverfahren im Sinne einer empirischen Datenerhebung. Die Begriffs- bzw. Wissensnetze können anhand folgender Gütekriterien analysiert werden:

- **Optisch-grafischer Gesamteindruck:** Übersichtlichkeit, Klarheit.
- Der **Organisationsgrad** (Erstreckungsweite, Lückenhaftigkeit bzw. Vollständigkeit) kann anhand der Anzahl der richtig angeordneten Knoten identifiziert werden.
- Die **Tiefe der Struktur** (hierarchischer Aufbau) kann an der Anzahl der richtig angeordneten hierarchischen Ebenen identifiziert werden.
- Die **Enge der Relationen** (Vernetztheit) bzw. die **Engmaschigkeit** (sog. „Closeness“-Koeffizient) kann anhand der richtig verwendeten Relationen identifiziert werden (vgl. Einsiedler, 1996, S. 180).

Die Tiefe der Struktur und die Engmaschigkeit repräsentieren das qualitative Verstehensmaß, und der Organisationsgrad repräsentiert das quantitative Verstehensmaß.

Nachfolgend ist eine Klausuraufgabe dargestellt, die Studierende des 3. Semesters zum Semesterabschluss einer Lehrveranstaltung aus dem Bereich der Lernpsychologie bearbeitet haben. Im Seminar wurde der Inhaltsbereich „Mehrspeichermodell der menschlichen Informationsverarbeitung“ mithilfe des Textes „Wie ist unser Gedächtnis aufgebaut?“ (siehe Kapitel 2.1) erarbeitet. In der Klausur lag dieser Text den Studierenden nicht vor!

## 5. Aufgabenbeispiel

**Entwickeln Sie aus den folgenden Begriffen ein Wissensnetz zum „Mehrspeichermodell der menschlichen Informationsverarbeitung“:**

*Kapazität (sehr groß), Behaltensdauer (höchstens 20–30 Sekunden), Gedächtnis, Kapazität (sehr groß), Faktenwissen, Behaltensdauer (kleiner als 1 Sekunde), Kurzzeitgedächtnis, Wissen, Langzeitgedächtnis, Handlungswissen, Ultrakurzzeitgedächtnis, Sensorisches Register, Kapazität (5 bis 9 neue Informationen), Behaltensdauer (sehr lang).*

**Bearbeitungshinweis:** Sie können zur Erstellung des Wissensnetzes die Ihnen bekannten Relationen verwenden oder eigene Relationen bestimmen. Achten Sie be-

sonders darauf, dass die verwendeten Relationen eindeutig zu verstehen sind!  
Relationen ohne Benennung werden nicht gewertet!

**Vereinbarung zur Darstellung der Relationen:**

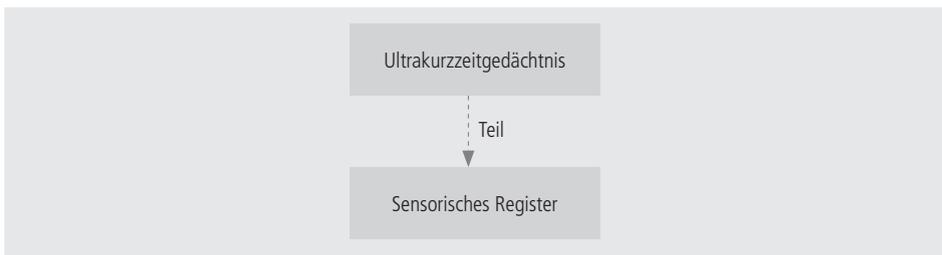


Zur Auswertung bzw. Bewertung der Aufgabe im Rahmen der Klausur wurde vom Lehrenden ein Referenzwissensnetz (Abbildung 18) erstellt. Referenzwissensnetz heißt nicht, dass dieses Netz im Sinne einer Schablone benutzt werden kann, sondern damit wird ein Erwartungshorizont aufgezeigt, der als Bewertungsgrundlage dient. Im vorliegenden Fall waren die zu verwendenden Begriffe vorgegeben, d. h., eine Bewertung bezogen auf die Auswahl wichtiger Schlüsselbegriffe ist nicht erforderlich. Somit erfolgt eine Konzentration auf die Anzahl der richtig bzw. sinnvoll erstellten Relationen. Es ist natürlich auch denkbar, dass der Bearbeiter gar nicht alle vorgegebenen Begriffe verwendet, jedoch spiegelt sich dieser Sachverhalt i. d. R. in der Anzahl der erstellten Relationen wider. Ein Punkteabzug für nicht verwendete vorgegebene Schlüsselbegriffe ist daher nicht zwangsläufig notwendig. Das erstellte Referenznetz enthält insgesamt 13 Relationen. Diese 13 Relationen könnten einerseits als Maximalanzahl angenommen werden. Andererseits ist es auch denkbar, dass im Sinne einer „Toleranz“ z. B. nur von der Anzahl 11 ausgegangen wird. Der quantitative Aspekt ist alleine allerdings nicht entscheidend, sondern neben der Erfassung, ob zwischen zwei Begriffen eine Beziehung hergestellt wurde, ist besonders wichtig, ob der Relationstyp und die damit verbundene Relation sinnvoll bzw. richtig ist. Bezogen auf die Relationen sind unterschiedliche Bewertungen möglich: Beziehung und Art der Beziehung werden gleichgewichtet bewertet.

Beziehung und Art der Beziehung werden unterschiedlich gewichtet bewertet.

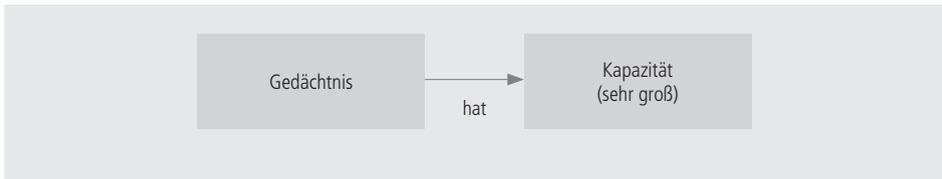
Möglich ist auch, dass nur Punkte vergeben werden, wenn die Art der Beziehung richtig bzw. sinnvoll ist.

In der Klausur haben einige der Studierenden folgenden Zusammenhang hergestellt.

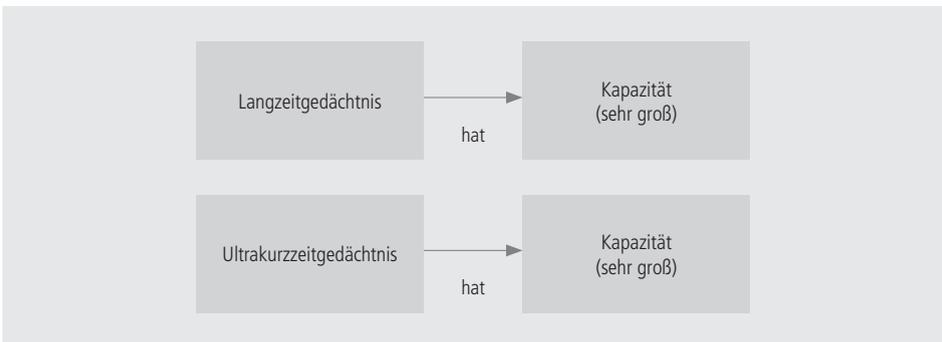


Dieses Beispiel verdeutlicht, dass der Lehrende durch die Auswertung der Netzwerke wertvolle Rückmeldungen bekommt. Bei diesem Beispiel sind die Lernenden fälschlicherweise davon ausgegangen, dass das sensorische Register ein Bestandteil des Ultrakurzzeitgedächtnisses ist. Die Identifikation der Fehler ermöglicht, dass diese nachträglich in der Nachbesprechung von Aufgaben individuell bzw. im Plenum korrigiert werden können.

Des Weiteren muss im Rahmen der Auswertung von Wissensnetzen davon ausgegangen werden, dass die Lernenden Beziehungen herstellen, die nicht im Referenznetz enthalten sind. Diese Beziehungen müssen ebenfalls durch den Lehrenden analysiert und bewertet werden. In der Klausur haben z. B. einige der Studierenden folgenden Zusammenhang hergestellt.



Diese Relation ist nicht als eindeutig falsch zu bewerten, da die Bearbeiter zumindest identifiziert haben, dass die Kapazität bezogen auf den Begriff Gedächtnis als Merkmal anzusehen ist. Vom Verständnis her bessere Relationen beziehen das Merkmal der Kapazität allerdings auf die entsprechenden Teilgedächtnisse.



Diese Relationen repräsentieren damit ein qualitatives Verstehensmaß als die Relation „Gedächtnis hat Kapazität (sehr groß)“.

Eine Bewertung bzw. Auswertung von Wissensnetzen ist also möglich, wenn gleich nicht verschwiegen werden soll, dass die damit verbundene Analyse i. d. R. mehr umfasst als den Vergleich mit einer Lösungsschablone.

Abbildung 18: Referenzwissensnetz „Mehrspeichermodell der menschlichen Informationsverarbeitung“

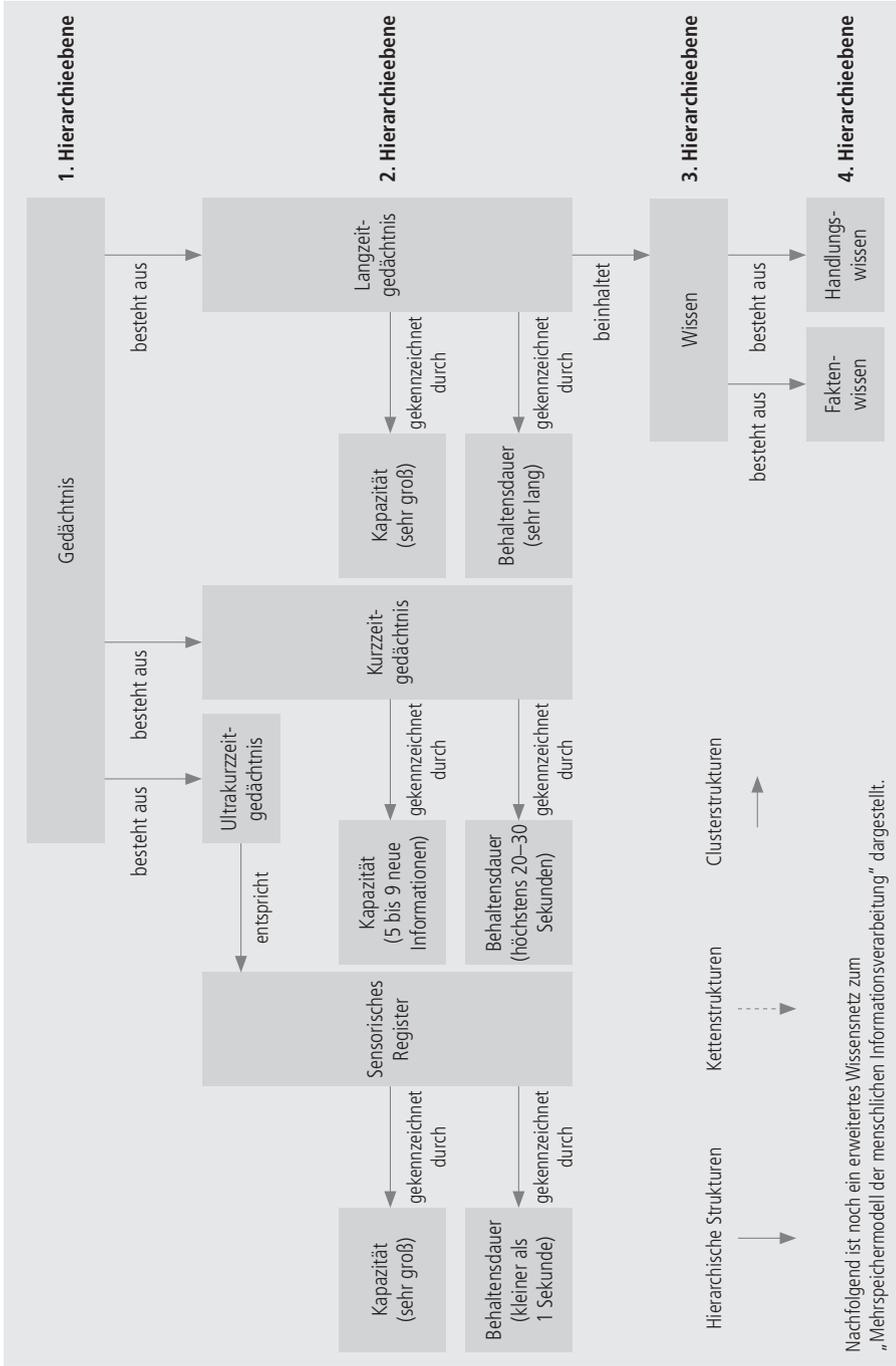


Abbildung 19: Erweitertes Wissensnetz „Mehrspeichermodell der menschlichen Informationsverarbeitung“

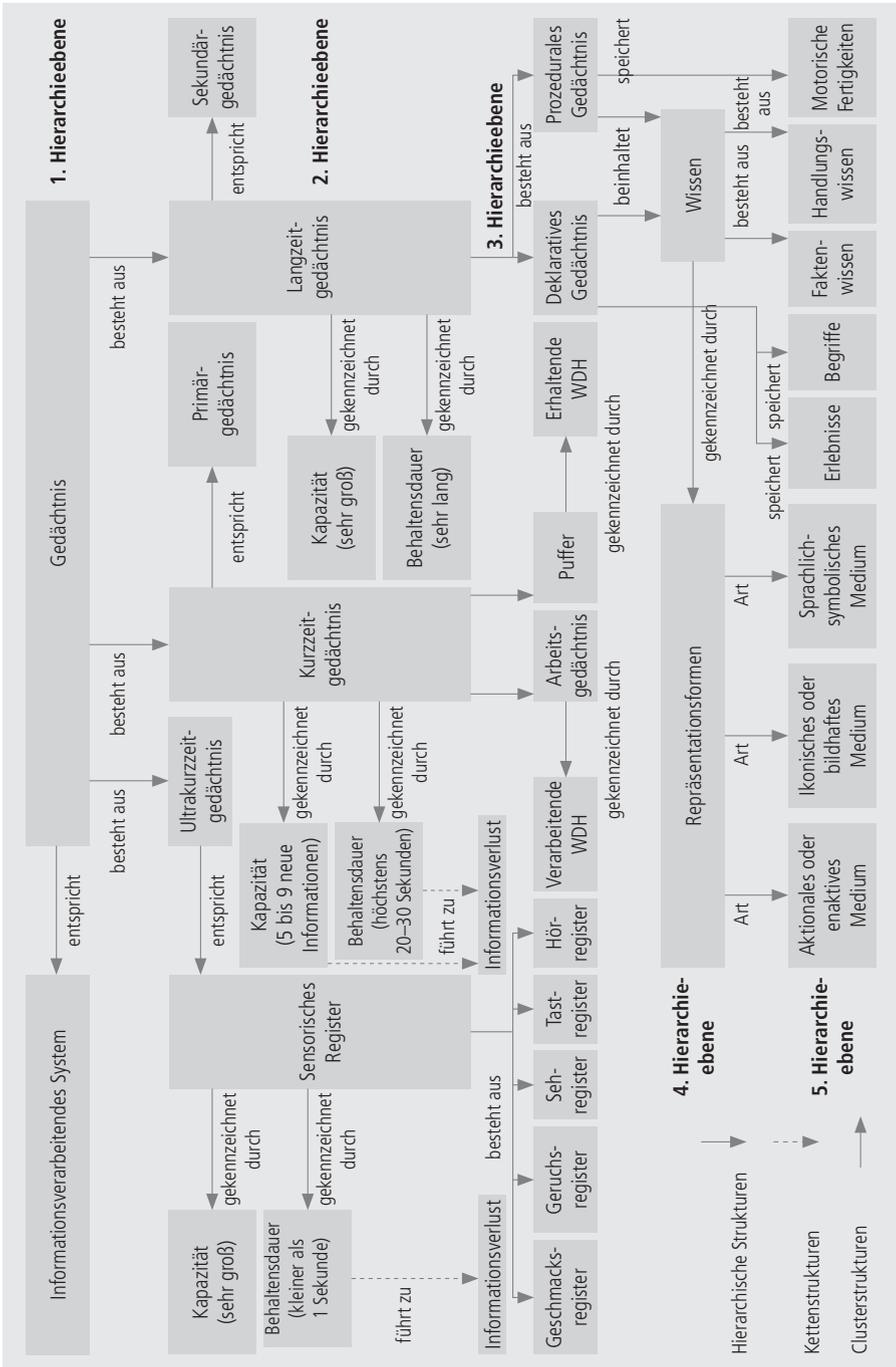
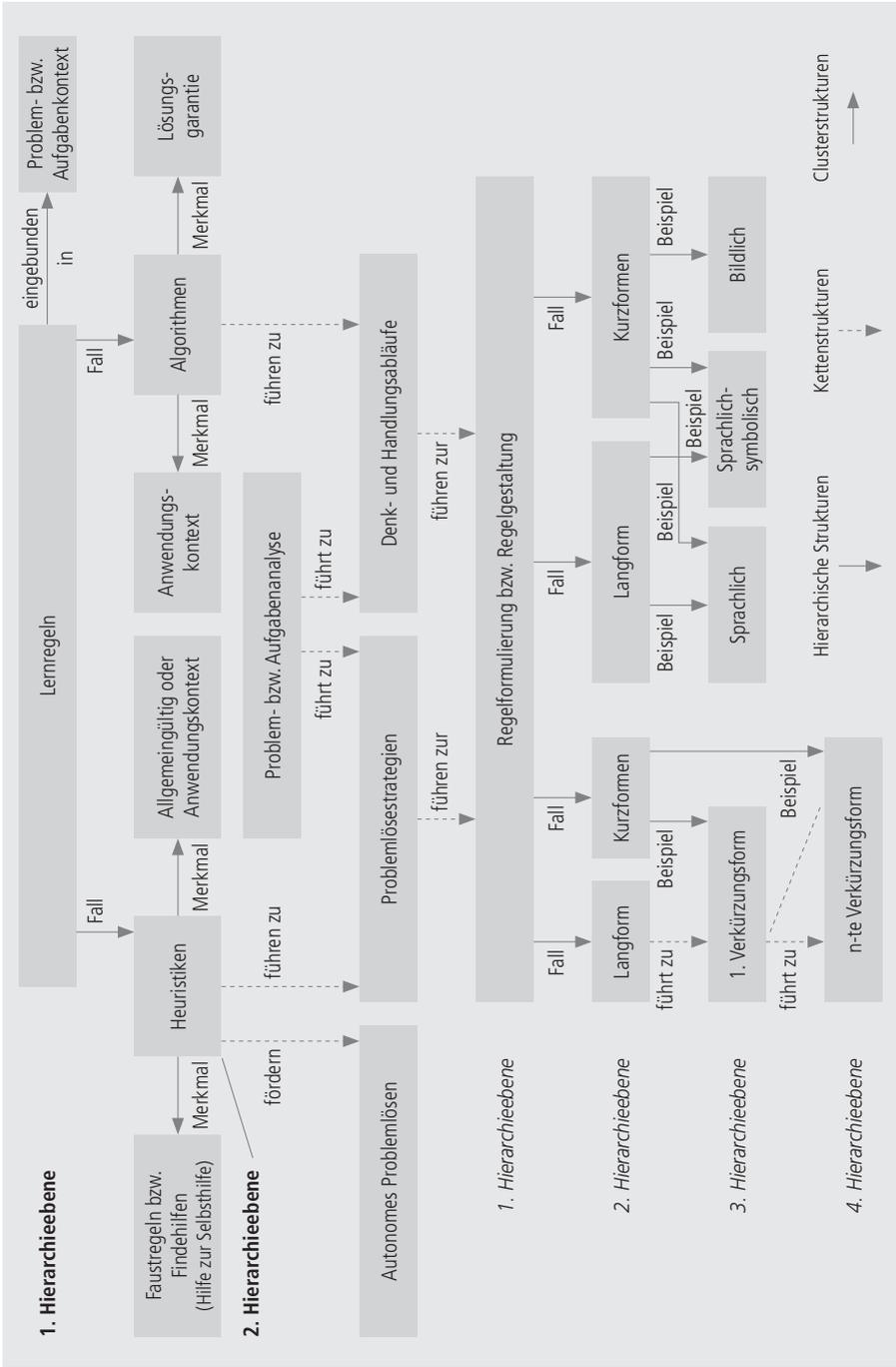


Abbildung 20: Wissensnetz „Lernregeln“ (6. Aufgabenbeispiel: Entwickeln Sie ein Wissensnetz zu dem Kapitel 9!)



Bei der Umsetzung des Arbeitens mit Wissensnetzen stehen viele Möglichkeiten offen. Die einfachste Konstruktion ist die mit Papier und Bleistift. Bleistift deshalb, damit man bei einer Verschiebung von Begriffen oder Änderung von Relationen ausradieren kann. Es können aber auch Kärtchen mit Begriffen produziert werden und diese dann bei der Konstruktion eines Netzes auf einem großen Bogen Papier hin und her geschoben werden. Kärtchen können durch Etiketten, gelbe Merktzettel usw. ersetzt werden. Es gibt aber auch schon Computerprogramme, die das Arbeiten am Bildschirm ermöglichen (siehe dazu Grillenberger/Niegemann, 2000, S. 55–69 sowie Nückles/Gurlitt, 2004).

## Literatur

- Aebli, H.: Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart 1987
- Anderson, J. R.: Kognitive Psychologie – Eine Einführung. Heidelberg 1988
- Beckmann-Schulz, P. u. a.: Mensch und Politik Sek. I. Braunschweig 2003
- Bower, G. H. u. a.: Hierarchical Retrieval Schemes in Recall of Categorical Word Lists. In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* (1969), 8, S. 323–343
- Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Mechatronik auf Rädern – selbst entwickeln, CD-ROM. Konstanz 2007
- Buzan, T./Buzan, B.: Das Mind-map-Buch: die beste Methode zur Steigerung ihres geistigen Potentials, 4. Auflage. Landsberg am Lech 1999
- Dansereau, D. F./Holley, C. D.: Development and evaluation of a text-mapping strategy. In: Flammer, A./Kintsch, W. (Hrsg.): *Discourse processing*. Amsterdam 1982, S. 536–544
- Dansereau, D. F.: Learning strategy research. In: Segal, J. W./Chipman, S. F./Glaser, R. (Hrsg.): *Thinking and learning skills, Vol. 1: Relating instruction to research*. Hillsdale 1985, S. 209–239
- Einsiedler, W.: Wissensstrukturierung im Unterricht. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 42 (1996), 2, S. 167–192
- Frackmann, M./Tärre, M. (Hrsg.): *Lernen & Problemlösen. Ein Handbuch für LehrerInnen und AusbilderInnen in der beruflichen Bildung*. Hamburg 2003
- Grillenberger, P./Niegemann, H. M.: Entwicklung und Erprobung eines Lernprogramms zur Technik des „Concept Mapping“. In: Mandl, H./Fischer, F. (Hrsg.): *Wissen sichtbar machen*. Göttingen u. a. 2000, S. 55–70
- Hanf, M. B.: Mapping: A technique for translating reading into thinking. In: *Journal of Reading* (1971), 14, S. 225–238
- Hertlein, M.: *Mind-Mapping – die kreative Arbeitstechnik: spielerisch lernen und organisieren*. Hamburg 1998
- Holly, C. D./Dansereau, D. F.: *Spatial learning strategies: Techniques, applications, and related issues*, Kap. 5, Academic Press. New York 1984

- Jonassen, D. H./Beissner, K./Yacci, M.: Structural Knowledge, Techniques for representing, conveying and acquiring structural knowledge. Hillsdale 1993
- Kline, P.: Das alltägliche Genie oder: Wie man sich in das Lernen (neu) verlieben kann. Paderborn 1995
- Krüger, F.: Mind-Mapping. Kreativ und erfolgreich im Beruf. München 1998
- Maichle, U.: Zur Trainierbarkeit des Textverstehens und des schlußfolgernden Denkens im medizinisch-naturwissenschaftlichen Bereich. In: Mandl, H./Friedrich, H. F. (Hrsg.): Lern- und Denkstrategien, Analyse und Intervention. Göttingen u. a. 1992, S. 167–192
- Mandl, H./Fischer, F.: Mapping-Techniken und Begriffsnetze in Lern- und Kooperationsprozessen. In: Mandl, H./Fischer, F. (Hrsg.): Wissen sichtbar machen. Göttingen u. a. 2000, S. 3–12
- McCagg, E. C./Dansereau, D. F.: A convergent paradigm for examining knowledge mapping as a learning strategy. In: Journal of Educational Research (1991), 84, S. 317–324
- Novak, J. D./Gowin, D. B.: Learning how to learn. Cambridge 1984
- Novak, J. D.: Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Mahwah, N.J. 1998
- Novak, J. D.: Concept mapping: A useful tool for science education. In: Journal of Research in Science Teaching (1990), 27, S. 937–949
- Nückles, M./Gurlitt, J.: Mind-Maps und Concept Maps. Visualisierung – Organisieren – Kommunizieren. München 2004
- Scheunpflug, A.: Biologische Grundlagen des Lernens. Berlin 2001
- Steiner, G.: Lernen und Wissenserwerb. In: Krapp, A./Weidemann, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie – Ein Lehrbuch, 4. Auflage. Weinheim 2001, S. 137–205



## 8 Lernen mit Lösungsbeispielen

Viele Schulbücher, insbesondere Mathematikbücher, beginnen eine Lehreinheit damit, dass sie dem Lernenden zunächst ein oder zwei Lösungsbeispiele vollständig, also mit ausgearbeitetem Lösungsweg und endgültiger Lösung, darstellen. Derartige Beispiele werden als ausgearbeitete Lösungsbeispiele bezeichnet.<sup>1</sup> Im Anschluss an ein oder zwei Beispiele mit Musterlösung erhält der Lernende eine Reihe von Übungsaufgaben mit dem Auftrag, diese nunmehr selbstständig zu lösen. Welche Ziele hoffen die Autoren auf diese Weise zu erreichen? Im Vorwort der Schulbücher lassen sich entsprechende Hinweise finden:

„Der Einstieg in ein neues Thema geschieht in der Regel durch ein anschauliches Problem, das auf beispielhafte Weise den neuen Sachverhalt erschließt. Verallgemeinerungen, Präzisierungen und Vertiefungen schließen sich an“ (Mense u. a., 2004, S. 2).

„Das Buch soll für die Lernenden ein Lernbuch und für die Lehrenden ein Lehrbuch sein: die mathematischen Inhalte werden in jedem Abschnitt durch eine Vielzahl von Beispielrechnungen in so kleine Einheiten zerlegt, dass einerseits die Lernenden die Problemlösungen durchschauen und selbstständig mit dem Buch arbeiten können und andererseits den Lehrenden eine solide Basis geboten wird, systematisch Mathematik anwendungsbezogen und problemorientiert unterrichten zu können“ (Schöwe u. a., 1998, S. 3).

„Jedes fachbezogene Kapitel beginnt mit einer Problemstellung, die weitgehend aus der Praxis oder dem Bereich der Fachtheorie entnommen ist. Die anschließende Beispiellösung soll dem Lernenden eine mögliche Lösungsstrategie auch für die folgenden Aufgaben verdeutlichen“ (Müller u. a., 1999, S. III).

„Zahlreiche durchgerechnete Aufgabenbeispiele mit ausführlichen Erklärungen führen zu einem besseren Verständnis der Analysis für Schülerinnen und Schüler“ (Schilling, 2004, S. 3).

Neben dem didaktischen Effekt der Veranschaulichungsfunktion von Beispielen zeigen die Zitate, dass die Lernenden die Beispiellösungen nachvollziehen und verstehen sollen, sodass sie das Gelernte selbstständig auf ähnliche bzw. andere Aufgaben transferieren können. Mit der Beschreibung des Lösungswegs für eine bestimmte Aufgabe bzw. einen bestimmten Aufgabentyp soll eine bestimmte Vorgehensweise in Form einer „Handlungsanweisung“ oder einer „Lösungsstrategie“ – wie in einem der o. g. Zitate benannt – generiert werden.

---

1 Die Begriffe Beispiele und Lösungsbeispiele werden in der Literatur auch synonym gebraucht, obwohl Lösungsbeispiele durch den mehr oder weniger detailliert ausgearbeiteten Lösungsweg eine besondere Art von Beispielen darstellen.

Es ist leicht einzusehen, dass die Qualität des Lernens mithilfe von Lösungsbeispielen von der Art und Weise abhängt, wie der Lernende Lösungsbeispiele er- bzw. verarbeitet. Hierzu nachfolgend die Darstellung bzw. Betrachtung von einem Lösungsbeispiel.

Nach dem Beispiel folgt die Übung, die die Lernenden selbst lösen sollen. Versuchen Sie, die Übung zu lösen.

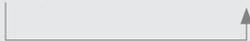
### Beispiel

Die Bürobedarf GmbH stellt u. a. Bleistiftanspitzer her. Die Herstellungskosten werden mit  $K(x) = 0,13 \text{ Euro} \cdot x + 1100 \text{ Euro}$  angegeben.

- a) Wie hoch sind die Herstellungskosten für 1000 Bleistiftanspitzer?  
b) Wie viele Anspitzer können für 2400 Euro hergestellt werden?

Lösung a)

$$K(1000) = 0,13 \text{ Euro} \cdot 1000 + 1100 \text{ Euro} = 1230 \text{ Euro}$$



Lösung b)

$$2400 \text{ Euro} = 0,13 \text{ Euro} \cdot x + 1100 \text{ Euro} \quad | -1100 \text{ Euro}$$

$$1300 \text{ Euro} = 0,13 \text{ Euro} \cdot x \quad | : 0,13 \text{ Euro}$$

$$x = 10000$$

### Übung

Die Bürobedarf GmbH stellt u. a. Bleistiftanspitzer her. Die Herstellungskosten werden mit  $K(x) = 0,10 \text{ Euro} \cdot x + 1300 \text{ Euro}$  angegeben.

- a) Wie hoch sind die Herstellungskosten für 10000 Bleistiftanspitzer?  
b) Wie viele Anspitzer können für 1500 Euro hergestellt werden?

Die Lösungen sind a) 2300 Euro und b) 2000 Anspitzer.

Wie Sie selbst feststellen konnten, kann die Übung durch alleinigen Austausch der Zahlenwerte gelöst werden. Verständnisvolles Lernen wird so nicht gewährleistet.

Leider finden sich in den Schulbüchern immer auch noch solche „Negativbeispiele“, obwohl die Ergebnisse der Forschung zum „Lernen mit Lösungsbeispielen“ empirisch gesicherte didaktisch-methodische Hinweise liefern. Als gesichert kann

gelten, dass in vielen Bereichen mit Lösungsbeispielen erfolgreich und effektiv gelernt werden kann. In der Mathematik, in der Physik, in der Chemie oder in der Informatik spielen ausgearbeitete Lösungsbeispiele sowohl als „Problemlösewerkzeuge“ als auch als Lehr- bzw. Lernmedien eine zentrale Rolle. „Zhu und Simon (1987) zeigten in einer Feldstudie gar, dass es mithilfe lösungsbeispielorientierten Lernens möglich ist, ein Drei-Jahres-Mathematik-Curriculum in nur zwei Jahren durchzuarbeiten, ohne dass sich dadurch Leistungseinbußen einstellen“ (Renkl/Schworm/vom Hofe, 2001, S. 15).

Geeignete Lösungsbeispielsequenzen, d. h. die Vermeidung des Einsatzes von „Negativbeispielen“ wie oben dargestellt, kann man insbesondere auch durch Verändern vorhandener Schulbuchaufgaben einschließlich der Art seiner Behandlung erhalten.

In diesem Kapitel werden daher folgende Fragestellungen diskutiert:

- Was ist bei der Gestaltung von einzelnen Lösungsbeispielen zu beachten?
- Wie ist eine Lernsequenz von Lösungsbeispielen zusammenzustellen?
- Wie kann der Transfer beim beispielbasierten Lernen unterstützt werden?

## 8.1 Was spricht für den Einsatz von Lösungsbeispielen?

Das Lernen aus Lösungsbeispielen bietet sich insbesondere zu Beginn eines neuen Lernbereichs an. Lernende, die sich zum Einstieg in ein neues Thema mit mehreren Lösungsbeispielen ein Verständnis für die Lösungen erarbeiten, haben einen Vorteil gegenüber denjenigen, die bereits in einer frühen Lernphase selbstständig Aufgaben lösen (siehe dazu Sweller/Cooper, 1985). Die hohe Lernwirksamkeit wird damit erklärt, dass die Lernenden zunächst von Aufgabenlöseaktivitäten befreit werden. Infolgedessen steht genügend kognitive Kapazität zur Verfügung, um sich ganz und gar auf das bewusste Verstehen und Lernen der Prinzipien zu konzentrieren.<sup>2</sup>

Zu Beginn eines neuen Lernbereichs liegt darüber hinaus häufig die Situation vor, dass die Lernenden über unterschiedliches individuelles Vorwissen verfügen. Gegenüber dem fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch, das im deutschen Unterricht stark verbreitet ist, insbesondere bei der Gestaltung von Einführungsphasen (siehe dazu Klieme/Schümer/Knoll, 2001), kann beim Lernen aus Lösungsbeispielen an das jeweilige individuelle Vorwissen angeknüpft werden. Beim fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch bzw. bei vorangestellten Lehrererklärungen vor der gesamten Lerngruppe ist dies kaum möglich, da der schnelle Wechsel des Dialogs

---

2 Im Rahmen der Forschung zum Lernen mit Lösungsbeispielen wird in diesem Kontext von der Cognitive-Load-Theorie gesprochen.

und/oder die Informationsdichte der Lehrererklärung kaum Zeit zum Nachdenken einräumen. Gleiches gilt für das unterschiedliche individuelle Lerntempo. Beim Lernen aus Lösungsbeispielen können die Lernenden individuell voranschreiten und müssen nicht dem Fluss sowie dem Tempo der Gedanken von anderen folgen.

Ein weiterer Aspekt für den Einsatz von Lösungsbeispielen ist motivationspsychologisch begründet. Lernende greifen bevorzugt auf diese Art der Informationsquelle zurück. Untersuchungen zeigen, dass Beispiele gegenüber textartigen Erklärungen bevorzugt werden, wenn die Lernenden vor die Wahl gestellt werden (siehe dazu Pirolli/Recker, 1995).

Die Vorliebe der Lernenden, Lösungsbeispiele zu betrachten, ist allerdings nicht automatisch mit dem Ziel verbunden, ein tiefes Verständnis zu gewinnen. Ziel vieler Schülerinnen und Schüler ist es, einfach nur irgendwie die Lösung von Aufgaben zu finden. Diese sogenannte Ergebnisorientierung (Performanzorientierung) führt somit häufig dazu, dass einerseits die „Lösungsstrategie“ Trial and Error (Versuch und Irrtum) zur Anwendung kommt, bis ein halbwegs sinnvolles Ergebnis vorliegt. Andererseits sieht eine weitere „Strategie“ so aus, dass die Lernenden auswendig gelernte Lösungswege reproduzieren, die in vorangegangenen Ausbildungsabschnitten erarbeitet wurden. Wissen wird als Ziel und nicht als Mittel zum Ziel angesehen. Ein verständnisvolles Lernen im Sinne eines aktiven individuellen (Wissens-)Konstruktionsprozesses, der die einzelnen Lösungsschritte und die zugrunde liegenden Prinzipien generiert, steht eher selten im Vordergrund. Damit stellt sich die Frage, ob der Einsatz von Lösungsbeispielen dazu führt, dass die Lernenden lediglich Lösungsschemata auswendig lernen bzw. die Beispiele nur oberflächlich bearbeiten und infolgedessen gar nichts lernen. Diese Gefahr besteht, wenn die Schülerinnen und Schüler in die Rolle eines passiven Lernalters entlassen werden. Sogenannte Selbsterklärungen – d. h. sich selbst die Logik eines Lösungswegs bewusst machen – können ein Weg sein, um der Passivität entgegenzuwirken und die Lernenden von einer Ergebnisorientierung hin zu einer Lernprozessorientierung zu lenken. Dies ist eine der Aufgaben, die der Lehrende bei der Gestaltung und dem Einsatz von Lösungsbeispielen zu bewältigen hat.

## 8.2 Gestaltung von Lösungsbeispielen

Eine ungünstige Gestaltung von Lösungsbeispielen kann unter Umständen zu einer Über- bzw. Unterforderung der Lernenden beim beispielbasierten Lernen führen, sodass insbesondere folgende Merkmale zu beachten sind:

- Initiieren von Selbsterklärungen,
- Hervorhebung von Zwischenzielen,
- integriertes Format.

## Initiieren von Selbsterklärungen

Bei der Gestaltung von Lösungsbeispielen kommt es nicht nur auf gut ausgearbeitete Erklärungen an, sondern die Lernenden sollten insbesondere Gelegenheit erhalten bzw. ausdrücklich dazu aufgefordert werden, Lösungsschritte sich selbst und anderen zu erklären. Es ist leicht einzusehen, dass ein Lernender nur anderen etwas erklären kann, wenn er sich selbst über den Lerninhalt intensiv Gedanken macht. Im Verlauf der Erklärungen gegenüber anderen erfolgt gleichzeitig eine Überprüfung und unter Umständen auch eine Vertiefung des eigenen Verständnisgrades. Zu diesem Ergebnis gelangten *Brown/Campione* (1986): „Wenn ein Schüler aufgefordert wird, seine Äußerungen anderen gegenüber zu erläutern, zu elaborieren oder zu verteidigen, ist es sehr wahrscheinlich, daß bei ihm ein tieferes Verständnis entsteht. Die Last des Erklärens gibt häufig den Schubs, der benötigt wird, um das eigene Wissen auf neue Weise zu bewerten, zu integrieren und zu elaborieren“ (Mietzel, 2003, S. 294). Erklären heißt in diesem Zusammenhang, dass der Lernende ausführlich den dargestellten Lösungsweg erläutert. Dazu ist es erforderlich, dass der Lehrende Verständnisfragen formuliert, die die Reflexion der Lösungsschritte einfordern und die Auskunft darüber geben, ob das Lösungsbeispiel vom Adressaten verstanden wurde. Somit kann der Lehrende die Qualität der Selbsterklärungen beurteilen und eventuelle Schwierigkeiten ermitteln. Drei Arten von Selbsterklärungen haben sich als besonders lernförderlich erwiesen:

- Nennen des Ziels eines Lösungsschrittes (z. B. „Mit der Erstellung der Betriebsmittelliste erhalte ich eine Übersicht über die Funktion der einzelnen Bauteile“),
- Nennen der Anwendungsvoraussetzung eines Lösungsschrittes (z. B. „Zunächst muss bestimmt bzw. erfasst werden, in welcher Weise die Ausgänge von den Eingängen abhängen, damit man dann eine Wahrheitstabelle erstellen kann“),
- Nennen des zugrunde liegenden Prinzips eines Lösungsschrittes (z. B. „Die Wahrheitstabelle zeigt die Ausgangssignale [logisch 0 oder 1] in Abhängigkeit von den Eingangssignalen [logisch 0 oder 1]. Bei  $n$  Eingangssignalen ergeben sich Kombinationen“).

Auch empirisch zeigt sich, dass Erklärungen von Dritten – d. h. im Unterricht häufig in Form von Lehrererklärungen – vielfach weniger effektiv sind als Selbsterklärungen, wenn sie aktiv von den Schülerinnen und Schülern entwickelt werden (vgl. Renkl/Schworm/vom Hofe, 2001, S. 15).

Allerdings sind nicht alle Lernenden in gleicher Weise in der Lage, ihr eigenes Verständnis kritisch zu überprüfen und gute Erklärungen abzugeben. In einer Studie aus dem Bereich der Physik erhielten Studierende vollständig ausgearbeitete Beispiele, und sämtliche Aussagen wurden protokolliert, die die Lernenden zu ihrem eigenen

Verständnis formulierten. Es zeigte sich, dass „gute“ Studierende im Vergleich zu „schwächeren“ quantitativ mehr Erklärungen lieferten und ihr eigenes Verständnis auch qualitativ besser einschätzten (vgl. Mietzel, 2003, S. 294). Es stellt sich somit beim beispielbasierten Lernen die Frage, wie Selbsterklärungen gefördert werden können.

Im Rahmen der Förderung von Selbsterklärungen hat der Lehrende zunächst die Funktion, als positives Verhaltensmodell (Modeling) zu fungieren. Durch lautes Denken zeigt er, wie sich die Lernenden ein Lösungsbeispiel gut erklären können. Nach einer Einführung „Lernen mithilfe von Lösungsbeispielen“ ist es jedoch wichtig, dass jeder einzelne Lernende zu Selbsterklärungen aufgefordert wird. Hier bieten sich drei Möglichkeiten an:

1. Die Schülerinnen und Schüler erklären sich zunächst selbst das Lösungsbeispiel. Zur Anleitung erhalten sie schriftlich formulierte Verständnisfragen bzw. aktivierende Handlungsanweisungen, die jeder selbstständig und individuell schriftlich bearbeitet.
2. Die Lernenden erklären sich in Zweier- oder Dreiergruppen gegenseitig Lösungsbeispiele. Befunde zum Lernen durch Erklären zeigen, dass diese Möglichkeit nur genutzt werden sollte, wenn der Lerninhalt für die Lernenden nicht allzu schwierig ist und wenn sie gewohnt sind, in Lerngruppen zu kooperieren sowie zu kommunizieren (siehe dazu Renkl, 1997a).
3. Eine Möglichkeit fortzufahren besteht darin, dass nun einzelne Lernende vor der gesamten Lerngruppe Selbsterklärungen abgeben. Auf diese Erklärungen können sich jetzt alle Mitglieder beziehen. Damit werden nicht nur Diskussionen angeregt, von denen eine weitere Förderung des Verständnisses ausgeht, sondern Erklärungen werden modifiziert, ergänzt und unter Umständen auch notwendigerweise korrigiert.

Es müssen nicht zwangsläufig immer alle Möglichkeiten und auch nicht notwendigerweise in der oben dargestellten Reihenfolge berücksichtigt werden. Das heißt, dass einerseits die Anzahl der Lernphasen als auch die Reihenfolge der Lernphasen variiert werden kann. Es ist z. B. auch denkbar, dass zunächst Selbsterklärungen in der gesamten Lerngruppe behandelt werden und anschließend zu individuellen Selbsterklärungen bzw. gegenseitigen Erklärungen innerhalb von Kleingruppen übergegangen wird. Die Anzahl und die Reihenfolge der Lernphasen ergibt sich letztendlich aus den jeweiligen Lern- und Leistungsvoraussetzungen der Adressaten.

Es wurde bereits erwähnt, dass das Lernen aus Lösungsbeispielen besonders für den Einstieg in einen neuen Lernbereich geeignet ist. In späteren Lernphasen ist es allerdings ebenso wichtig, sich nicht nur auf das Verstehen der zugrunde

liegenden Prinzipien zu konzentrieren, sondern auch selbstständig Lösungen zu finden.

### **Hervorhebung von Zwischenzielen**

Die schon angesprochene Ergebnisorientierung der Lernenden führt auch dazu, dass verschiedene Lösungswege gar nicht in Betracht gezogen werden oder bei auftretenden Schwierigkeiten eingeschlagene Lösungswege sofort verworfen werden, obwohl unter Umständen nur geringfügige Korrekturen notwendig sind. Diese Vorgehensweise ist geprägt von der weitverbreiteten Schülervorstellung, dass es nur einen Lösungsweg gibt (siehe dazu Schoenfeld, 1992). Üblicherweise das Verfahren, das die Lehrkraft demonstriert hat, oder in Bezug auf ausgearbeitete Lösungsbeispiele, die darin enthaltenen Verfahren bzw. Lösungsstrategien. *Schoenfeld (1992)* berichtet, dass als Folge dieser Einstellung Schülerinnen und Schüler sehr schnell aufgeben, wenn sie bei der Bearbeitung nicht auf Anhieb eine Idee zur Lösung haben. Der Gedanke, die Lernenden stärker auf Lösungswege statt auf Lösungen zu fokussieren, muss daher bei der Gestaltung von Lösungsbeispielen „sichtbar“ werden. Das Hervorheben von Zwischenzielen (siehe folgendes Lösungsbeispiel) kann den Lernenden helfen, Problemlösen als Lernprozess zu begreifen, der keinesfalls ausschließlich linear-sequenziell, sondern eher durch rekursive Phasen gekennzeichnet ist.

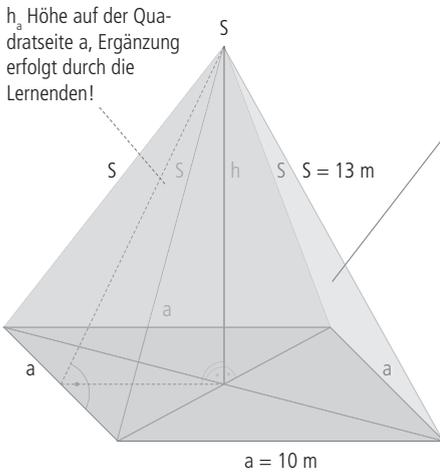
#### **Lösungsbeispiel „pyramidenförmiges Dach“**

##### **Aufgabenstellung**

Ein Bauernhaus hat ein pyramidenförmiges Dach. Nachfolgend ist eine Skizze mit den entsprechenden Maßen dargestellt, die eine Schülerin vom Dach des Bauernhauses gezeichnet hat. Das komplette Dach soll mit Dämmmaterial verkleidet werden, sodass eine bessere Isolierung erreicht wird. Wie viel  $\text{m}^2$  Dämmmaterial wird benötigt?

Die Lernenden erhalten folgende Anweisungen:

- Schau dir das Lösungsbeispiel zur Berechnung genau an!
- Welches sind die wichtigen Schritte auf dem Weg zur Lösung?
- Mit welcher Formel ist in diesem Beispiel gerechnet worden?
- Gibt es eine andere Möglichkeit zur Berechnung?



### Wie viel $\text{m}^2$ Dämmmaterial wird benötigt?

➔ Der Mantel  $M$  der Pyramide wird gesucht!  
Die vier Seitenflächen bilden den Mantel  $M$ .

Seitenfläche wird bezeichnet mit  $A_S$ ,  
Höhe auf der Quadratseite  $a$  wird bezeichnet mit  $h_a$ .

$$A_S = \frac{a}{2} \cdot h_a$$

Bekannt ist nur  $a$ , d. h.  $h_a$  muss noch bestimmt werden!

$$h_a = \sqrt{S^2 - \frac{a^2}{4}}$$

Jetzt ist die Berechnung der Seitenfläche möglich!

$$A_S = \frac{a}{2} \cdot \sqrt{S^2 - \frac{a^2}{4}} = \frac{10 \text{ m}}{2} \cdot \sqrt{13^2 \text{ m}^2 - \frac{10^2 \text{ m}^2}{2}} = 60 \text{ m}^2$$

**Abschließend kann der Mantel der Pyramide berechnet werden:**

$$M = 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot \sqrt{S^2 - \frac{a^2}{4}} = 4 \cdot 60 \text{ m}^2 = 240 \text{ m}^2$$

**Es werden somit  $240 \text{ m}^2$  Dämmmaterial zur Isolierung benötigt.**

Die nachfolgenden Fragen bzw. Anweisungen sollen die Lernenden anhand der Bearbeitung des Lösungsbeispiels und unter Umständen mithilfe weiterer Informationsquellen schriftlich bearbeiten.

- Welche Pyramidenart liegt bei dem Dach des Bauernhauses vor?

**Pyramidenart:** \_\_\_\_\_

- Aus welchen geometrischen Figuren setzt sich der Mantel der oben skizzierten Pyramide zusammen?

**Geometrische Figuren:** \_\_\_\_\_

- Ergänze die Skizze, indem du die Höhe auf einer der Quadratseiten  $a$  einzeichnest!

- Wie kommt man auf die Formel zur Berechnung der Seitenfläche  $A_S$ ?

\_\_\_\_\_

- Wie kommt man auf die Formel zur Berechnung der Höhe  $h_a$  auf der Quadratseite  $a$ ?

\_\_\_\_\_

- Eine Pyramide wird im Allgemeinen durch die Quadratseite  $a$  und die Raumhöhe  $h$  bestimmt. Andere Größen wie die Seitenkante  $S$ , der Mantel  $M$  oder das Volumen  $V$  kann man dann aus diesen berechnen. In deiner Formelsammlung findest du daher zur Berechnung des Mantels einer Pyramide die Formel  $M = \sqrt{a^4 + 4a^2h^2}$ .

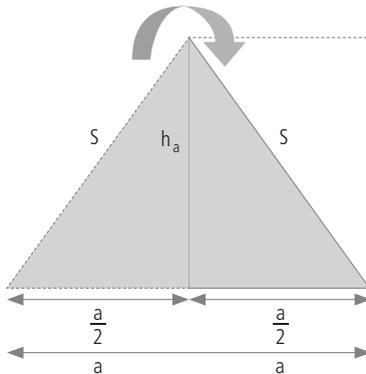
Wie kommt man auf diese Formel?

### Erwartete Lösungen der Lernenden

**Pyramidenart:** Es liegt eine gerade quadratische (Quadrat ist ein regelmäßiges Vieleck) Pyramide vor.

**Geometrische Figuren:** Der Mantel einer geraden quadratischen Pyramide setzt sich aus vier gleichschenkligen Dreiecken zusammen. Dreiecke, die zwei gleiche Seiten haben (im vorliegenden Fall  $S$ ), nennt man gleichschenklige Dreiecke.

Das Einzeichnen der Höhe  $h_a$  auf der Quadratseite  $a$  führt zu rechtwinkligen Dreiecken.



Es ergibt sich somit anschaulich für die Seitenfläche:

$$A_s = \frac{a}{2} \cdot h_a$$

Außerdem kann die Höhe  $h_a$  auf der Quadratseite  $a$  durch den **Satz des Pythagoras** berechnet werden.

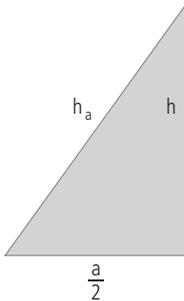
$$h_a = \sqrt{S^2 - \frac{a^2}{4}}$$

Mantel der Pyramide:

$$M = 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot h_a = 2 \cdot a \cdot h_a$$

[2 kürzen!]

Die Raumhöhe bzw. Körperhöhe  $h$  der Pyramide und die Höhe  $h_a$  auf der Quadratseite  $a$  stehen in folgender Beziehung zueinander.



**Satz des Pythagoras** erneut anwenden:  $h_a = \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}}$  in M einsetzen!

$$M = 2 \cdot a \cdot \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}} = \sqrt{4 \cdot a^2 \cdot h^2 + 4 \cdot a^2 \cdot \frac{a^2}{4}} = \sqrt{4 \cdot a^2 \cdot h^2 + a^4}$$

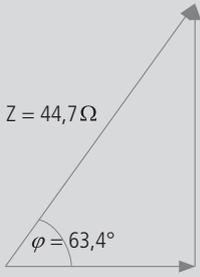
Term unter die Wurzel ziehen!  $\uparrow$  4 kürzen  $\uparrow$  und Potenzen „zusammenfassen“  $a^2 \cdot h^2 = a^4$ !

## Integriertes Format

Wie bereits angemerkt, belastet eine Auseinandersetzung mit einem Lösungsbeispiel weniger den mentalen Arbeitsspeicher, als dies beim selbstständigen Lösen von Problemen der Fall ist. Lösungsbeispiele verlieren ihre große Effektivität, wenn ihre Bearbeitung ebenfalls die kognitive Kapazität – repräsentiert durch das Arbeitsgedächtnis (siehe Kapitel 2.1) – stark belastet. Lösungsbeispiele mit verschiedenen Informationsquellen (z. B. Grafik und Lösungstext) erfordern viel kognitive Kapazität aufgrund der Verteilung der Aufmerksamkeit auf die Quellen. Besser ist daher ein sogenanntes integriertes Format gegenüber dem konventionellen nicht integrierten Format.

Rein optisch betrachtet sieht das nicht integrierte Format häufig übersichtlicher aus, da die verschiedenen Informationsquellen (hier Zeigerbild und Rechenweg) stringent voneinander getrennt sind. Diese übersichtliche Trennung ist aber nicht ausschlaggebend für die Empfehlung des integrierten Formats, sondern die Schülerperspektive bei der Auseinandersetzung mit dem Lösungsbeispiel. Es fällt den Lernenden leichter, die Elemente des Zeigerbilds und die Elemente der Rechnung gegenseitig zuzuordnen.

Abbildung 1: Lösungsbeispiel Blindwiderstand und Wirkwiderstand (R-L-Reihenschaltung) im nicht integrierten Format und im integrierten Format

Nicht integriertes Format	Integriertes Format
$Z = 44,7 \Omega$ $\varphi = 63,4^\circ$ $X_L = ?$ $R = ?$ $X_L = Z \cdot \sin \varphi$ $X_L = 44,7 \Omega \cdot \sin 63,4^\circ$ $X_L = 39,97 \Omega$ $R = Z \cdot \cos \varphi$ $R = 44,7 \Omega \cdot \cos 63,4^\circ$ $R = 20,01 \Omega$	 $Z = 44,7 \Omega$ $X_L = Z \cdot \sin \varphi$ $X_L = 44,7 \Omega \cdot \sin 63,4^\circ$ $X_L = 39,97 \Omega$ $R = Z \cdot \cos \varphi = 44,7 \Omega \cdot \cos 63,4^\circ = 20,01 \Omega$

Ein integriertes Format sollte daher vor allem bei der Einführung in einen neuen Lerninhalt berücksichtigt werden, also wenn die Lernenden noch mit der Materie „kämpfen“. Im Rahmen einer Sequenz von Lösungsbeispielen besteht jedoch auch die Möglichkeit, zunächst integrierte Formate zu verwenden und dann zu nicht integrierten Formaten überzugehen mit der Zielsetzung, dass die Schülerinnen und Schüler die Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Informationsquellen selbstständig vornehmen und infolgedessen der erste Schritt zum verständnisvollen Umgang mit Lösungsbeispielen initiiert wird.

### 8.3 Zusammenstellung von Lernsequenzen von Lösungsbeispielen

Die Darstellung von mehreren vollständigen Beispielen ist sinnvoll. Das heißt, dass ein zu frühes Problemlösen vermieden werden sollte. Leider ist Letzteres in Schulbüchern noch relativ weit verbreitet, denn dort sollen die Lernenden meist nach nur einem oder zwei Beispielen selbstständig Transferleistungen erbringen. Ein weiteres Problem besteht häufig in den fehlenden Beispielvariationen. Das heißt, dass die Beispiele nicht sinnvoll aufeinander aufbauen, sondern lediglich eine wiederholte Reproduktion erfordern.

Bei der Gestaltung von Lernsequenzen von Lösungsbeispielen werden die einzelnen Beispiele zunächst anhand der folgenden Kriterien charakterisiert, bevor es zu einer Beispielanordnung (Sequenz) kommt. Bezogen auf die einzelnen Beispiele unterscheidet man zwischen Oberflächenmerkmalen und strukturellen Merkmalen, die von Beispiel zu Beispiel variiert werden können.

- **Oberflächenmerkmale** (z. B. Zahlen, Objekte, Personen): kontextuelle (inhaltliche bzw. situative) Einbettung, die **lösungsirrelevant** ist.

Oberflächenmerkmale des Lösungsbeispiels „pyramidenförmiges Dach“: Be-  
maßung, Dach eines Bauernhauses, Dämmung, Skizze einer Schülerin.

- Die **strukturellen Merkmale** sind dagegen **lösungsrelevant**. Dahinter verbirgt sich die Problemlösungsstruktur, d. h. die zugrunde liegenden Lösungsprinzipien bzw. Lösungsstrategien.

Strukturelle Merkmale des Lösungsbeispiels „pyramidenförmiges Dach“: gegeben: gerade quadratische Pyramide mit Quadratseite  $a$  und Seitenkante  $S$ , gesucht: Mantel  $M$ , Problemlösungsstruktur: Symmetriebetrachtungen, gleichschenklige und rechtwinklige Dreiecke, Flächenberechnung Rechteck, Satz des Pythagoras, „Wurzel- und Potenzrechnung“.

Mehrere Beispiele, d. h. eine Lernsequenz von Lösungsbeispielen, dienen als Grundlage dafür, dass Lernende die Fähigkeit erwerben können, einen bestimmten Problemtyp bzw. Klassen von Arbeitsaufgaben unabhängig von lösungsirrelevanten Oberflächenmerkmalen als solchen/solche zu erkennen und dann zu lösen. In einem ersten Schritt werden also zunächst mehrere Beispiele mit gleichen strukturellen Merkmalen bzw. mit gleicher Problemlösungsstruktur eingesetzt, wobei die Oberflächenmerkmale variieren (Prinzip der multiplen oberflächenakzentuierenden<sup>3</sup> Beispiele). Nachfolgend wird das Prinzip der multiplen oberflächenakzentuierenden Beispiele anhand von zwei Beispielen verdeutlicht, wobei in der Ausbildung bzw. im Unterricht in Abhängigkeit von den Lern- und Leistungsvoraussetzungen der Lernenden auch mehr als zwei Beispiele eingesetzt werden können.

---

3 Quilici und Mayer (1996) unterscheiden eine strukturakzentuierende und eine oberflächenakzentuierende Beispielsequenz.

Abbildung 2: **Prinzip der multiplen oberflächenakzentuierenden Beispiele**

	<b>Oberflächenmerkmale A, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung): Sandhaufen abtragen</b>	<b>Oberflächenmerkmale B, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung): Schwimmbecken befüllen</b>
Struktur A	<p>Bauarbeiter müssen auf einer Baustelle einen Haufen Sand mit Schaufeln abtragen bzw. weiterverteilen. Der eine von zwei Arbeitern benötigt drei Stunden für diese Arbeit, wenn er allein drangeht. Sein Kollege, der eine kräftigere Körpergröße hat, schafft es alleine in zwei Stunden. Wie lange brauchen die beiden, wenn sie die Arbeit <b>gemeinsam</b> verrichten – freilich ohne sich durch Geschwätz oder sonst wie gegenseitig zu stören (vgl. Steiner, 2001, S. 194)?</p>	<p>Ein Schwimmbecken soll mit Wasser befüllt werden. Dazu steht eine Leitung zur Verfügung, mit der das Becken in zehn Stunden gefüllt werden kann. Das ist allerdings eine lange Zeit, die niemanden freut, weil es dann beständig rauscht. Wenn mit einem Verlängerungsschlauch auch noch der andere Wasseranschluss benutzt wird, geht es schneller. Dieser ist jedoch langsamer; mit ihm allein müsste man 15 Stunden warten, bis das Schwimmbecken voll ist. Wie lange dauert es, bis das Becken unter Benutzung beider Leitungen gefüllt ist (vgl. Steiner, 2001, S. 196)?</p>
Dreisatz und Zuordnungen, Bruchrechnung	<p><b>Lösung:</b></p> <p>Arbeiter 1: 1/3 des Haufens in 1 Stunde. Arbeiter 2: 1/2 des Haufens in 1 Stunde. Arbeiter 1 und 2: (1/3 + 1/2) des Haufens in einer Stunde, d. h. 5/6 des Haufens in einer Stunde. 5/6 mal 6/5 = gesamter Haufen, d. h. 60 Minuten mal 6/5 = 72 Minuten. Beide Arbeiter zusammen brauchen 1 Stunde und 12 Minuten.</p>	<p><b>Lösung:</b></p> <p>Leitung 1: 1/10 der Füllmenge in 1 Stunde. Leitung 2: 1/15 der Füllmenge in 1 Stunde. Leitung 1 und 2: (1/10 + 1/15) der Füllmenge in einer Stunde, d. h. 1/6 der Füllmenge in einer Stunde. 1/6 mal 6 = komplette Füllmenge, d. h. 1 Stunde mal 6 = 6 Stunden. Die Befüllung des Schwimmbeckens dauert 6 Stunden, wenn beide Leitungen benutzt werden.</p>

Die Beachtung des Prinzips der multiplen oberflächenakzentuierenden Beispiele ist zwingend notwendig, wie die Transferforschung zeigt (siehe dazu Kapitel 2.7). Die oben dargestellten Aufgaben wurden zur Überprüfung von möglichen Transferleistungen eingesetzt und dabei zeigten sich folgende Ergebnisse. Die Sandhaufen-Aufgabe, die aus einem landesweiten Rechentest in Abschlussklassen stammt, hat schon vielen Schülern Schwierigkeiten bereitet. Der Lehrer, der die Schwimm-

becken-Aufgabe als Hausaufgabe stellte, war davon ausgegangen, dass seine Schüler die Aufgabe lösen konnten, nachdem sie die Sandhaufen-Aufgabe gelöst hatten, weil die zugrunde liegende Struktur identisch ist. Viele Schüler konnten allerdings die zweite Aufgabe nicht lösen (vgl. Steiner, 2001, S. 196). Welche Fehler sind der Lehrkraft hier unterlaufen!?

Einerseits waren, wie bereits schon angesprochen, die Lernenden zu früh auf sich allein gestellt. Andererseits reicht es nicht nur aus, die Anzahl der Beispiele zu erhöhen. „Dort, wo etwas nicht sehr solide gelernt und eingeübt worden ist, gibt es auch nichts zu transferieren“ (Steiner, 2001, S. 196)! Bei der Bearbeitung der multiplen oberflächenakzentuierenden Beispiele ist es zwingend notwendig, dass die Lernenden explizit dazu aufgefordert bzw. angehalten werden, die verschiedenen Beispiele miteinander zu vergleichen. Die Vergleiche zwischen den Beispielen sollten schriftlich durch die Lernenden festgehalten und in einer Auswertung mit der gesamten Lerngruppe unter Anleitung des Lehrenden systematisiert werden. Nur so können die Schülerinnen und Schüler lernen, welche Merkmale lösungsrelevant sind und welche nicht. Der Vergleich der verschiedenen Beispiele hat zum Ziel, dass die Wissensstrukturen und die zugrunde liegenden Prinzipien aus dem Kontext der vorliegenden Lösungsbeispiele herausgelöst werden. Dieser so wichtige Lernanteil wird allzu oft vernachlässigt und „erfordert ... einen erheblichen Aufwand, den ein Lernender im Allgemeinen *ohne fremde Hilfe nicht leisten kann*“ (Steiner, 2001, 198). Das Initiieren von Selbsterklärungen ist somit auch grundlegend für den angestrebten Transfer. Durch Selbsterklärungen könnten die Lernenden Transferleistungen in dem Sinn erbringen, dass sie einen bestimmten Problemtyp lösen könnten, auch wenn er ihnen in neuer kontextueller Einbettung – sozusagen in „neuer Verpackung“ – begegnet.

Die Behandlung von multiplen oberflächenakzentuierenden Beispielen alleine reicht jedoch nicht aus, da die Lernenden nicht nur einen bestimmten Problemtyp bzw. Klassen von Arbeitsaufgaben erfolgreich bewältigen sollen, sondern letztendlich zum selbstständigen Problemlösen befähigt werden sollen. Um die Unterscheidung von lösungsirrelevanten Oberflächenmerkmalen und strukturellen Merkmalen zu fördern, sollten auch strukturakzentuierende Beispiele eingesetzt werden (Prinzip der multiplen strukturakzentuierenden Beispiele). Bei dieser Sequenz von Beispielen liegen dieselben bzw. sehr ähnliche Oberflächenmerkmale zugrunde, wobei nun die strukturellen Merkmale bzw. die Lösungsstruktur variiert werden. Nachfolgend wird das Prinzip der multiplen strukturakzentuierenden Beispiele anhand von zwei Beispielen verdeutlicht, wobei in der Ausbildung bzw. im Unterricht in Abhängigkeit von den Lern- und Leistungsvoraussetzungen der Lernenden auch mehr als zwei Beispiele eingesetzt werden können.

Abbildung 3: Prinzip der multiplen strukturakzentuierenden Beispiele

	<b>Oberflächenmerkmale A, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung): Leerpumpen eines überschwemmten Kellers</b>
<p><b>Struktur A, Dreisatz mit Proportionalität</b>  <b>Lösung:</b>                      3 Pumpen: 18.000 Liter in 1 Stunde.                      (1 Pumpe: 6.000 Liter in 1 Stunde.)                      5 Pumpen: <math>\frac{5}{3}</math> mal 18.000 Liter, d. h. 30.000 Liter in 1 Stunde.                      Mit 5 Pumpen können 30.000 Liter in einer Stunde herausgepumpt werden.</p>	<p>„Die Feuerwehr hat drei Pumpen, mit denen überschwemmte Keller geleert werden können. Benutzt die Feuerwehr alle drei Pumpen gleichzeitig, so kann ein Keller, in dem 18.000 Liter stehen, in einer Stunde leer gepumpt werden. Wenn sich die Feuerwehr zwei weitere Pumpen anschaffen würde, wie viel Liter könnten dann in einer Stunde herausgepumpt werden?“ (Renkl/Schworm/vom Hofe, 2001, S. 16).</p>
<p><b>Struktur B, Dreisatz mit Antiproportionalität.</b>  <b>Lösung:</b>                      3 Pumpen: 18.000 Liter in 60 Minuten.                      5 Pumpen: 18.000 Liter in ? Minuten.  <math>\frac{3}{5}</math> mal 60 Minuten, d. h., 5 Pumpen benötigen 36 Minuten für 18.000 Liter.                      Es würden 24 Minuten eingespart.</p>	<p>„Die Feuerwehr hat drei Pumpen, mit denen überschwemmte Keller geleert werden können. Benutzt die Feuerwehr alle drei Pumpen gleichzeitig, so kann ein Keller, in dem 18.000 Liter stehen, in einer Stunde leergepumpt werden. Wenn sich die Feuerwehr zwei weitere Pumpen anschaffen würde, wie viele Minuten würden eingespart werden?“ (Renkl/Schworm/vom Hofe, 2001, S. 16).</p>

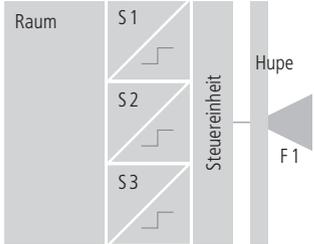
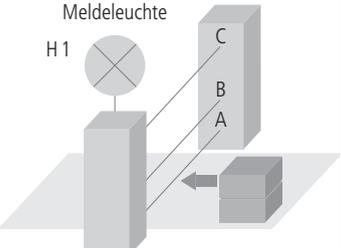
Mit multiplen strukturakzentuierenden Beispielen kann aufgezeigt werden, dass trotz ähnlicher Beispieloberflächen ganz unterschiedliche Strukturen zugrunde liegen können. Die Lernenden sollen durch den Vergleich der Beispiele lernen, Probleme nach lösungsrelevanten strukturellen Merkmalen und nicht nach lösungsirrelevanten Oberflächenmerkmalen zuzuordnen und infolgedessen geeignete Lösungsstrategien anzuwenden.

Die bisher dargestellten Lösungsbeispiele stammen aus dem Bereich der Mathematik. Insbesondere in diesem Bereich hat die Forschung, wie bereits erwähnt, gezeigt, dass das Lernen aus Lösungsbeispielen eine sehr effektive und effiziente Lernmethode ist, wenn die Lösungsbeispiele entsprechend gestaltet werden. Darüber hinaus kommt auch der Aktivität der Lernenden eine zentrale Bedeutung zu, d. h., der Lernerfolg hängt entscheidend von den initiierten Selbsterklärungen ab. Diese Ergebnisse sollten Anlass dazu geben, dass das Lernen aus Lösungsbeispielen auch in der beruflichen Bildung eingesetzt und somit zusätzlich auch in anderen Bereichen neben der Mathematik und Physik erprobt wird. Einerseits kann an den bisher vorliegenden Ergebnissen angeknüpft werden, da z. B. auch in den Berufs-

feldern Elektrotechnik, Metalltechnik, Bautechnik, Holztechnik – d. h. in gewerblich-technischen Berufsfeldern – als auch im Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung anwendungsbezogene Mathematik als Lerninhalt unverzichtbar ist. Andererseits lassen sich die Ergebnisse auch auf andere Lösungsbeispiele übertragen, d. h., es muss sich nicht zwangsläufig um mathematische Inhalte in Form von Formeln bzw. Berechnungen handeln. Letztendlich sind Lösungsbeispiele überall dort anwendbar, wo Strukturen identifiziert, verallgemeinert und transferiert werden können.

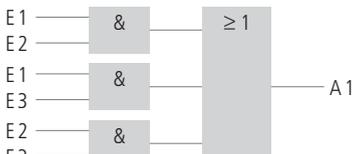
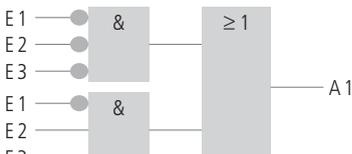
Nachfolgend sind Lösungsbeispiele und die damit verbundene Bearbeitung zum Thema „Steuerungstechnik mit digitalen Bausteinen“ dargestellt.

Abbildung 4: Lösungsbeispiele „Steuerungstechnik mit digitalen Bausteinen“

	Oberflächenmerkmale A, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung): Feuerüberwachung	Oberflächenmerkmale B, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung): Paketsortieranlage
<p><b>Struktur A</b>  <b>Merkmale</b>  <b>Gegeben:</b>                      Technologieschema  <b>Gesucht:</b>                      Steuerschaltung mit Digitalbausteinen</p> <p><b>Problemlösungsstruktur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuordnung der Betriebsmittel zu den Ein- und Ausgängen</li> <li>• Erstellung der Wahrheitstabelle,</li> <li>• Ermittlung der Funktionsgleichung</li> <li>• Minimierung der Funktionsgleichung mittels K-V-Tafel</li> <li>• Darstellung der Schaltung mittels Logikplan (Funktionsplan)</li> <li>• Die Schaltung wird softwaremäßig (Programm) oder hardwaremäßig (Platine mit entsprechenden ICs) realisiert.</li> </ul>	 <p>Zur Feuerüberwachung wird ein Raum mit drei Rauchsensoren ausgestattet. Beim Ansprechen auf Rauch geben die Sensoren ein Signal (logisch 1) an die Steuereinheit. Beim Ansprechen von mindestens zwei Sensoren soll eine Hupe ertönen. Entwickeln Sie die Steuerschaltung mit Digitalbausteinen (vgl. Arzberger u. a., 2002, S. 52)!</p>	 <p>Das Bild zeigt das Technologieschema für eine Paketsortieranlage. Der Befehl zum Auswurf von Paketen soll durch eine Schaltung mit Digitalbausteinen erzeugt werden. Die Lichtschranke A dient zur Kontrolle, ob ein Paket vorhanden ist. Die Lichtschranken B und C dienen zur Überprüfung der Paketgröße. Der Paketauswurf soll durch eine Meldeleuchte angezeigt werden. Der Auswurf soll erfolgen, wenn ein Paket zu klein oder zu groß ist. Folgende Vereinbarungen gelten: Lichtschranke unterbrochen: logisch 0, Befehl zum Auswurf der Pakete: logisch 1. Entwickeln Sie die Steuerschaltung mit Digitalbausteinen (vgl. Arzberger u. a., 2002, S. 56)!</p>

<p><b>Struktur B</b> <b>Merkmale</b> <b>Gegeben:</b> <b>Technologieschema, Steuerschaltung mit Digitalbausteinen (UND, ODER, NICHT)</b> <b>Gesucht: Steuerschaltung mit Digitalbausteinen (nur NAND- bzw. NOR-Glieder)</b></p> <p><b>Problemlösungsstruktur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grundverknüpfungen ersetzen durch NAND-(NOR-)Verknüpfung</b></li> <li>• <b>Vereinfachung der typisierten Schaltung</b></li> <li>• <b>Darstellung der Schaltung mittels Logikplan (Funktionsplan)</b></li> <li>• <b>Die Schaltung wird softwaremäßig (Programm) oder hardwaremäßig (Platine mit entsprechenden ICs) realisiert.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologieschema siehe oben.</li> </ul> <p>Zur Feuerüberwachung wird ein Raum mit drei Rauchsensoren ausgestattet. Beim Ansprechen auf Rauch geben die Sensoren ein Signal (logisch 1) an die Steuereinheit. Beim Ansprechen von mindestens zwei Sensoren ertönt eine Hupe. Für die praktische Ausführung der digitalen Schaltung stehen die Grundverknüpfungen UND, ODER und NICHT nicht mehr zur Verfügung, sondern nur NAND-(NOR-)Glieder. Mit diesem Typ lassen sich aber alle Arten von Verknüpfungen realisieren (Typisieren von Schaltungen). Entwickeln Sie eine neue Steuerschaltung ausschließlich mit NAND-(NOR-)Gliedern!</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologieschema siehe oben.</li> </ul> <p>Das Bild zeigt das Technologieschema für eine Paketsortieranlage. Der Befehl zum Auswurf von Paketen wird durch eine Schaltung mit Digitalbausteinen erzeugt. Die Lichtschranke A dient zur Kontrolle, ob ein Paket vorhanden ist. Die Lichtschranken B und C dienen zur Überprüfung der Paketgröße. Der Paketauswurf wird durch eine Meldeleuchte angezeigt. Der Auswurf erfolgt, wenn ein Paket zu klein oder zu groß ist. Folgende Vereinbarungen gelten: Lichtschranke unterbrochen: logisch 0, Befehl zum Auswurf der Pakete: logisch 1. Für die praktische Ausführung der digitalen Schaltung stehen die Grundverknüpfungen UND, ODER und NICHT nicht mehr zur Verfügung, sondern nur NAND-(NOR-)Glieder. Mit diesem Typ lassen sich aber alle Arten von Verknüpfungen realisieren (Typisieren von Schaltungen). Entwickeln Sie eine neue Steuerschaltung ausschließlich mit NAND-(NOR-)Gliedern!</p>
--	---	--

Abbildung 5: Lösungsweg der oberflächenakzentuierenden Beispiele „Steuerungstechnik mit digitalen Bausteinen“

<p><b>Oberflächenmerkmale A, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung):</b> Feuerüberwachung  <b>Struktur A, Merkmale</b>  <b>Gegeben:</b> Technologieschema  <b>Gesucht:</b> Steuerschaltung mit Digitalbausteinen</p>	<p><b>Oberflächenmerkmale B, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung):</b> Paketsortieranlage  <b>Struktur A, Merkmale</b>  <b>Gegeben:</b> Technologieschema  <b>Gesucht:</b> Steuerschaltung mit Digitalbausteinen</p>																																																																																	
<p><b>Lösung:</b>  <b>Betriebsmittelliste:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">Betriebsmittel-Kennzeichen</th> <th style="padding: 2px;">Ein- und Ausgänge</th> <th style="padding: 2px;">Betriebsmittel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">S1, S2, S3</td> <td style="padding: 2px;">E1, E2, E3</td> <td style="padding: 2px;">Rauchsensoren</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">F1</td> <td style="padding: 2px;">A1</td> <td style="padding: 2px;">Hupe</td> </tr> </tbody> </table>	Betriebsmittel-Kennzeichen	Ein- und Ausgänge	Betriebsmittel	S1, S2, S3	E1, E2, E3	Rauchsensoren	F1	A1	Hupe	<p><b>Lösung:</b>  <b>Betriebsmittelliste:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">Betriebsmittel-Kennzeichen</th> <th style="padding: 2px;">Ein- und Ausgänge</th> <th style="padding: 2px;">Betriebsmittel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">A, B, C</td> <td style="padding: 2px;">E1, E2, E3</td> <td style="padding: 2px;">Lichtschranken</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">H 1</td> <td style="padding: 2px;">A1</td> <td style="padding: 2px;">Meldeleuchte</td> </tr> </tbody> </table>	Betriebsmittel-Kennzeichen	Ein- und Ausgänge	Betriebsmittel	A, B, C	E1, E2, E3	Lichtschranken	H 1	A1	Meldeleuchte																																																															
Betriebsmittel-Kennzeichen	Ein- und Ausgänge	Betriebsmittel																																																																																
S1, S2, S3	E1, E2, E3	Rauchsensoren																																																																																
F1	A1	Hupe																																																																																
Betriebsmittel-Kennzeichen	Ein- und Ausgänge	Betriebsmittel																																																																																
A, B, C	E1, E2, E3	Lichtschranken																																																																																
H 1	A1	Meldeleuchte																																																																																
<p><b>Wahrheitstabelle:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">E1</th> <th style="padding: 2px;">E2</th> <th style="padding: 2px;">E3</th> <th style="padding: 2px;">A1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	E3	A1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	<p><b>Wahrheitstabelle:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">E1</th> <th style="padding: 2px;">E2</th> <th style="padding: 2px;">E3</th> <th style="padding: 2px;">A1</th> <th style="padding: 2px;">Erläuterung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">Paket zu groß</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">Paket hat richtige Größe</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">unlogische Kombination</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">Paket zu klein</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">unlogische Kombination</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">unlogische Kombination</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">unlogische Kombination</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">kein Paket vorhanden</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	E3	A1	Erläuterung	0	0	0	1	Paket zu groß	0	0	1	0	Paket hat richtige Größe	0	1	0	0	unlogische Kombination	0	1	1	1	Paket zu klein	1	0	0	0	unlogische Kombination	1	0	1	0	unlogische Kombination	1	1	0	0	unlogische Kombination	1	1	1	0	kein Paket vorhanden
E1	E2	E3	A1																																																																															
0	0	0	0																																																																															
0	0	1	0																																																																															
0	1	0	0																																																																															
0	1	1	1																																																																															
1	0	0	0																																																																															
1	0	1	1																																																																															
1	1	0	1																																																																															
1	1	1	1																																																																															
E1	E2	E3	A1	Erläuterung																																																																														
0	0	0	1	Paket zu groß																																																																														
0	0	1	0	Paket hat richtige Größe																																																																														
0	1	0	0	unlogische Kombination																																																																														
0	1	1	1	Paket zu klein																																																																														
1	0	0	0	unlogische Kombination																																																																														
1	0	1	0	unlogische Kombination																																																																														
1	1	0	0	unlogische Kombination																																																																														
1	1	1	0	kein Paket vorhanden																																																																														
<p><b>Funktionsgleichung:</b></p> $A1 = (\overline{E1} \wedge E2 \wedge E3) \vee (E1 \wedge \overline{E2} \wedge E3) \vee (E1 \wedge E2 \wedge \overline{E3}) \vee (E1 \wedge E2 \wedge E3)$	<p><b>Funktionsgleichung:</b></p> $A1 = (\overline{E1} \wedge \overline{E2} \wedge \overline{E3}) \vee (\overline{E1} \wedge E2 \wedge E3)$																																																																																	
<p><b>K-V-Tafel:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;"></th> <th style="padding: 2px;">E1</th> <th style="padding: 2px;"><math>\overline{E1}</math></th> <th style="padding: 2px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">E2</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>\overline{E2}</math></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"><math>\overline{E3}</math></td> <td style="padding: 2px;">E3</td> <td style="padding: 2px;"><math>\overline{E3}</math></td> </tr> </tbody> </table>		E1	$\overline{E1}$		E2	1	1	1	$\overline{E2}$		1			$\overline{E3}$	E3	$\overline{E3}$	<p><b>K-V-Tafel:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;"></th> <th style="padding: 2px;">E1</th> <th style="padding: 2px;"><math>\overline{E1}</math></th> <th style="padding: 2px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">E2</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>\overline{E2}</math></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"><math>\overline{E3}</math></td> <td style="padding: 2px;">E3</td> <td style="padding: 2px;"><math>\overline{E3}</math></td> </tr> </tbody> </table>		E1	$\overline{E1}$		E2		1		$\overline{E2}$			1		$\overline{E3}$	E3	$\overline{E3}$																																																	
	E1	$\overline{E1}$																																																																																
E2	1	1	1																																																																															
$\overline{E2}$		1																																																																																
	$\overline{E3}$	E3	$\overline{E3}$																																																																															
	E1	$\overline{E1}$																																																																																
E2		1																																																																																
$\overline{E2}$			1																																																																															
	$\overline{E3}$	E3	$\overline{E3}$																																																																															
<p>Vereinfachung möglich!</p>	<p>Keine Vereinfachung möglich!</p>																																																																																	
<p><b>Minimierter Logikplan (Funktionsplan):</b></p> 	<p><b>Minimierter Logikplan (Funktionsplan):</b></p> 																																																																																	

Anmerkungen zu den Lösungsbeispielen:

Bei der Darstellung der Logikpläne wurden die Nicht-Glieder (Negation) nicht explizit gezeichnet, sondern wie üblich in Form von Negationen an den entsprechenden Eingängen dargestellt:



Bei dem Beispiel „Feuerüberwachung“ könnte anhand der Analyse des Textes und daraus folgenden Überlegungen unmittelbar auf die möglichen Kombinationen geschlossen werden, die zum Ertönen der Hupe führen. Dieses Ergebnis spiegelt sich demzufolge auch in der Funktionsgleichung wider. Vor diesem Hintergrund könnte der Eindruck entstehen, dass der dargestellte Lösungsweg unnötig kompliziert ist. Es muss hierbei allerdings berücksichtigt werden, dass die Lösung bei der Mehrzahl von Steuerungsaufgaben nicht unmittelbar anzugeben ist. Bei komplexeren Problemstellungen ist eine systematische Vorgehensweise – so wie beispielhaft dargestellt – zwingend notwendig. Die zugrunde liegende Lösungsstruktur wurde daher auch bei dem vom Anspruchsniveau her „einfachen“ Einstiegsbeispiel „Feuerüberwachung“ berücksichtigt. Das zweite anspruchsvollere Lösungsbeispiel „Paketsortieranlage“ verdeutlicht darüber hinaus, dass eine systematische Vorgehensweise notwendig ist.

Die nachfolgenden Fragen bzw. Anweisungen sollen die Lernenden anhand der Bearbeitung der Lösungsbeispiele und unter Umständen mithilfe weiterer Informationsquellen schriftlich bearbeiten.

- Warum ist es wichtig, dass zu Beginn eine Betriebsmittelliste erstellt wird?
- Welche Vorteile hat eine Wahrheitstabelle?  
Welche anderen Möglichkeiten der Darstellung bzw. Beschreibung gibt es noch?
- Wie kommt man von der Wahrheitstabelle zur Funktionsgleichung?
- Wie geht man bei der Minimierung mithilfe der K-V-Tafel vor?
- Wie erhält man den Logikplan (Funktionsplan)?
- Vergleiche die beiden Beispiele miteinander! Erstelle einen Arbeitsplan „Vom Technologieschema zur Steuerschaltung“, d. h., beschreibe ausführlich die einzelnen Arbeitsschritte in einer sinnvollen Reihenfolge!

## Erwartete Lösungen der Lernenden

- a) Mit der Erstellung der Betriebsmittelliste erhalte ich eine Übersicht über die Funktion der einzelnen Bauteile.
- b) Um die Funktion einer Schaltung zu erkennen und zu verstehen, bietet die Wahrheitstabelle eine große Hilfe. Die Darstellung ist übersichtlich, und mithilfe der Tabelle werden systematisch jeder möglichen Kombination der Eingangssignale (logisch 0 oder 1) jeweils die Ausgangssignale (logisch 0 oder 1) zugeordnet. Logische Verknüpfungen lassen sich völlig unabhängig von der technischen Realisierung auf fünf verschiedene Arten jeweils eindeutig beschreiben oder darstellen, und zwar:
- durch eine Beschreibung mit Worten,
  - durch eine Wertetabelle (Wahrheitstabelle, Funktionstabelle),
  - durch eine mathematische Gleichung (Funktionsgleichung),
  - durch eine symbolhafte Darstellung (Schaltzeichen),
  - durch den Signal-Zeit-Verlauf (Spannungs-Zeit-Diagramm, Impuls-Diagramm).
- c) Wahrheitstabelle:

E1	E2	E3	A1
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	<b>1</b>
1	0	0	0
1	0	1	<b>1</b>
1	1	0	<b>1</b>
1	1	1	<b>1</b>

Die Eingangsvariablen der Kombinationen aus der Wahrheitstabelle, für die  $A1=1$  ist (fett dargestellt), werden durch UND verknüpft:

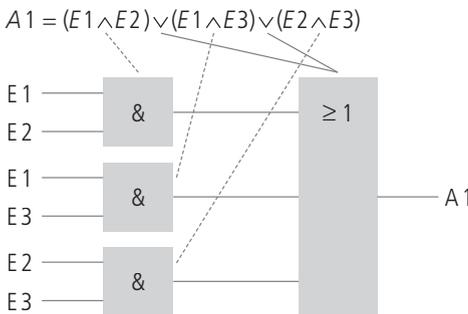
z. B.  $E1 = 0 \hat{=} \bar{E}1$  (lies: E 1 nicht),  $E2 = 1 \hat{=} E2$  (lies: E 2),  $E3 = 1 \hat{=} E3$  (lies: E 3),  $\rightarrow$   
 $A1 = \bar{E}1 \wedge E2 \wedge E3$ .

Alle UND-Glieder werden durch ODER miteinander verknüpft. Die sogenannte Entwicklung nach 1-Werten führt zur disjunktiven Normalform.

d) Karnaugh-Veitch-Diagramme (K-V-Diagramme, K-V-Tafeln) sind grafische Verfahren zur Vereinfachung von Schaltfunktionen. Die Anzahl der Felder in der K-V-Tafel ist abhängig von der Anzahl der Eingangsvariablen: Anzahl der Felder =  $2^{\text{Anzahl der Eingangsvariablen}}$ , d. h., bei drei Eingangsvariablen hat die K-V-Tafel 8 Felder. Angeordnet werden die Eingangsvariablen in der Form, dass jeweils von Spalte zu Spalte und von Zeile zu Zeile nur eine Variable geändert wird. In die Felder der K-V-Tafel werden die Werte aus der Wahrheitstabelle eingetragen. Bei der Minimierung besteht die Vorgehensweise darin, dass möglichst viele Felder, die eine 1 enthalten, zu 2er-, 4er-, 8er- oder 16er-Blöcken zusammengefasst werden. Dabei ist zu beachten, dass nur die 1-Felder zusammengefasst werden, die mit einer Seite aneinanderstoßen (nicht mit Ecken).



e) Die minimierte Funktionsgleichung wird in einen Logikplan umgewandelt, indem zunächst die UND-Glieder dargestellt werden. Diese sind dann noch durch ODER miteinander zu verknüpfen.



f) Die **prinzipielle Vorgehensweise zur Entwicklung einer digitaltechnischen Schaltung**, die zur Umsetzung einer Schalt- bzw. Steuerungsaufgabe herangezogen wird, sieht folgendermaßen aus:

1. Die Ein- und Ausgangsvariablen sind zu bestimmen, sodass eine **Betriebsmittelliste (Zuordnungsliste)** erstellt werden kann. Hierzu muss die Aufgabenstellung analysiert werden. Die Aufgabenstellung kann beispielsweise in folgender Form vorliegen:

- Beschreibung in Textform,
- Beschreibung mittels eines Blockschaltbildes,
- Beschreibung mittels eines Technologieschemas,
- Beschreibung mittels einer Installationsschaltung etc.

Es besteht auch die Möglichkeit, dass Kombinationen der oben genannten Beschreibungsformen vorliegen.

2. Es ist darzustellen, in welcher Weise die Ausgänge (Ausgangsvariablen) von den Eingängen (Eingangsvariablen) abhängen. Vorzugsweise erfolgt dies durch das Aufstellen einer **Wahrheitstabelle (Wertetabelle, Funktionstabelle)**. Prinzipiell sind die unter dem Punkt b) (siehe oben) angegebenen Darstellungs- bzw. Beschreibungsmöglichkeiten denkbar.

Es könnte nun sofort die Programmierung bzw. die hardwaremäßige Umsetzung erfolgen, wenn hier schon der minimierte Logikplan (Funktionsplan) vorliegt. Im Folgenden wird jedoch eine verfeinerte Vorgehensweise beschrieben.

3. Die **Funktionsgleichung** für die Ausgänge (Ausgangsvariablen) wird mithilfe der Wahrheitstabelle entwickelt. Hier bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten für die Entwicklung:

Disjunktive Normalform: Entwicklung nach 1-Werten,

Konjunktive Normalform: Entwicklung nach 0-Werten.

4. Für die **Minimierung der Funktionsgleichung** bestehen zwei Möglichkeiten: Die Verwendung von Karnaugh-Veitch-Diagrammen (K-V-Diagrammen) zur Minimierung, wobei die **K-V-Tafeln** nur für bis zu 5 Eingangsvariablen aufgestellt werden.

Durch Anwendung der Gesetzmäßigkeiten der Schaltalgebra (Boolesche Algebra) lassen sich Schaltfunktionen ebenfalls vereinfachen.

5. Die digitaltechnische Schaltung wird mittels **Logikplan (Funktionsplan)** dargestellt. Somit entsteht eine **Dokumentation** der digitaltechnischen Schaltung.

6. Die Schaltung wird **softwaremäßig (Programm)** oder **hardwaremäßig (Platine mit entsprechenden ICs)** realisiert.

7. Die digitaltechnische Schaltung wird getestet, sodass eine **Funktionsüberprüfung** stattfindet und gegebenenfalls noch Korrekturen vorgenommen werden können.

Die oben dargestellten Lerninhalte, die im Kontext der Lösungsbeispiele erarbeitet werden sollen, sind als Vorschlag aufzufassen. Verkürzungen, Erweiterungen sowie Modifizierungen können selbstverständlich vor dem Hintergrund der Lern- und Leistungsvoraussetzungen der Auszubildenden vorgenommen werden.

Abbildung 6: Lösungsweg der strukturakzentuierenden Beispiele „Steuerungstechnik mit digitalen Bausteinen“

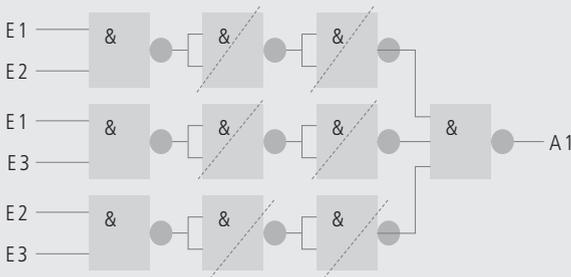
**Oberflächenmerkmale A, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung):** Feuerüberwachung  
**Struktur B, Merkmale, gegeben:** Technologieschema, Steuerschaltung mit Digitalbausteinen (UND, ODER, NICHT), **gesucht:** Steuerschaltung mit Digitalbausteinen (nur NAND-Glieder)

**Lösung:**

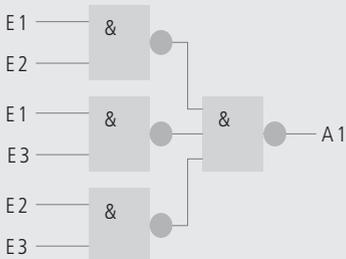
**Minimierter Logikplan (Funktionsplan, UND-, ODER-, [NICHT]-Glieder):**



**Logikplan (Funktionsplan, nur NAND-Glieder):**



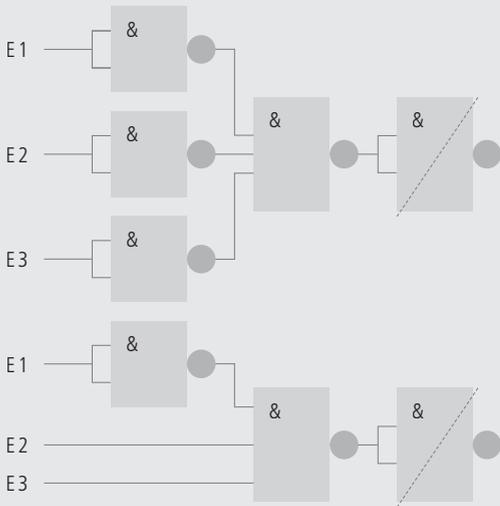
**Minimierter Logikplan (Funktionsplan, nur NAND-Glieder):**



**Oberflächenmerkmale B, Kontext (inhaltliche bzw. situative Einbettung): Paketsortieranlage**  
**Struktur B, Merkmale, gegeben: Technologieschema, Steuerschaltung mit Digitalbausteinen**  
**(UND, ODER, NICHT), gesucht: Steuerschaltung mit Digitalbausteinen (nur NAND-Glieder)**

**Lösung:**

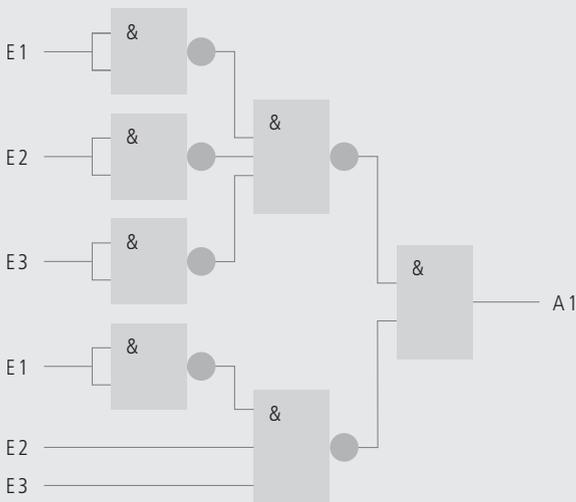
**Logikplan (Funktionsplan, nur NAND-Glieder):**



**Minimierter Logikplan (Funktionsplan, UND-, ODER-, NICHT-Glieder):**

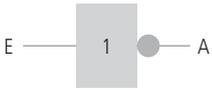
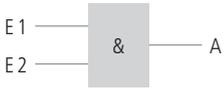
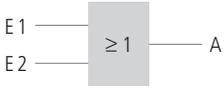


**Minimierter Logikplan (Funktionsplan):**



Die nachfolgenden Fragen bzw. Anweisungen sollen die Lernenden anhand der Bearbeitung der Lösungsbeispiele und unter Umständen mithilfe weiterer Informationsquellen schriftlich bearbeiten.

- a) Vergleiche bei den beiden Beispielen die Steuerschaltung mit UND-, ODER- und NICHT-Bausteinen mit der Steuerschaltung, die nur noch NAND-Glieder enthält! Überlege dir anhand der Analyse der Schaltpläne, wie die jeweiligen Grundverknüpfungen (UND, ODER, NICHT) durch eine entsprechende NAND-Verknüpfung ersetzt werden können!

Grundverknüpfung	ersetzt durch NAND-Verknüpfung
NICHT-Glied 	
UND-Glied 	
ODER-Glied 	

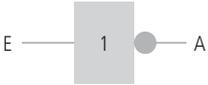
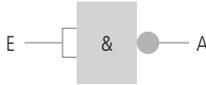
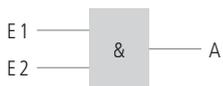
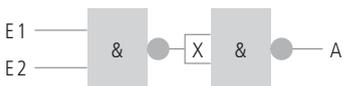
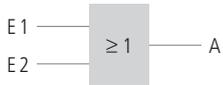
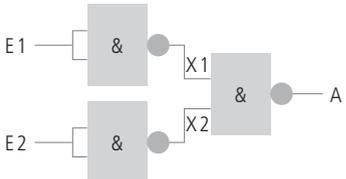


**Umwandlung**

- b) Überprüfe die von dir aufgestellten Umwandlungen mithilfe einer Wahrheitstabelle!
- c) Warum können einige Verknüpfungen bzw. Bausteine entfallen, ohne dass sich die Funktionsweise der Schaltung ändert?
- d) In den Beispielen ist das „zeichnerische Verfahren“ für das Typisieren (Umwandeln in „Ein-Typ-Schaltungen“) angewendet worden.  
Welche andere Möglichkeit der Umwandlung gibt es noch?
- e) Das sogenannte Typisieren von Schaltungen wird in der Praxis angewendet, obwohl hierbei zum Teil die Anzahl der Glieder zunimmt!  
Warum wird die Typisierung dennoch durchgeführt?

### Erwartete Lösungen der Lernenden

a)

Grundverknüpfung	ersetzt durch NAND-Verknüpfung
NICHT-Glied 	
UND-Glied 	
ODER-Glied 	

b)

Grundverknüpfung	ersetzt durch NAND-Verknüpfung																																																		
NICHT-Glied, Wahrheitstabelle <table border="1" data-bbox="123 999 229 1093"> <tr><th>E</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E	A	0	1	1	0	Wahrheitstabelle <table border="1" data-bbox="593 999 752 1093"> <tr><th>E</th><th>E</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E	E	A	0	0	1	1	1	0																																			
E	A																																																		
0	1																																																		
1	0																																																		
E	E	A																																																	
0	0	1																																																	
1	1	0																																																	
UND-Glied, Wahrheitstabelle <table border="1" data-bbox="123 1135 282 1298"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	Wahrheitstabelle <table border="1" data-bbox="593 1135 858 1298"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>X</th><th>X</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E2	X	X	A	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1										
E1	E2	A																																																	
0	0	0																																																	
0	1	0																																																	
1	0	0																																																	
1	1	1																																																	
E1	E2	X	X	A																																															
0	0	1	1	0																																															
0	1	1	1	0																																															
1	0	1	1	0																																															
1	1	0	0	1																																															
ODER-Glied, Wahrheitstabelle <table border="1" data-bbox="123 1374 282 1528"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	Wahrheitstabelle <table border="1" data-bbox="593 1366 964 1528"> <tr><th>E1</th><th>E1</th><th>E2</th><th>E2</th><th>X1</th><th>X2</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E1	E2	E2	X1	X2	A	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
E1	E2	A																																																	
0	0	0																																																	
0	1	1																																																	
1	0	1																																																	
1	1	1																																																	
E1	E1	E2	E2	X1	X2	A																																													
0	0	0	0	1	1	0																																													
0	0	1	1	1	0	1																																													
1	1	0	0	0	1	1																																													
1	1	1	1	0	0	1																																													

- c) Tritt bei der Umwandlung der Fall ein, dass zwei NICHT-Glieder (NICHT-Verknüpfungen) unmittelbar aufeinanderfolgen, so können sie entfallen, da eine doppelte Negation wieder das Eingangssignal ergibt.
- d) Eine andere Möglichkeit ergibt sich über die Funktionsgleichung, die mithilfe der De Morganschen Gesetze nach NAND umgewandelt werden kann.
- e) Obwohl durch die Typisierung zum Teil die Anzahl der Glieder zunimmt, ergeben sich dennoch häufig geringere Kosten bei der Herstellung, da die einzelnen ICs besser ausgelastet werden können.

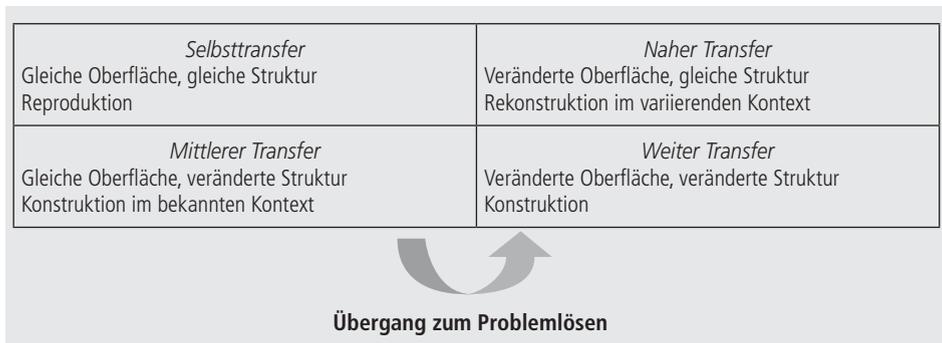
Es wurde schon darauf hingewiesen, dass das beispielbasierte Lernen alleine nicht ausreicht, sondern die Lernenden auch selbstständig Lösungen finden müssen. Daraus leitet sich folgende Fragestellung ab:

**Wie kann der Übergang vom Lernen mit Lösungsbeispielen zum Problemlösen gestaltet werden?**

### 8.4 Von Beispiellernsequenzen zum Problemlösen

Variiert man systematisch Oberflächenmerkmale und strukturelle Merkmale, ergeben sich vier Möglichkeiten zur Beispiel- bzw. Aufgabenvariation.

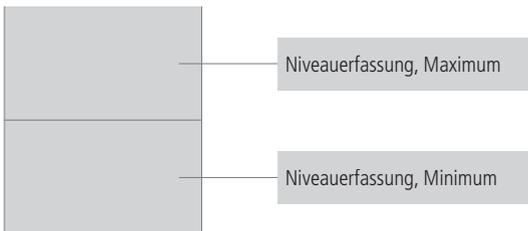
Abbildung 7: Vier Möglichkeiten zur Beispiel- bzw. Aufgabenvariation



Die Transferdistanzen, die sich durch Veränderung von Oberflächenmerkmalen und/oder strukturellen Merkmalen ergeben, sind aus einem von *Renkl* (1997b) eingesetzten Verfahren entnommen, das zur Erfassung des Lernerfolgs mithilfe verschiedener Typen von Transferaufgaben in einem Nachtest zu einem Lernprogramm „Lernen aus Lösungsbeispielen“ eingesetzt wurde. Die Unterscheidung von Selbsttransfer, nahem, mittlerem und weitem Transfer ist also im Kontext „Lernen aus Lösungsbeispielen“ zu verstehen. Diese Einteilung soll hier als Hilfestellung dienen, die Frage

nach der optimalen Unterschiedlichkeit von Beispielen zu diskutieren sowie einen Übergang zum Problemlösen aufzuzeigen.

Nachfolgend wird eine Lernprozessgestaltung vorgeschlagen, die mit multiplen oberflächenakzentuierenden Beispielen beginnt. Die Oberflächenmerkmale werden von Beispiel zu Beispiel variiert, und die Problemlösungsstruktur bleibt gleich. Die Behandlung mehrerer Beispiele mit gleicher Oberfläche und gleicher Struktur wird nicht in Betracht gezogen, da diese Form die „Strategie des Auswendiglernens“ befördert und im Sinne einer effektiven Ausnutzung der Lernzeit i. d. R. nicht zu vertreten ist. Das Ziel der ersten Lernphase besteht insbesondere darin, dass nach der multiplen oberflächenakzentuierenden Einführungssequenz die zugrunde liegende Problemlösungsstruktur dekontextualisiert wird. Geht man von der Annahme aus, dass die Lernenden durch die Auseinandersetzung mit den Lösungsbeispielen anwend- bzw. transferierbares Wissen erworben haben, so müssten sie auch in der Lage sein, selbst Kontexte zu konstruieren. Zum Abschluss könnte somit die Aufgabe an die Lernenden gestellt werden, selbstständig eine Problemstellung zu konstruieren. Bei Betrachtung der „Paketsortieranlage“ könnte z. B. eine Analogie „Flüssigkeitsstandüberwachung“ hergestellt werden.



Bezogen auf das Beispiel „Feuerüberwachung“ könnte z. B. eine Analogie „Druckkesselüberwachung“ hergestellt werden, d. h. eine Meldeschaltung, die mit Druckwächtern einen Hochdruckkessel überwacht.

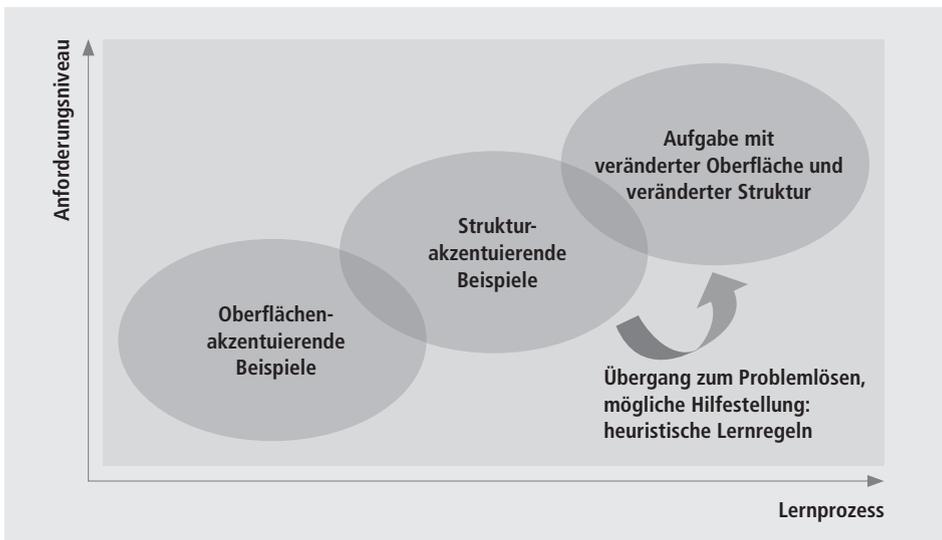
Als Nächstes folgt eine Lernphase mit multiplen strukturakzentuierenden Beispielen. Die Oberflächenmerkmale bleiben gleich, und die Problemlösungsstruktur wird von Beispiel zu Beispiel variiert. Beim Übergang von den multiplen oberflächenakzentuierenden Beispielen zu den multiplen strukturakzentuierenden Beispielen sollte ein systematisches Wiederholen integriert werden. Das heißt, dass neben den bekannten Oberflächenmerkmalen auch zurückliegende Lerninhalte (bei den vorgestellten Beispielen ist dies der Logikplan) aufgegriffen werden sollten, obwohl nun eine andere Problemlösungsstruktur verfolgt wird. Somit wird die Erarbeitung neuer Inhalte mit der Konsolidierung zurückliegender Inhalte verknüpft, sodass eine dauerhafte und breit gefächerte kognitive Vernetzung stattfindet.

Die bisher beschriebene Vorgehensweise berücksichtigt, dass Untersuchungen zum Lernen aus Lösungsbeispielen gezeigt haben, dass generell eine klare Abfolge von Beispielvariationen erfolgen sollte, damit die Lernenden nicht „verwirrt“ werden. Die Grundregel lautet daher: Variation jeweils nur eines Strukturereiches, d. h. entweder Oberflächenmerkmal **oder** Problemlösungsstruktur.

*Renkl/Atkinson/Maier* (2000) schlagen für den Übergang vom Beispielstudium zum Problemlösen das schrittweise Ausblenden von Lösungsschritten vor. Haben die Lösungsbeispiele in einer Beispielsequenz z. B. jeweils drei Lösungsschritte, gestaltet sich das Ausblenden folgendermaßen: Das erste Beispiel wird mit vollständig ausgearbeiteten Lösungsschritten vorgelegt. Beim zweiten Beispiel fehlt bereits ein Lösungsschritt, der von den Lernenden zu ergänzen ist. Beim dritten Beispiel fehlen zwei Schritte, und schließlich fehlen alle drei Schritte. Zum Schluss liegt dann kein ausgearbeitetes Lösungsbeispiel vor, sondern eine Problemlöseaufgabe. Dieses allmähliche Ausblenden von ausgearbeiteten Lösungsschritten, das einen Übergang zum Problemlösen ermöglichen soll, hat sich in Studien als lernförderlich erwiesen (vgl. Renkl/Schworm/vom Hofe, 2001, S. 18). Diese Vorgehensweise setzt allerdings voraus, dass sich die Lösungswege gut in einzelne Schritte untergliedern lassen, die mehr oder weniger algorithmisch abgearbeitet werden können.

An dieser Stelle wird daher ein anderer Übergang vom Beispielstudium zum Problemlösen vorgeschlagen.

Abbildung 8: Lernprozessgestaltung „Von Beispiellernsequenzen zum Problemlösen“



Der Übergang sieht in der nächsten Lernphase eine selbstständige Aufgabenbearbeitung vor, d. h., der Lösungsweg wird nicht mehr dargeboten. Darüber hinaus wird gegenüber den zuvor eingesetzten Lösungsbeispielen eine veränderte Oberfläche sowie eine veränderte Struktur berücksichtigt. Damit die Lernenden durch diese neuen Anforderungen nicht überfordert werden, wird die Aufgabenbearbeitung mithilfe von heuristischen Lernregeln unterstützt. Der Instruktionsansatz „Lernen aus Lösungsbeispielen“ geht somit über in den Konstruktionsansatz „Problemlösen mithilfe von Lernregeln“. Anstelle der vollständig ausgearbeiteten Lösungswege inklusive der einfordernden Selbsterklärungen werden nun Hinweise bzw. Findehilfen gegeben, die eine selbstständige Erarbeitung des Lösungswegs initiieren, begleiten sowie steuern. Bezogen auf die veränderte Oberfläche und die veränderte Struktur ist zu berücksichtigen, dass die nun zu bearbeitende Aufgabe immer auch Lerninhalte aus dem vorherigen Beispielstudium enthalten sollte. Die Aufgabe bzw. die damit verbundene Lösung ist somit nicht vollständig neu, wobei die Eigenverantwortung und die zu erbringenden Konstruktionsleistungen der Lernenden gegenüber den Lösungsbeispielen zunehmen.

Bezogen auf die vier Lösungsbeispiele „Steuerungstechnik mit digitalen Bausteinen“ könnte z. B. folgende Aufgabe an die Lernenden gestellt werden.

#### **Aufgabe<sup>4</sup>**

Eine herkömmliche Wechselschaltung (eine Leuchte als Verbraucher), die bisher in Form einer Installationsschaltung ausgeführt ist, soll im Zuge der Modernisierung als digitale Wechselschaltung realisiert werden.

- Entwerfen Sie eine digitale Wechselschaltung ausschließlich mit NOR-Verknüpfungen!
- Für die praktische Ausführung steht ein TTL-Baustein vom Typ 7402 zur Verfügung. Zeichnen Sie den entsprechenden Verdrahtungsplan!

Die Bearbeitung soll, wie bereits erwähnt, mit heuristischen Lernregeln unterstützt werden. Was genau Lernregeln sind, wie man als Lehrender zu Lernregeln kommt und was beim Einsatz zu berücksichtigen ist, wird im nächsten Kapitel behandelt.

---

4 Die Aufgabe wird im Kapitel 9.3 wieder aufgegriffen und ausführlich behandelt.

## Literatur

- Arzberger, P. u. a.: Schaltungs- und Funktionsanalyse für Elektroberufe, Grundbildung, 2. Auflage. Troisdorf 2002
- Brown, A. L./Campione, J. C.: Psychological theory and the study of learning disabilities. In: *American Psychologist* (1986), 41, S. 1059–1068
- Klieme, E./Schümer, G./Knoll, S.: Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: „Aufgabenkultur“ und Unterrichtsgestaltung. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): *TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht*. Bonn 2001, S. 43–57
- Mense, J. u. a.: *Summa 3*. Stuttgart 2004
- Mietzel, G.: *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens*, 7., korrigierte Auflage. Göttingen u. a. 2003
- Müller, W.: *Elektrotechnik Gesamtband Technische Mathematik, Energie-/Industrieelektronik*. Braunschweig 1999
- Pirolli, P./Recker, M. M.: Learning strategies and transfer in the domain of programming. In: *Cognition and Instruction* (1994), 12, S. 235–275
- Quilici, J. L./Mayer, R. E.: Role of examples in how students learn to categorize statistics word problems. In: *Journal of Educational Psychology*, 88 (1996), 1, S. 144–161
- Renkl, A.: *Lernen durch Lehren. Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. Wiesbaden 1997a
- Renkl, A.: Learning from worked-out examples: A study on individual differences. In: *Cognitive Science* (1997b), 21, S. 1–29
- Renkl, A./Atkinson, R. K./Maier, U. H.: From studying examples to solving problems: Fading worked-out solution steps helps learning. In: Gleitman, L./Joshi, A. K. (Hrsg.): *Proceeding of the 22nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ 2000, S. 393–398
- Renkl, A./Schworm, S./vom Hofe, R.: Lernen mit Lösungsbeispielen. In: *Mathematik lehren*, 12 (2001), 109, S. 14–18
- Schilling, K.: *Anwendungsbezogene Analysis*. Troisdorf 2004
- Schoenfeld, A. H.: Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. In: Grouws, D. A. (Hrsg.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York 1992, S. 334–370
- Schöwe, R. u. a.: *Analysis, Kaufmännisch-wirtschaftliche Richtung*. Berlin 1998
- Steiner, G.: Lernen und Wissenserwerb. In: Krapp, A./Weidemann, B. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie – Ein Lehrbuch*, 4. Auflage. Weinheim 2001, S. 137–205
- Sweller, J./Cooper, G. A.: The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. In: *Cognition and Instruction* (1985), 2, S. 59–89
- Zhu, X./Simon, H. A.: Learning mathematics from examples and by doing. In: *Cognition and Instruction* (1987), 4, S. 137–166



## 9 Lernregeln – Werkzeuge als Hilfen zur Selbsthilfe im Problemlöseprozess

Wem passiert es nicht, dass er ein neues Gerät sofort in Betrieb nimmt, ohne sich die Gebrauchsanweisung durchzulesen, oder einen Zusammenbau von gelieferten Möbelteilen etc. sofort beginnt, ohne die anliegende Bauanleitung im Detail zu studieren? Wir möchten gleich handeln und nicht erst lange planen und nachdenken müssen, genau dies führt aber leider immer wieder zu Versuch und Irrtum. Lernende sind bei der Bearbeitung von Problemen allzu oft auf Versuch und Irrtum angewiesen. Das heißt, dass die Lösung eher ein Zufallsprodukt und weniger ein Produkt des Problemlösens ist. Die Lernenden suchen oft sofort nach einer Lösung, obwohl sie das Problem noch gar nicht erkannt haben, d. h., die Ausgangssituation und das Handlungsziel sind gar nicht analysiert worden. Zielgerichtetes Problemlösen setzt allerdings voraus, dass der Problemlöser das Problem zunächst sprachlich oder in einer anschaulichen Form erfasst, um zu einem tieferen Verständnis zu gelangen. Weiterhin ist es erforderlich, die gegebenen Daten zu ordnen, die für den Lösungsweg entscheidenden Rahmenbedingungen festzuhalten sowie das angestrebte Handlungsziel so präzise wie möglich zu beschreiben. Infolgedessen wird der Lösungsweg bewusst und unter Abwägung von Alternativen ausgewählt. Das Handlungsziel stellt sich zudem nicht als Endprodukt, sondern als eine Folge von Handlungen dar. Der Problemlöser muss somit auch die Übersicht über den Verlauf der Problemlösung behalten, damit er möglichst früh ein Abweichen vom Lösungsweg erkennt und seine Vorgehensweise selbstständig korrigiert. Zum Abschluss ist es wichtig, dass die Lernenden den Lösungsweg selbstständig und gemeinsam mit dem Ausbildungspersonal reflektieren. Die Reflexion ist besonders wichtig, weil die Auszubildenden häufig keine individuellen und verschiedenen Problemlösungen suchen, sondern vertraute bzw. bekannte Vorgehensweisen zur Problemlösung anwenden, unabhängig davon, ob dies zur Zielerreichung angemessen ist oder nicht.

Für das Ziel, Problemlösekompetenzen zu fördern, stellt sich somit die Frage, wie die Lernenden an die Lösung komplexer Probleme herangeführt werden können, ohne sie zu überfordern und ohne die Lösung des Problems vorzugeben. Hier setzen die Überlegungen zum Einsatz von Lernregeln an, die herkömmliche Lehr- und Lernmethoden ergänzen. Es geht um eine Hilfestellung für den Problemlöseprozess, d. h., es geht immer um „Hilfe zur Selbsthilfe“ und nicht darum, den Auszubildenden Lösungen abzunehmen. Hinweise bzw. Findehilfen, die den Lernprozess initiieren und steuern, werden als Regeln bzw. Lernregeln bezeichnet. Die Lernregeln sollen dazu anregen, den Handlungsprozess zur Problemlösung gedanklich vorzubereiten, und den Lernenden in der Durchführung, im Verlauf und bei der Kontrolle begleiten.

Lernregeln erfüllen somit aus lernpsychologischer Sicht folgende Funktionen:

1. Lernprozesse initiieren (motivierende Funktion),
2. Lernprozesse organisieren, steuern, lenken, koordinieren (orientierende und strukturierende Funktion),
3. Lernergebnisse einordnen, reflektieren, bewerten (evaluierende Funktion).

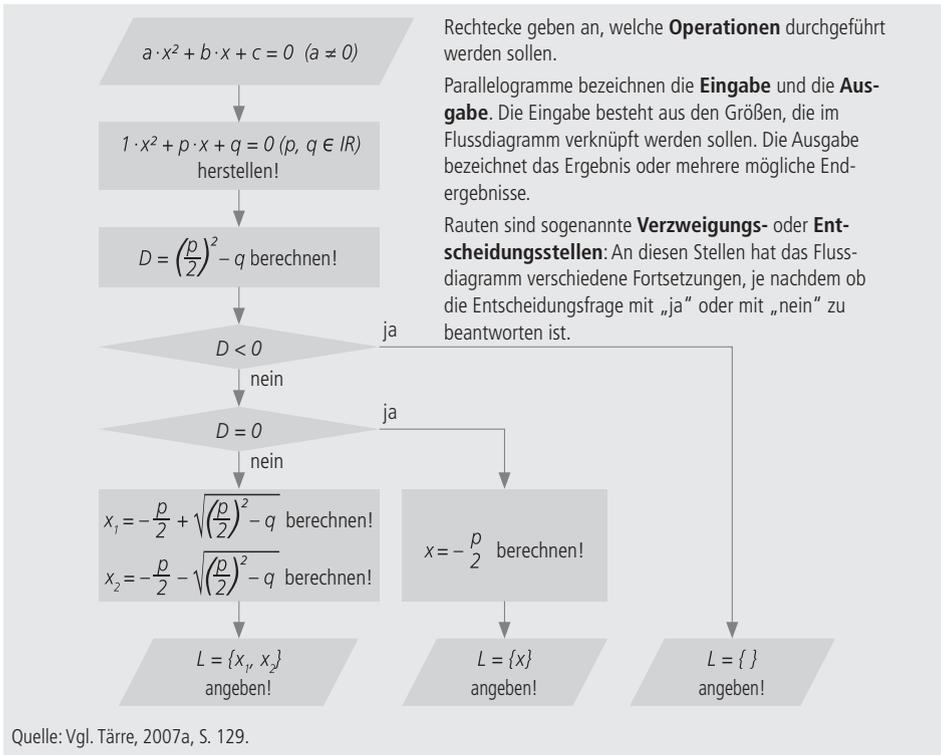
Durch den Einsatz von Lernregeln können Auszubildende in die Lage versetzt werden, Probleme zu bearbeiten, die über die bisher fest in ihrem Handlungsrepertoire verankerten Lösungswege hinausgehen. Es kann z. B. bei der Problemlösung sinnvoll sein, den Lösungsweg vom Gesuchten zum Gegebenen statt vom Gegebenen zum Gesuchten zu beschreiten. Die meisten Lernenden werden mit dieser Vorgehensweise nicht vertraut sein, und es ist eher unwahrscheinlich, dass sie ein derartiges Problemlöseverhalten – ohne Steuerung der Aufmerksamkeit durch die Lehrenden – erwägen.

## 9.1 Welche Arten von Lernregeln gibt es?

Lernregeln werden unterschieden in **algorithmische Regeln** und **heuristische Regeln**. Algorithmische Regeln bestehen aus strengen Anweisungen oder eindeutigen Aufforderungen, die eine bestimmte Handlung oder eine Abfolge von Handlungen vorgeben. Die schematische Abarbeitung der algorithmischen Regeln garantiert die Lösung des Problems. Das „Korsett“ der algorithmischen Regeln ist immer auf einen bestimmten Anwendungsbereich bzw. auf einen bestimmten Aufgabentyp zugeschnitten, und daher können algorithmische Regeln nicht auf andere Bereiche übertragen werden, d. h., sie sind bereichsspezifisch bzw. fachspezifisch. Algorithmische Regeln sind den Lernenden höchstwahrscheinlich aus dem Schulunterricht bekannt, insbesondere aus der Mathematik in Form von Lösungsverfahren bzw. -algorithmen.

Als Beispiel für algorithmische Regeln wird nachfolgend das Lösungsverfahren zum Lösen von quadratischen Gleichungen mit einer unbekanntem Größe dargestellt. Quadratische Gleichungen treten in Anwendungen relativ häufig auf, und daher lohnt es sich, Lernregeln zu verwenden, die die geistige Routine entwickeln helfen und die zu deren reibungslosen Vollzug hilfreich sind. Algorithmische Regeln können häufig auch in Form einer algorithmischen Schreibweise, etwa als Flussdiagramm, dargestellt werden.

Abbildung 1: **Algorithmische Lernregeln „Flussdiagramm für das Lösen von quadratischen Gleichungen“**



An dem Beispiel wird deutlich, dass die Lernenden nicht aufgefordert werden, sich zu informieren, etwas selbstständig zu planen, eigenständig eine Entscheidung zu treffen etc., sondern sie müssen lediglich Bedingungen prüfen und infolgedessen Instruktionen ausführen. Im Gegensatz zu den heuristischen Regeln, die den Lernenden während eines vollständigen Handlungsprozesses, also von der Informations- bis zur Kontrollphase, unterstützen können, begleiten algorithmische Regeln den Lernenden i. d. R. nur in der Durchführungsphase. Die große Mehrzahl der Probleme des Alltags und der Arbeitswelt lassen sich jedoch nicht mithilfe von algorithmischen Regeln lösen, sondern erfordern kreatives Problemlösen. Hier können heuristische Regeln als „Lernwerkzeug“ helfen, die mit der Problemlösung verbundenen Lernprozesse zu initiieren und zu steuern. Nachfolgend ist ein „Mathematik-Rätsel“ dargestellt, bei dem Hindernisse zu überwinden sind. Damit die Lernenden die Hindernisse und Schwierigkeiten überwinden können, erhalten sie eine Lernunterstützung in Form von heuristischen Lernregeln.

### Die sieben Tore

Ein Mann geht Äpfel pflücken. Um in die Stadt zu gelangen, in der er wohnt, muss er 7 Tore passieren. An jedem Tor steht ein Wächter und verlangt von ihm die Hälfte seiner Äpfel und einen Apfel mehr. Am Schluss bleibt dem Mann nur ein Apfel übrig. Wie viele Äpfel hatte er am Anfang (vgl. Bruder, 2003, S. 14)?

Versuchen Sie, das Rätsel zunächst ohne die nachfolgenden Lernregeln zu lösen. Schauen Sie sich die Lernregeln (immer nur eine Regel) an, wenn Sie bei der Lösung nicht weiterkommen.

#### Mögliche Lernregelformulierungen

- Fertige eine übersichtliche Skizze an, indem du die 7 Tore nebeneinander zeichnest! Lass zwischen den Toren genügend Platz, sodass du „vor dem Tor“ und „hinter dem Tor“ gut unterscheiden kannst! Beschrifte die Tore, indem du sie mit Nummern von 1. bis 7. kennzeichnest!

#### Stelle zunächst folgende Vorüberlegungen an!

Eine Person hat z. B. 10 Äpfel.

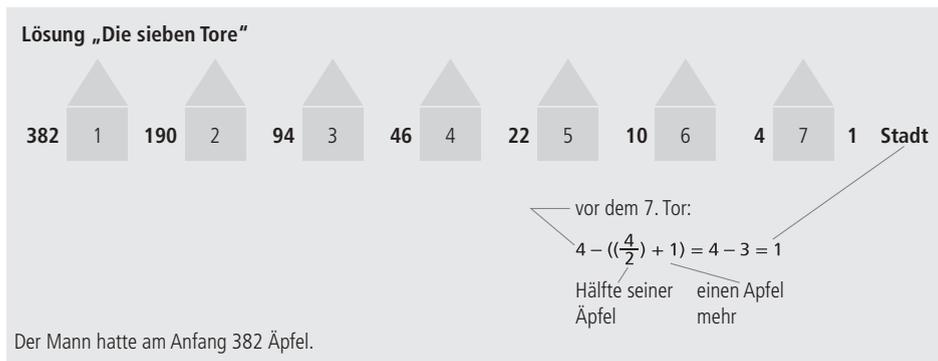
- Wie ermittelt man die Hälfte? Formuliere einen Zusammenhang in Form einer „Berechnung“!
- Was bedeutet die Aussage „einen Apfel mehr“? Formuliere einen Zusammenhang in Form einer „Berechnung“!

#### Wende dich nun wieder der eigentlichen Aufgabe zu!

- Arbeite von der Stadt ausgehend rückwärts! Benutze die erstellte Skizze, indem du die Anzahl der Äpfel jeweils vor bzw. hinter das entsprechende Tor schreibst!
- Wie viele Äpfel hat der Mann noch in der Stadt?
- Wie viele Äpfel hat der Mann noch „vor dem 7. Tor“ bzw. „nach dem 6. Tor“, wenn er in der Stadt noch einen Apfel hat?
- Wie viele Äpfel hat der Mann noch „vor dem 6. Tor“ bzw. „nach dem 5. Tor“?
- Gehe Schritt für Schritt so weiter, bis du gedanklich vor dem 1. Tor stehst!

Diese heuristischen Lernregeln haben Beispielcharakter und erheben nicht den Anspruch, auf jede denkbare Lerngruppe zugeschnitten zu sein. Bei der Verwendung von allen hier formulierten Regeln liegt eine kleinschrittige Problemlösung vor, die im Sinne von „Hilfe zur Selbsthilfe“ eher zu detailliert ist. Die Frage, welche und wie viele Lernregeln der Lehrende zur Verfügung stellt, kann nur unter Berücksichtigung der kognitiven Voraussetzungen der Lernenden beantwortet werden.

Die mit den oben dargestellten Lernregelformulierungen verbundenen Intentionen, d. h. die Problemlösungsstruktur, sieht folgendermaßen aus.



Diese Lösung verfolgt durch das Anfertigen der Skizze und die vorzunehmenden Beschriftungen sozusagen einen „anschaulichen“ Lösungsweg. Eine abstraktere Lösung in Form von Gleichungen ist auch möglich:

$$\text{Äpfel (vor dem Tor)} - \left[ \frac{\text{Äpfel (vor dem Tor)}}{2} \right] + 1 \text{ Apfel} = \text{Äpfel (nach dem Tor)}$$

$$\text{Äpfel (vor dem Tor)} = (\text{Äpfel (nach dem Tor)} + 1 \text{ Apfel}) \cdot 2$$

Diese Gleichungen führen dann auf eine sogenannte „Rekursionsformel“. Bei einer solchen Formel gelingt es nicht, den gesuchten „Anfangswert“ sofort zu berechnen, sondern man muss Schritt für Schritt „zurücklaufen“.

Der gewählte anschaulichere Lösungsweg reicht jedoch zunächst aus, da mit diesem Rätsel die zugrunde liegende Strategie „Rückwärtsarbeiten“ im Gegensatz zum „üblichen Vorwärtsarbeiten“ verdeutlicht werden soll. Diese Strategie wird allerdings nur in das Bewusstsein der Lernenden gelangen, wenn in einer Reflexionsphase folgende Frage diskutiert wird:

**Welche Lösungsstrategie hat bei der Lösung des Rätsels geholfen?**

Bruder u. a. konnten in einem Forschungsprojekt zum Problemlösenlernen zeigen, dass heuristische Strategien und Prinzipien über geeignete Fragestellungen erlernt werden können und dass dieses zu einer Leistungssteigerung und deutlich verringerten Leistungsverweigerung bei schwierigen Aufgaben führt (siehe dazu Bruder u. a., 2002).

Das „Mathematik-Rätsel“ verdeutlicht, dass heuristische Regeln (heurískein = finden) „Faustregeln“ sind, die Lösungsprinzipien und damit verbundenes Problemlöseverhalten intendieren und deshalb zu einer Lösung führen können, d. h., die Lösung des Problems wird nicht – wie bei den algorithmischen Regeln – garantiert.

Heuristische Regeln können so allgemein – „Lies den Text aufmerksam durch!“ – formuliert sein, dass sie quasi für jedes Fachgebiet bzw. jede Problemstellung verwendet werden können. Durch die Bearbeitung von komplexen Problemen unter der Zuhilfenahme von heuristischen Regeln erwerben die Lernenden idealerweise ein breites Repertoire an Strategien. Aebli (1981) hat in diesem Zusammenhang allgemeine heuristische Regeln formuliert, die die Lernenden zum autonomen Problemlösen anleiten sollen. Die Zielsetzung besteht darin, dass an die Stelle des Problemlösens unter Anleitung der Lehrkraft das autonome Problemlösen unter Anleitung der Regeln tritt. Dabei geht es nicht nur darum, die Instruktionen der Lehrkraft zu Selbstinstruktionen bzw. Selbsterklärungen zu überführen, sondern wie oben dargestellt geht es auch darum, dass die zugrunde liegenden Prinzipien und Strategien der Regeln bei den Lernenden idealerweise metakognitives Wissen erzeugen.<sup>1</sup>

### Heuristische Regeln nach Aebli

1. Definiere die Schwierigkeit, fasse sie sprachlich.
2. Beginne damit, die Schwierigkeit in einer dir verständlichen Sprache zu fassen.
3. Formuliere das Problem mithilfe der schärfsten begrifflichen Mittel. Vergewähre dir die Daten des Problems: Was ist gegeben? – Was wird gesucht?
4. Verschaffe dir den bestmöglichen Überblick über die Gegebenheiten des Problems: Was weißt du zu diesen Problemen?
5. Kennzeichne das Problem.
6. Suche die geeignete Repräsentation für das Problem.
7. Präzisiere deine Frage.
8. Arbeite nicht nur vom Gegebenen zum Gesuchten, sondern ebenso vom Gesuchten zum Gegebenen rückwärts.
9. Prüfe den Fortschritt deiner Lösung. Verschaffe dir einen Überblick über den Verlauf deiner Lösung.
10. Gehe auf Holzwegen nur so weit wie nötig zurück.
11. Benutze alle Daten.<sup>2</sup>
12. Wenn du die Aufgabe nicht lösen kannst, suche eine verwandte Aufgabe.
13. Wenn du ein Problem gelöst hast, blicke auf die Problemlösung zurück und versuche aus ihr zu lernen (vgl. Aebli, 1981, S. 75–82).

1 Für den kognitiven Lernerfolg ist die Metakognition von besonderer Bedeutung, d. h., die Lernenden müssen wissen, wie sie denken und lernen. Metakognitives Wissen ermöglicht demzufolge die Steuerung des Lernprozesses (Beispielsweise die Planung des Handlungsziels und der Mittel, die zur Zielerreichung notwendig sind.).  
 2 Die knappe Formulierung und isolierte Betrachtung dieser Regel ist unter Umständen irreführend, denn der Problemlöser muss eventuell zunächst die wichtigen Daten von den unwichtigen Daten trennen, d. h. zur Problemlösung nicht alle Daten benutzen. Im Kontext mit den anderen Regeln wird allerdings deutlich, dass der Problemlöser Informationen zielgerichtet und situationsadäquat verarbeitet.

Diese Form der Unterstützung ist häufig noch nicht ausreichend, da die Lernenden mit dem Transfer der Lösungsprinzipien von der Metaebene auf die fach- bzw. bereichsspezifische Ebene der Problemlösung überfordert sind. Zur Lösung von bereichsspezifischen bzw. fachspezifischen Problemen wird es daher in der Mehrzahl erforderlich sein, den Lernenden heuristische Regeln an die Hand zu geben, die sich auf einen bestimmten Anwendungsbereich beziehen und damit eine bereichsspezifische bzw. fachspezifische Orientierung widerspiegeln. Mit dieser Vorgehensweise wird die Herauslösung des Abstrakten und Allgemeinen aus einer spezifischen Handlung oder einer spezifischen Problemlösung ermöglicht, sodass der Transfer auf eine andere Problemsituation besser gelingen kann.

In einigen Modellversuchen und Trainingsstudien hat sich gezeigt, dass heuristische Regeln im Problemlöseprozess ein wertvolles Handwerkszeug für die pädagogische Führung der Lernprozesse sind (vgl. Hacker/Skell, 1993, S. 239). Im Rahmen des Modellversuchs „Steuerungstechnik – spangebender Bereich“ stellten sich folgende Effekte ein:

- „Durch das Training mit heuristischen Regeln wird eine Ausweitung und Verbesserung des Vorbereitens und Planens der Arbeit erreicht. ...“
- Durch das Training wird weiterhin auch ein zielgerichteteres und strukturiertes praktisches Arbeitshandeln erlernt. ...“
- Auch die Effektivität des Arbeitshandelns wird deutlich gesteigert. Es werden weniger Fehler gemacht, da durch das zielgerichtetere und besser geplante Arbeitshandeln weniger probierende oder falsche Handlungen vollzogen werden. ...“

Zusammenfassend kann das durchgeführte kognitive Training mit heuristischen Regeln als ein wirksames pädagogisches Konzept bezeichnet werden, das zur Ausbildung und Förderung übergeordneter geistiger Leistungsvoraussetzungen bei der Bewältigung komplexer steuerungstechnischer Aufgabenstellungen geeignet ist“ (Bracht u. a., 1992, S. 79).

In einer Studie von *Schaper/Sonntag*, in der ein Training von Diagnosestrategien anhand heuristischer Regeln im Ausbildungsbereich<sup>3</sup> angewandt und erprobt wurde, zeigte sich, dass ein erfolgreicher Transfer der strategischen Fähigkeiten nur bei der Trainingsgruppe mit heuristischen Regeln ermittelt werden konnte (vgl. *Schaper/Sonntag*, 1997, S. 206).

---

3 Die Untersuchung wurde im Bildungswesen eines deutschen Automobilunternehmens mit auszubildenden Industriemechanikern durchgeführt. Die Absolventen dieses Bildungsgangs arbeiten nach der Ausbildung als Anlagen- und Instandhaltungsfachkräfte.

Höpfner/Skell (1983) sowie Sonntag/Schaper (1988) haben heuristische Regeln darüber hinaus erfolgreich zur Verbesserung des strategischen Verhaltens bei der Fehlersuche an elektrischen Geräten und pneumatischen Schaltungen eingesetzt.

Neben dem Bestimmtheitsgrad und dem Allgemeingrad der Lernregeln wird innerhalb der heuristischen bzw. algorithmischen Regeln nach dem Umfang der Regel formulierung differenziert. Die Formulierung der heuristischen bzw. algorithmischen Regeln kann knapp und komprimiert, aber auch ausführlich und abgestuft sein.

Zusammenfassend sind die Merkmale von Heuristiken und Algorithmen in der Tabelle noch einmal direkt gegenübergestellt.

Abbildung 2: Merkmale von Heuristiken und Algorithmen

Heuristiken	Algorithmen
Heuristiken sind Findehilfen bzw. Faustregeln, die Lösungsprinzipien und damit verbundenes Problem-löseverhalten intendieren und deshalb zu einer Lösung führen können, d. h., die Lösung des Problems wird <b>nicht</b> – wie bei den Algorithmen – garantiert.	Algorithmen sind Verfahren, die aus einer Sequenz von eindeutig vorgegebenen Hand-lungsanweisungen bestehen. Die korrekte Aus-führung der Handlungsanweisungen garantiert die Lösung des Problems.
Heuristiken können allgemein (z. B. Herunterbrechen komplexer Problemstellungen in einfachere Teilprobleme) oder bereichsspezifisch (z. B. Entwerfen eines Schaltplans im Bereich der Elektrotechnik) angewendet werden.	Algorithmen sind auf einen bestimmten Anwen-dungsbereich (z. B. Gaußsches Eliminationsver-fahren bzw. Gaußscher Algorithmus zur Lösung von linearen Gleichungssystemen im Bereich der Mathematik) bezogen, d. h. bereichsspezifisch.
Heuristiken fördern Strategien (Strategien der Informa-tionsverarbeitung, metakognitive Strategien wie z. B. die Planung des Handlungsziels, die Mittel zur Zielerreichung etc.) und erzielen beim Lernenden idealer-weise ein breites Repertoire an Strategien, sodass die Fähigkeit des selbstregulierten Lernens gefördert wird.	Algorithmen konsolidieren und automatisieren Denk- und Handlungsabläufe.
Heuristiken fördern die Kreativität, Probleme zu iden-tifizieren und bei der Suche nach der Problemlösung verschiedene sowie individuelle Richtungen zu suchen.	Algorithmen vermindern die Suche nach eigenen und kreativen Lösungswegen.
Heuristiken können in allen Phasen nach dem Modell der „vollständigen Handlung“ <sup>4</sup> Findehilfen für die Problemlösung anbieten.	Algorithmen werden i. d. R. in der Durchfüh-rungsphase der Problemlösung (Stufe des Han-delns nach Plan) angewendet.

4 Das Modell der vollständigen Handlung umfasst die sechs Phasen: Information, Planung, Entscheidung, Durchführung, Kontrolle und Auswertung.

## 9.2 Konstruktion von Lernregeln

Sollen allgemeine Lernregeln zum Einsatz kommen, können die Lehrkräfte bzw. Ausbilder auf bereits ausgearbeitete Regeln zurückgreifen (siehe z. B. *Aebli*). Ihre Aufgabe bleibt aber, vor dem Einsatz ausgewählter Lernregeln das zugrunde liegende Problem zu analysieren, die Komplexität des Lernprozesses sowie die kognitiven Voraussetzungen der Lernenden zu berücksichtigen. Erst durch diese Vorgehensweise wird ein gezielter Einsatz der Lernregeln ermöglicht und eine wichtige Funktion in der Antriebs- und in der Ausführungsregulation des Handelns erreicht. Regeln haben eine informierende, eine aktivierende, aber auch eine auffordernde Funktion, indem sie eindeutig besagen, dass bestimmte Handlungen vollzogen werden sollen.

Sie vermitteln eine Orientierungsgrundlage für das zukünftige Handeln. Regeln können als:

- Hinweise vor der Lösung einer Aufgabe,
- begleitender Kommentar während der Aufgabenlösung,
- begleitender Kommentar während der Kontrolle und der Auswertung der Aufgabe eingesetzt werden (vgl. Hacker/Skell, 1993, S. 232).

Die pädagogische Kunst bei der Formulierung von Lernregeln besteht darin, durch die Regeln Impulse für den Lösungsprozess zu geben, den Gedankengang des Lerners aber damit nicht zu determinieren. Die Lernenden bekommen einen Hinweis, müssen sich aber noch selbstständig die Lösung erarbeiten. Eine Regel sollte daher klar formuliert, für die Lösung der Aufgabe bedeutsam und für den Lernenden zudem motivierend sein. Ferner berücksichtigen die Regeln das Vorwissen und die vorhandenen Regulationsgrundlagen der Lernenden.

*Krogoll* empfiehlt die nachfolgenden drei Schritte für die Konstruktion von Lernregeln:

### Schritt 1: Problem analysieren

Zunächst muss das Problem genauer untersucht werden. Hierbei geht es nicht um die Erstellung einer Musterlösung im herkömmlichen Sinn, sondern um die Identifikation von Problemen/Schwierigkeiten, die die Lernenden ohne Hilfestellung nicht überwinden können. Die erfahrene Ausbilderin/Der erfahrene Ausbilder weiß,

- an welcher Stelle die Auszubildenden immer wieder Fehler machen,
- bei welchem Problem die Leistungsunterschiede zwischen den Lernenden regelmäßig am größten sind oder
- bei welchem Inhalt der Ausbilder selber immer wieder den größten Erklärungsaufwand betreiben muss (vgl. Krogoll, 1991, Anhang S. 23 f.).

Die Identifikation dieser „Knackpunkte“ ist neben der eigentlichen Problemlösung das Ziel der Problemanalyse. „Danach ist eine Entscheidung über die Form der neuen Methode (Schritt 2) möglich.

### **Problemanalyse**

1. Notieren Sie alle eventuell zum Problem gehörenden Teiloperationen ohne Rücksicht auf ihre Reihenfolge, Größe oder Wichtigkeit in Stichworten.
2. Diese unsystematische Auflistung sortieren Sie dann hinsichtlich ihrer tatsächlichen und typischen Abfolge.
3. Nun achten Sie darauf, daß die Operationen in Größe und Wichtigkeit etwa vergleichbar sind. Lassen sich vielleicht einzelne Operationen zu einem Vorgang zusammenfassen?
4. Schließlich können Sie die gefundene Abfolge einschätzen.
  - a) Handelt es sich eher um eine strenge, von der Sache vorgegebene Abfolge, die als solche unbedingt erhalten bleiben muß?
  - b) Oder geht es vielleicht mehr um die Nutzung einer Strategie, einer besonderen Aufmerksamkeit oder ähnlichem?

Im ersten Fall ginge es um die Ausarbeitung von algorithmischen, im zweiten Fall von heuristischen Regeln.

## **Schritt 2: Lernregeln formulieren**

Die Form der Regeln hängt auch von deren Zielstellung ab. Es gibt dennoch einige unterscheidbare Formen der Regelformulierung, die allgemein gelten können:

### **Formulierung der Lernregeln**

1. Sie können die Regeln rein sprachlich oder nur bildlich-symbolisch gestalten. Der Idealfall könnte eine Kombination sein. ...
2. Die Texte können in Ich- oder Befehls-Formulierung gestaltet sein. Es sind auch Kombinationen beider denkbar. ...
3. Erstellen Sie die Texte in mindestens einer Verkürzungsform. ...
4. Schließlich entscheiden Sie über die äußere Form der Regeln. Sie können auf Karton (z. B. DIN A6 und verschiedene Farben) gedruckt sein oder auf einem größeren Blatt Papier.“ (Krogoll, 1991, Anhang S. 23 ff.).

Lernende, die erst wenig mit Lernregeln vertraut sind, benötigen zunächst eine ausführliche Form der Regelformulierung. Damit soll sichergestellt werden, dass es im Langzeitgedächtnis zu einer für alle Auszubildenden eindeutigen und klaren

Verankerung des Inhalts der Regel kommt. Auch als Memorierstrategie ist es daher sinnvoll, eine ausführlichere Form der Lernregel zu formulieren und daraus folgend eine bzw. mehrere abgestufte Verkürzungsformen zu entwickeln. Mit zunehmender Übung reichen auch für lernschwächere Schüler die Kurzformformulierungen aus. Es muss jedoch besonders bei der Kurzform darauf geachtet werden, dass die Aussage der Lernregel klar und eindeutig bleibt und nicht zur Irritation der Lernenden führt. Die ausführliche Form der Lernregel:

**„Überlege, wie du mit der Lösung dieser Aufgabe beginnst und wie die nächsten Lösungsschritte aussehen!“**

kann z. B. in folgender Kurzform dargestellt werden:

**„Lösungsschritte und in welcher Reihenfolge?“**

Das nachfolgende Beispiel zeigt, wie Lernende beim Entwerfen eines Schaltplans mithilfe von heuristischen Regeln, in Lang- und in Kurzform, angeleitet werden können. Für zahlreiche Ausbildungsberufe im Berufsfeld „Elektrotechnik“ handelt es sich hierbei um eine berufstypische Arbeitsaufgabe. Die formulierten Regeln sind selbstverständlich mit einer konkreten Arbeitsaufgabe, die den Entwurf eines Schaltplans verlangt, zu verbinden. Bei der traditionellen Instruktion würde der Ausbilder/Berufsschullehrer das Muster eines Schaltplanes vorstellen, und der Transfer auf eine konkrete Arbeitsaufgabe bliebe höchstwahrscheinlich den Auszubildenden selbst überlassen.

Abbildung 3: **Ausschnitt aus den heuristischen Regeln zur Aufgabenbewältigung beim Entwerfen eines Schaltplans in Langform**

**„Entwerfen des Schaltplans**

- Mache Dir gedanklich ein **Bild** von der Schaltung!
- Entwerfe eine **Grobskizze** von der Schaltung!
- Zeichne erst danach die **Details!**
- ➔ Gehe **Schritt für Schritt** bei der Lösung vor!
- Überprüfe Deinen Entwurf durch eine **systematische Signalverfolgung!**

**Geschafft! Systematisches Planen bewährt sich!**

Bei Schwierigkeiten

- **Bleib ruhig**, wenn es nicht gleich klappt: Konzentriere Dich auf die **einfachen Teile** der Aufgabe und versuche zuerst diese für Dich zu klären!
- Baue diese zur **Veranschaulichung auf!**
- Was fehlt jetzt noch?
- Gehe **Schritt für Schritt** weiter bei der Lösung vor!
- Benutze die vorhandenen **Hilfsmittel!**
- **Vermeide planloses** Rumprobieren!
- dann“ ←

Quelle: Sonntag u. a., 1992, S. 80.

Die eingesetzten Lernregeln als Hinweise bei einer berufsrelevanten Arbeitsaufgabe lassen dagegen genügend Freiraum für eigenständige gedankliche Arbeit der Lernenden, d. h., dass die Auszubildenden hier Konstruktionsanleitungen erhalten, ohne dass ihnen jedoch die Konstruktion und damit die Problemlösung abgenommen wird.

Die erste Verkürzungsform der Langform ist nicht mehr rein sprachlich, sondern bildlich-symbolisch mithilfe eines Flussdiagramms gestaltet, da diese Darstellungsform besonders für die Visualisierung technischer Prozesse bzw. systematischer Handlungsabläufe geeignet ist.

Abbildung 4: Heuristische Regeln zur Aufgabenbewältigung beim Entwerfen eines Schaltplans in der ersten Verkürzungsform

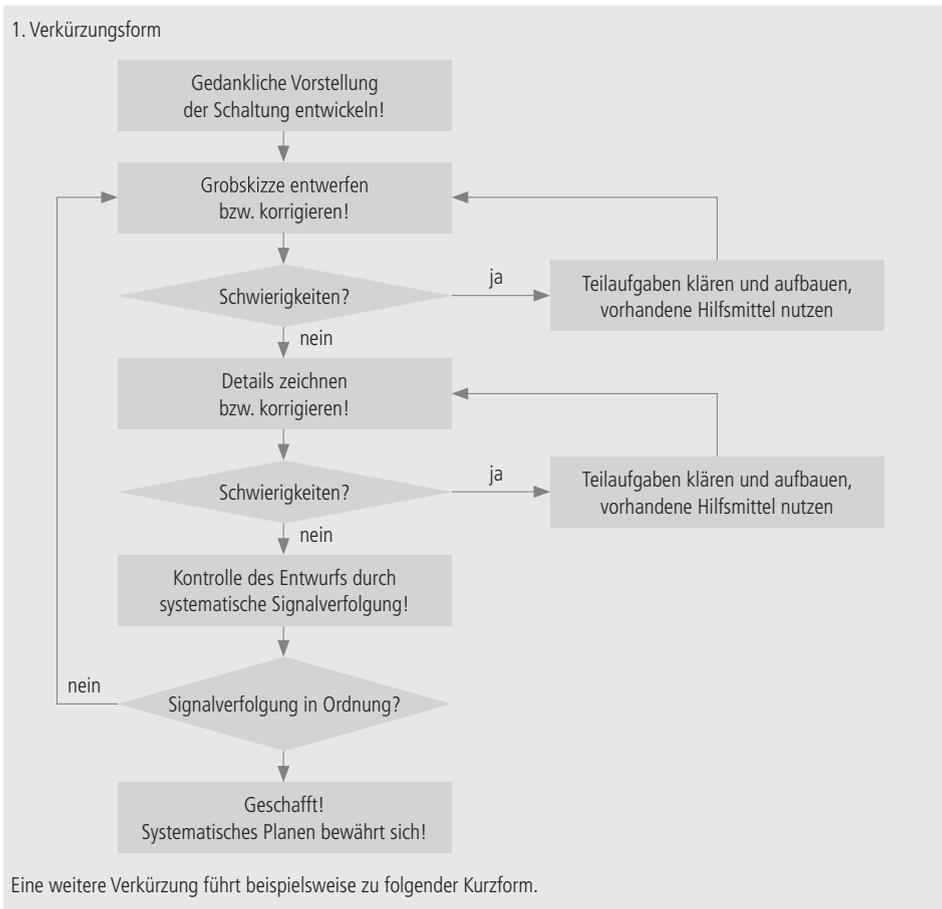
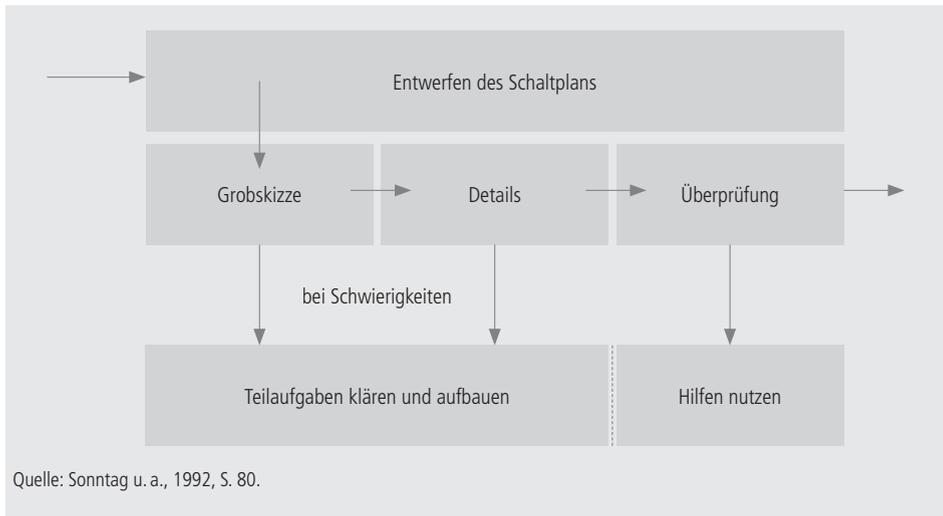


Abbildung 5: **Heuristische Regeln zur Aufgabenbewältigung beim Entwerfen eines Schaltplans in Kurzform**



### „Schritt 3: Lernregeln überprüfen“

Die entwickelten Lernregeln müssen Sie in jedem Fall noch einmal überprüfen. Lassen Sie einmal einen Experten damit arbeiten. Geben Sie dabei etwa folgende Kriterien vor:

#### Kontrollfragen

1. Sind die einzelnen Regelformulierungen verständlich und eindeutig?
2. Sind die einzelnen Regeln sachlich richtig und vollständig?
3. Sind die Regeln als Ganzes ‚griffig‘? Sind die einzelnen Regeln zu genau oder enthalten sie umgekehrt zu vieles auf einmal?“ (Krogoll, 1991, S. 26).

Schließlich sollten die Regeln noch einmal gemeinsam mit den Lernenden überprüft werden. Dies ist direkter Bestandteil der gemeinsamen Erarbeitung der Regeln (vgl. Krogoll, 1991, Anhang S. 26).

## 9.3 Was sollte beim Einsatz von Lernregeln beachtet werden?

Lernregeln stellen eine besondere Unterstützung für die Lernenden dar. Der Einsatz ist dort sinnvoll, wo die Problemhaltigkeit der Arbeitsaufgaben eine selbstständige

Bearbeitung durch die Auszubildenden erschwert und berufstypische Arbeitsanforderungen anderenfalls nicht erfüllt sowie erlernt werden können. In diesem Zusammenhang ist nochmals hervorzuheben, dass Lernregeln herkömmliche Lehr- und Lernmethoden nicht ersetzen, sondern eine Ergänzung darstellen, die in den Kontext des Lernprozesses und damit in die Problemlösung eingebunden werden muss. Eine isolierte Betrachtung, beispielsweise der heuristischen Regeln von *Aebli*, ist nicht sinnvoll und wird die Lernenden i. d. R. nicht dazu auffordern, bekannte Strategien zu hinterfragen und neue Erfolg versprechende Strategien anzuwenden und gegebenenfalls zu übernehmen. Die Lernenden verfügen über eigene ihnen vertraute Verfahren. Je größer der Erfolg ihrer bisherigen Arbeitsweise war, desto schwieriger wird es für das Ausbildungspersonal, andere bzw. neue Problemlösungsstrategien als Lernziele in den Mittelpunkt zu stellen. Erst bei auftretenden Schwierigkeiten kann die Lehrkraft die vertrauten Verfahren aufgreifen und andere Lern- sowie Problemlösestrategien gegenüberstellen. Dabei haben die Lernenden die Chance, den Grund für auftretende Schwierigkeiten bzw. Fehler in ihrem gewohnten Lern- und Problemlöseverhalten zu erkennen.

Die ideale Zielvorstellung besteht darin, dass die Prinzipien, die in den Lernregeln transportiert werden, von den Lernenden so verinnerlicht werden, dass sie langfristig gesehen deshalb selbstreguliert lernen. An der Formulierung von Lernregeln zur Bearbeitung eines Problems sollten daher auch Auszubildende beteiligt werden, wenn sie den Sinn und die Konstruktionsprinzipien verstanden haben.

Ein zusätzliches Akzeptanzproblem der Lernregeln besteht weiterhin darin, dass die Lernenden eher an das schnelle Auffinden von Lösungen denken und nicht das Ziel verfolgen, die Probleme genügend und damit die entsprechenden Lösungen tief zu verstehen. Diese Verhaltensweise ist auch begründet durch traditionelle Prüfungen, die Fachwissen isoliert abfragen und keine ganzheitliche Bewältigung von berufsrelevanten Arbeitsaufgaben abverlangen. Zurückliegende Neuordnungsverfahren haben jedoch gezeigt, dass sich hier etwas grundlegend geändert hat und nicht mehr nur Fachwissen, sondern kompetentes Facharbeiterhandeln im Mittelpunkt von Berufsabschlussprüfungen steht.

Zusammenfassend dargestellt sollten folgende Aspekte beim Einsatz der Lernregeln beachtet werden.

### **Kriterien des Lernregeleinsatzes**

- Die Lernenden sollen die Lernregeln als besondere Form der Unterstützung für ihr Lernen wahrnehmen.
- Lernregeln sollen herkömmliche Methoden nur ergänzen.

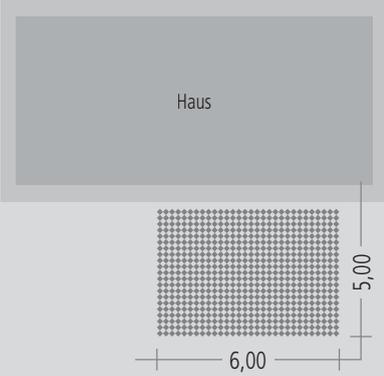
- Die Lernregeln sollen in eine konkrete Problemlösung eingebunden und nicht isoliert betrachtet werden.
- Sie sind dort angemessen, wo andernfalls das gesetzte Ziel gefährdet wäre.
- Die Lernregeln sollen eine „Hilfe zur Selbsthilfe“ darstellen und die Problemlösung keinesfalls ersetzen.
- Die Lernregeln sollen nicht nur den fachlichen Anforderungen der Probleme entsprechen, sondern auch die Lern- und Leistungsvoraussetzungen der jeweiligen Adressaten angemessen berücksichtigen.
- Lernende müssen den Erfolg einer Anwendung von Lernregeln und den damit unter Umständen verbundenen Strategien erleben, um die Lernwirksamkeit zu begreifen.

## Beispiele

Nachfolgend werden einige Beispiele aus unterschiedlichen Berufsfeldern vorgestellt. Die Anzahl der formulierten Lernregeln ist bei den Beispielen so gewählt, dass bei der Verwendung von allen Regeln eine sehr kleinschrittige Problemlösung vorliegt, die im Sinne von „Hilfe zur Selbsthilfe“ eher zu detailliert ist. Die formulierten Lernregeln haben lediglich Beispielcharakter und erheben nicht den Anspruch, auf jede denkbare Lerngruppe zugeschnitten zu sein. Die Frage, welche und wie viele der dargestellten Lernregeln der Lehrende zur Verfügung stellt, kann nur unter Berücksichtigung der Lern- und Leistungsvoraussetzungen der Lernenden beantwortet werden.

### **Ausbildungsbeispiel aus dem Berufsfeld „Bautechnik“ – Herstellen einer Terrasse**

Der Arbeitsauftrag „Herstellen einer Terrasse“ soll unter Einbeziehung von Lernregeln bearbeitet werden. Konzipiert wurde das Ausbildungsbeispiel für Auszubildende des Fliesenlegerhandwerks im dritten Ausbildungsjahr, d. h., die selbstständige Arbeitsweise im Hinblick auf die bevorstehende Facharbeitertätigkeit als Berufseinsteiger steht im Mittelpunkt. Die Darstellung des Ausbildungsbeispiels zeigt aus Gründen des Umfangs nur einen Ausschnitt, d. h., insbesondere wird durch die Lernregeln die Planungsphase und damit das geistige Probehandeln initiiert und gesteuert. Ferner berücksichtigt der Arbeitsauftrag weder eine Kostenplanung, Zeitplanung noch eine detailliertere Materialplanung. Derartige Aspekte müssten für eine ganzheitliche Arbeitsbewältigung berücksichtigt werden. Der Ausschnitt zeigt jedoch auf, wie Lernregeln bezogen auf ein fachspezifisches Problem formuliert und eingesetzt werden können. Die Bearbeitung des Arbeitsauftrags soll wechselweise einzeln und im Team erfolgen.

Technologie	Herstellen einer Terrasse	Fachstufe 2
		<p><b>Arbeitsauftrag:</b></p> <p>Ein guter Bekannter von dir bittet dich, seine Terrasse zu verfliesen. Eine waagerechte Stahlbetonplatte von 5 m x 6 m ist von den Mauern schon fertiggestellt worden. Plane die Terrasse und erkläre deinem Bekannten den Terrassenaufbau mithilfe einer Skizze sowie die Funktion der von dir gewählten Baustoffe!</p> <p>Unterstütze ihn bei der Auswahl der Fliesen und des Verlegungsmusters!</p>

Am Anfang der Konstruktion der Lernregeln steht die sorgfältige Problemanalyse. Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass es bei der Problemanalyse nicht ausschließlich darum geht, den Lösungsweg bzw. die Lösungsmöglichkeiten zu identifizieren und damit die Lösung selbst als pädagogische Handlungsanleitung präsent zu haben. Für die Konstruktion der Lernregeln geht es insbesondere darum, sich in die Auszubildenden hineinzuversetzen und die Probleme, die die Lernenden bei der Bearbeitung haben könnten, gedanklich durchzuspielen.

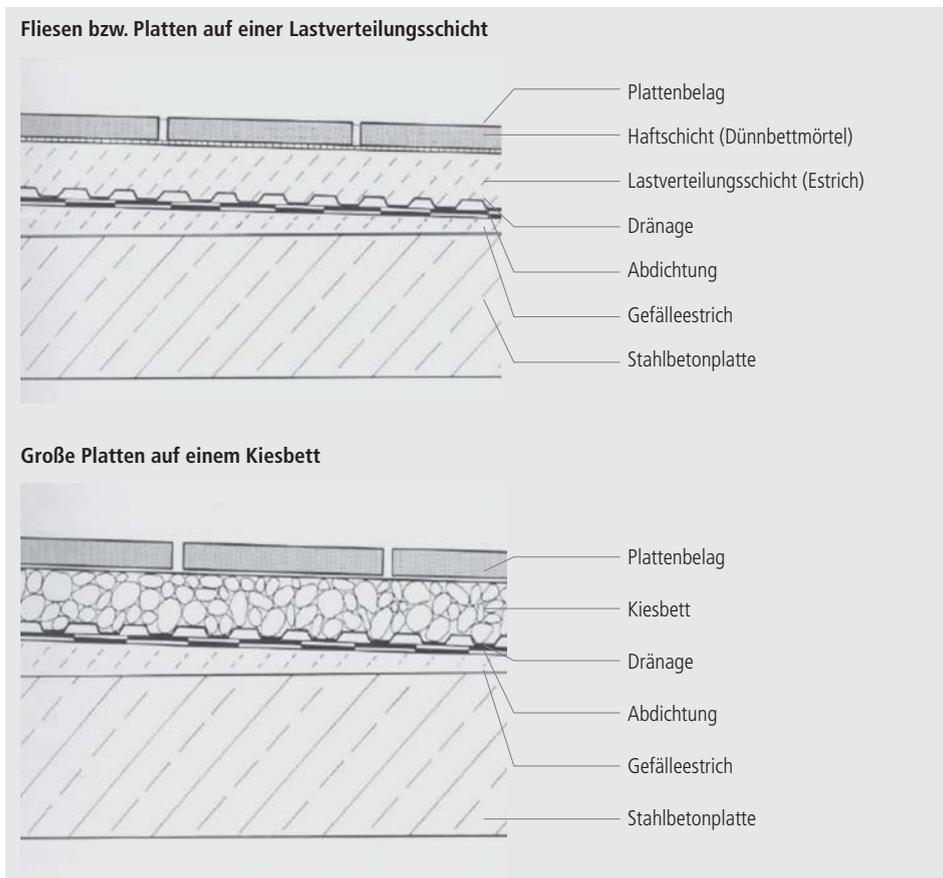
Die Problemanalyse hinsichtlich der Anforderungen und der Belastungen von Terrassen ergibt aus der Sicht des Lehrpersonals folgendes Bild:

- Beläge müssen frostbeständig, abriebfest, rutschhemmend und säurebeständig sein, z. B.: Steinzeugplatten, Feinsteinzeugplatten, Spaltplatten und Klinkerplatten, Terrazzoplatten, Granit, Basalt, Porphyr etc.,
- Gefälle von mindestens 1 bis 2 %,
- Gefällestrich anordnen,
- fachgerechte Abdichtung,
- Trennschicht und Dränageschicht anordnen,
- Mörtel mit Trass- oder Hochofenzement, Mischungsverhältnis: 1 : 4 bis 1 : 5,
- Anordnung von Dehnungsfugen (Abstand von 3 bis 5 m),
- Beanspruchungen von Bodenbelägen im Außenbereich,
- starke Temperaturunterschiede (–20 bis +80 °C) führen zu:
  - Spannungen zwischen einzelnen Schichten,
  - starke Dehnungen in der Terrasse,
- Frost, zersprengt durch feuchte Bauteile,

- Wasser,
- Schmutz, Staub, chemische Beanspruchung,
- Gefahr von Ausblühungen.

Mögliche Lösungen sind nachfolgend dargestellt:

Abbildung 6: **Mögliche Lösungen „Terrassenaufbau“**



Die Problemanalyse ergibt eine Vielzahl von Anforderungen und Belastungen und demzufolge verschiedene Lösungsmöglichkeiten, die gegeneinander abzuwägen sind. Die Lernenden müssen zur Problembewältigung das Wissen hinsichtlich der Anforderungen und Belastungen von Terrassen erlangen, dieses Wissen strukturieren und in übergeordnete Kriterien einordnen. Die übergeordneten Kriterien stellen

sozusagen eine „Schablone“ dar, die alle Eventualitäten und Möglichkeiten beinhaltet, jedoch in Beziehung zu der konkreten Baustellensituation gebracht werden muss und infolgedessen zu einer begründeten Auswahlentscheidung führt. Die Funktion der Schichten und die damit verbundene Materialauswahl bestimmen ferner die Reihenfolge der Arbeitsschritte, die ebenfalls zur systematischen Planung gehört:

1. Gefälleestrich anordnen,
2. Abdichtung aufbringen,
3. Dränageschicht (dient gleichzeitig als Trennschicht) anordnen,
4. abhängig vom Plattenbelag Estrich oder Kiesbett aufbringen,
5. Fliesen oder Platten im Dickbett oder Dünnbett oder großformatige Platten im Kiesbett verlegen.

Die Lernregeln sollen folgende Aspekte der Bearbeitung durch die Lernenden unterstützen bzw. anleiten, da der relativ offene Arbeitsauftrag die Auszubildenden überfordern würde:

- präzise Analyse der Baustellensituation,
- Informationsbeschaffung sowie -verarbeitung,
- systematische und zielgerichtete Planung,
- begründete Auswahlentscheidung.

Anhand dieser Vorgaben werden im nächsten Schritt die Lernregeln formuliert.

Zunächst sollen die Lernenden versuchen, den Arbeitsauftrag sprachlich oder in einer anschaulichen Form zu erfassen.

**„Worum geht es bei der Aufgabe?“**

**„Versuche dir gedanklich ein Bild von der Baustelle zu machen!“**

Ferner werden die Auszubildenden aufgefordert, sich mit ihrem Nachbarn auszutauschen, da sie unterschiedliche Vorkenntnisse haben.

**„Erkläre deinem Nachbarn die Schwierigkeit dieser Aufgabe!“**

Im nächsten Schritt geht es um die Präzisierung der Informationen.

**„Welche wichtigen Informationen erhältst du aus dem Aufgabentext?“**

Diese Regel unterstützt die Lernenden, die Ausgangssituation präzise zu beschreiben, indem die relevanten Informationen zur Problemlösung herausgearbeitet werden. Bei mangelndem Fachwissen stoßen die Lernenden auf die Schwierigkeit, den Zielzustand zu beschreiben. Es muss Wissen reaktiviert werden, ansonsten kann der Lernende die Informationen aus dem Text nicht verstehen. Der Lernende muss sich ein Bild vom Zielzustand machen. Neben dem abrufbaren Wissen sind weitere Informationen erforderlich, die sich der Auszubildende selbstständig aneignen soll (Lehrbuch, Herstellerinformationen aus dem Internet, Firmenbroschüren etc.). Mit dem Anfertigen einer Grobskizze wird das Ziel verfolgt, die gesammelten

Informationen zu strukturieren. Die Grobskizze enthält verschiedene Schichten, die unterschiedliche Funktionen erfüllen und unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt sind.

**„Was weißt du noch über den Terrassenaufbau im Außenbereich?“**

**„Sammle Informationen über den Aufbau einer Terrasse!“**

**„Fertige eine Grobskizze an!“**

**„Suche verschiedene Lösungsmöglichkeiten!“**

Neben der Strukturierung lassen sich aus der Grobskizze übergeordnete Anforderungskriterien identifizieren, die mit dem zugrunde liegenden Arbeitsauftrag in Beziehung gebracht werden müssen. Die Reihenfolge der Schichten hängt wiederum mit den einzelnen Arbeitsschritten zusammen. Die geistige Probehandlung, die durch die folgenden Regeln initiiert werden soll, dient insbesondere zur Verknüpfung von Wissen und Handeln.

**„Womit beginne ich?“**

**„Wie fahre ich fort?“**

**„Ich plane einzelne Schritte meines Vorgehens.“**

Gerade diese Regeln sind für die Steuerung der Denkprozesse und für die Motivation, sich selbstständig Wissen für die Problemlösung anzueignen, wichtig.

Weiterhin ist es besonders wichtig, die Lernenden dazu anzuregen, sich ihrer eigenen Problemlösestrategien bewusst zu werden, sie zu kontrollieren und zu reflektieren.

**„Achte ich auf alle wesentlichen Dinge?“**

**„Gibt es noch mehrere Möglichkeiten?“**

**„Plane zunächst eine Lösung und überlege dann, ob es noch eine bessere Möglichkeit gibt!“**

Nach der Entscheidung beginnt in der Praxis die Ausführung. Fehler, die während der Planung gemacht worden sind, führen jetzt unweigerlich zu Baufehlern, die nur mit großem Aufwand zu beseitigen sind. Hier muss der Lernende angeleitet werden innezuhalten; eine zwischenzeitliche Reflexion vor der eigentlichen Durchführung ist sinnvoll und verhindert zudem unnötige Misserfolgslebnisse.

**„Begründe, warum du dich für diese Lösung entschieden hast!“**

**„Nenne wesentliche Vorteile gegenüber anderen Lösungsmöglichkeiten!“**

**„Hast du bei deiner Lösung alle Gegebenheiten der Baustelle berücksichtigt?“**

Die o. g. Lernregeln sollen den Auszubildenden insgesamt aufzeigen, dass eine begründete Entscheidung die Schlussfolgerung einer systematischen Planung ist, da die Lernenden häufig die Entscheidung rein intuitiv treffen und die Planung als unnötige Zeitverschwendung betrachten. Die formulierten Lernregeln sind nachfolgend zusammengefasst dargestellt, und ferner sind noch mögliche Kurzformen angegeben:

### Lernregeln – Langform

- „Versuche dir gedanklich ein Bild von der Baustelle zu machen!“
- „Erkläre deinem Nachbarn die Schwierigkeit dieser Aufgabe!“
- „Welche wichtigen Informationen erhältst du aus dem Aufgabentext?“
- „Was weißt du noch über den Terrassenaufbau im Außenbereich?“
- „Sammle Informationen über den Aufbau einer Terrasse!“
- „Fertige eine Grobskizze an!“
- „Überlege, wie du mit der Lösung dieser Aufgabe beginnst und wie die nächsten Lösungsschritte aussehen!“
- „Plane zunächst eine Lösung und überlege dann, ob es noch eine bessere Möglichkeit gibt!“
- „Begründe, warum du dich für diese Lösung entschieden hast!“
- „Nenne wesentliche Vorteile gegenüber anderen Lösungsmöglichkeiten!“
- „Hast du bei deiner Lösung alle Gegebenheiten der Baustelle berücksichtigt?“

### Lernregeln – Kurzform

- „Worum geht es bei der Aufgabe?“
- „Wie gehst du vor?“
- „Informationen sammeln!“
- „Grobskizze anfertigen!“
- „Achtung! Was ist gegeben?“
- „Plane zunächst eine Lösung!“
- „Vorteile deiner Lösung?“

## Ausbildungsbeispiel aus dem Berufsfeld „Wirtschaft und Verwaltung“ – Angebotsvergleich

### Aufgabentext

„Herr Meyer ist Möbelhändler für Kücheneinrichtungen. Er kauft die Möbel bei einem großen Möbelhersteller direkt vom Produktionswerk ein und verkauft die Möbel dann weiter. Sie möchten einen bestimmten Elektroherd kaufen. Herr Meyer hat den Elektroherd nicht vorrätig und muss ihn somit zunächst noch selbst einkaufen. Sie möchten durch Barzahlung einen Zahlungsnachlass erreichen, denn Herr Meyer wird dies beim Möbelhersteller sicherlich auch versuchen. Herr Meyer lässt sich darauf ein und unterbreitet Ihnen folgende Angebote.

Erst werden Ihnen 10 % vom Endpreis nachgelassen, d. h., Herr Meyer kauft gleich mehrere Elektroherde von diesem Typ beim Hersteller und kann Ihnen anschließend noch einmal 3 % Zahlungsnachlass für Barzahlung einräumen.

Bei dem zweiten Angebot bietet Ihnen Herr Meyer 3 % Skonto vom Endpreis an, d. h., Herr Meyer kauft nur den einen von Ihnen gewünschten Elektroherd beim Hersteller. Da Sie aber ein treuer Kunde des Möbelhändlers sind, will Herr Meyer Ihnen anschließend noch einmal 10 % Zahlungsnachlass als Prämie einräumen. Für welches Angebot entscheiden Sie sich“ (Tärre, 2007a, S. 133)?

**Mögliche Lernregelformulierungen**

- a) Welcher Sachverhalt liegt dem Kauf zugrunde? Worum geht es eigentlich?
- b) Welches Ziel verfolgt der Kunde, der den Elektroherd kaufen möchte? Denke daran, was du erreichen möchtest, wenn du etwas einkaufst!
- c) Unterteile den Angebotsvergleich, indem du für Angebot 1 und Angebot 2 den ersten und zweiten Preisnachlass getrennt aufschlüsselst! Ergänze die Tabelle!

	1. Preisnachlass	2. Preisnachlass
Angebot 1		
Angebot 2		

- d) Welche Größe ist bei beiden Angeboten gleich groß?
- e) Welche Größen unterscheiden sich bei den Angeboten? Worin liegt der Unterschied genau?
- f) Bei beiden Angeboten muss die sogenannte Prozentrechnung angewendet werden. In der Prozentrechnung kommen immer drei Größen vor. Nachfolgend sind mehrere Prozentwerte für einen ursprünglichen Kaufpreis (Grundwert) von 100 EUR für unterschiedliche Prozentsätze angegeben. Ergänze die Tabelle!

Ursprünglicher Kaufpreis (Grundwert)	Prozentsatz (Preisnachlass in %)	Prozentwert (Preisnachlass in EUR)
100 EUR	5 %	5 EUR
100 EUR	8 %	
100 EUR	13 %	
100 EUR		25 EUR

$$\text{Prozentwert} = \text{Grundwert} \cdot \frac{\text{Prozentsatz in \%}}{100\%}$$

$$\text{Beispiel: } 5 \text{ EUR} = 100 \text{ EUR} \cdot \frac{5\%}{100\%}$$

- g) Nimm einen Kaufpreis von 1000 EUR an und führe die Berechnung für beide Angebote durch! Welches Angebot ist nun günstiger?

Die mit den oben dargestellten Lernregelformulierungen verbundenen Intentionen, d. h. die Problemlösungsstruktur, sieht folgendermaßen aus.

- a) 2 Angebote müssen miteinander verglichen werden, Angebotsvergleich.  
 b) Der Kunde möchte möglichst günstig einkaufen bzw. möglichst viel Sparen.  
 c)

	1. Preisnachlass	2. Preisnachlass
Angebot 1	10 %	3 %
Angebot 2	3 %	10 %

- d) Der ursprüngliche Kaufpreis für den Elektroherd ist bei beiden Angeboten gleich groß.  
 e) Der Preisnachlass unterscheidet sich bei den beiden Angeboten lediglich in der Reihenfolge.  
 f)

Ursprünglicher Kaufpreis (Grundwert)	Prozentsatz (Preisnachlass in %)	Prozentwert (Preisnachlass in EUR)
100 EUR	5 %	5 EUR
100 EUR	8 %	8 EUR
100 EUR	13 %	13 EUR
100 EUR	25 %	25 EUR

- g)

Angebot 1:	1. Preisnachlass
1000 EUR	10 % entsprechen 100 EUR
<u>-100 EUR</u>	
900 EUR	2. Preisnachlass
<u>-27 EUR</u>	3 % entsprechen 27 EUR
873 EUR	<b>endgültiger Kaufpreis</b>

Angebot 2:	1. Preisnachlass
1000 EUR	3 % entsprechen 30 EUR
<u>-30 EUR</u>	
970 EUR	2. Preisnachlass
<u>-97 EUR</u>	10 % entsprechen 97 EUR
873 EUR	<b>endgültiger Kaufpreis</b>

**Beide Angebote sind gleich günstig** (vgl. Tärre, 2007a, S. 133 f.)!

„Abschließend ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass zur Lösung kein konkreter Kaufpreis angenommen werden muss. Die Annahme von z. B. 1000 EUR führt allerdings dazu, dass der Lösungsweg für die Lernenden nicht so abstrakt erscheint. Rein mathematisch betrachtet beinhaltet die Lösung das **Kommutativgesetz der Multiplikation**:

$$a \cdot b = b \cdot a$$

Bezogen auf die beiden Angebote stellt sich dieser Sachverhalt folgendermaßen dar:  
Angebot 1:

Endgültiger Kaufpreis = Ursprünglicher Kaufpreis  $\cdot$  0,9 (1. Preisnachlass von 10 %)  $\cdot$  0,97 (2. Preisnachlass von 3 %) = Ursprünglicher Kaufpreis  $\cdot$  0,9  $\cdot$  0,97 = Ursprünglicher Kaufpreis  $\cdot$  0,873

Angebot 2:

Endgültiger Kaufpreis = Ursprünglicher Kaufpreis  $\cdot$  0,97 (1. Preisnachlass von 3 %)  $\cdot$  0,9 (2. Preisnachlass von 10 %) = Ursprünglicher Kaufpreis  $\cdot$  0,97  $\cdot$  0,9 = Ursprünglicher Kaufpreis  $\cdot$  0,873

Dieser Lösungsweg zeigt ebenfalls, dass die beiden Angebote gleich günstig sind“ (Tärre, 2007a, S. 134).

### **Ausbildungsbeispiel aus dem Berufsfeld „Farbtechnik und Raumgestaltung“ – Tapetenfläche eines Wohnraumes ermitteln**

#### **Aufgabentext**

„Die Wandflächen des Wohnraumes eines Einfamilienhauses mit einer quadratischen Grundfläche von 6,00 m x 6,00 m und einer Höhe von 2,50 m soll mit einer Papiertapete auf Stoß neu tapeziert werden. Zuvor ist die alte Vinyltapete zu entfernen. Die Deckenfläche ist mit einer Raufasertapete beklebt. Diese ist durch Nikotinablagerungen stark vergilbt, und daher soll diese Fläche weiß gestrichen werden. Die Bodenfläche mit einem Velours-Teppichboden bleibt so erhalten. Im

Zimmer befinden sich ein Fenster von 2,00 m x 1,20 m und eine Tür von 1,00 m x 2,00 m.

Ermittle die Fläche, die tapeziert werden soll“ (Tärre, 2007b, S. 18)!

### Mögliche Lernregelformulierungen

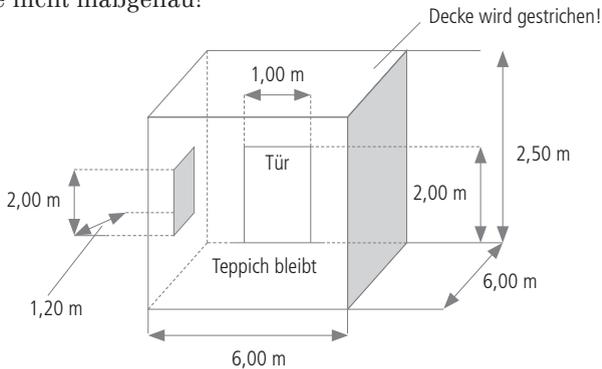
- a) Lies den Text aufmerksam durch!
- b) Erläutere die Aufgabe einem Auszubildenden mit deinen eigenen Worten, ohne den Aufgabentext erneut einzusehen!
- c) Suche die wichtigen Angaben und schreibe diese gesondert auf!
- d) Fertige eine Skizze mit Bemaßung von dem Raum an!
- e) Kennzeichne die Flächen, die tapeziert werden sollen! Wie viel Flächen sollen überhaupt tapeziert werden? Unterscheiden sich die Flächen?
- f) Schlage im Tabellenbuch nach, wie die Fläche von einem Rechteck zu berechnen ist!
- g) Berechne die Flächen, indem zunächst gedanklich Fenster- und Türfläche mit „übertapeziert“ werden!
- h) Berechne die Fenster- und die Türfläche!
- i) Wie wird nun die gesuchte Fläche bestimmt?
- j) Überlege zum Abschluss, wie sich die Berechnung verändert, wenn keine quadratische Grundfläche vorliegt (vgl. Tärre, 2007b, S. 18 f.)!

Die mit den oben dargestellten Lernregelformulierungen verbundenen Intentionen, d. h. die Problemlösungsstruktur sieht folgendermaßen aus:

a) bis c) Diese Lernregeln verfolgen die Zielsetzung, dass die Lernenden sich zunächst über die Aufgaben- bzw. Problemstellung ganz klar werden. In dieser Phase soll noch nicht mit der Lösung begonnen werden. Wie die Ergebnisse der PISA-Studie zeigen, hat gerade auch das Textverständnis ganz erheblichen Einfluss darauf, eine Aufgabe bzw. ein Problem lösen zu können.

Es fördert das Verständnis von Textaufgaben weiterhin, wenn die Lernenden die Strategie beherrschen, sich begriffliche Formulierungen in schematische Zeichnungen bzw. Skizzen zu übersetzen (siehe dazu Swing/Stoiber/Peterson, 1988). Die Gründe dafür liegen zu einem beträchtlichen Teil in der eng begrenzten Verarbeitungskapazität des Kurzzeitgedächtnisses (siehe dazu Kapitel 2.1). Das Kurzzeitgedächtnis wird durch sprachlich dargestellte Probleme sehr schnell überlastet, bei Umsetzung von Informationen in bildliche Darstellungen dagegen entlastet. Aus diesem Grund werden die Lernenden dazu aufgefordert, eine Skizze mit Bemaßung von dem Raum zu erstellen.

d), e) Skizze nicht maßgenau!



f) bis j)

4 (Wände) x 6,00 m x 2,50 m minus 2,00 m x 1,20 m (Fensterfläche) minus 1,00 m x 2,00 m (Türfläche), d. h. 55,60 Quadratmeter sollen tapeziert werden. Die Berechnung verändert sich, da nur noch jeweils zwei Wände die gleichen Maße haben.

### Ausbildungsbeispiel aus dem Berufsfeld „Elektrotechnik“ – Algorithmus für die Fehlersuche beim Auslösen eines Fehlerstromschutzschalters

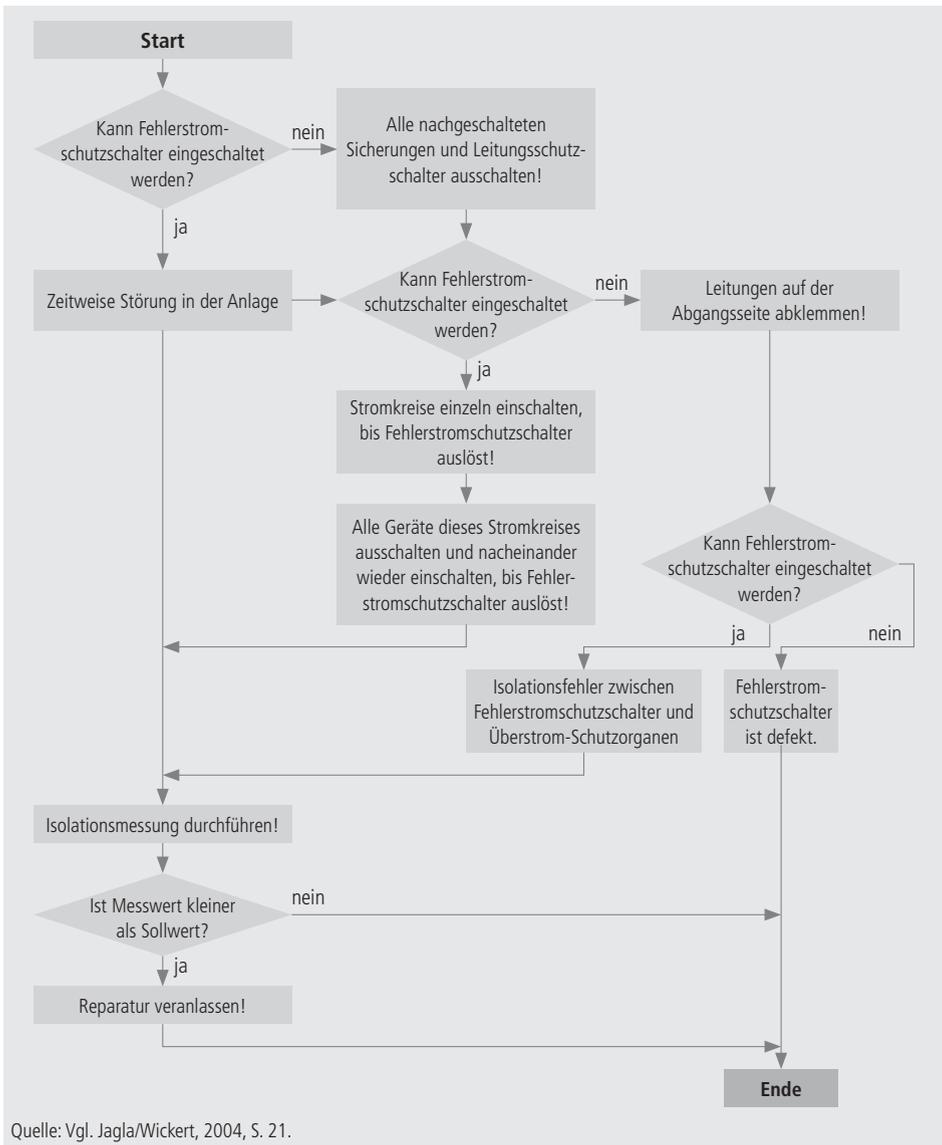
Der Einsatz von algorithmischen Regeln empfiehlt sich vor allem dort, wo im Interesse des schnellen Flusses (z. B. Algorithmen für Fehlersuche in verhältnismäßig leicht überschaubaren technischen Systemen) und der Sicherheit der Arbeitsprozesse sowie der angestrebten Produktqualität ausdrücklich Routinehandlungen angeeignet werden sollen (vgl. Hacker/Skell, 1993, S. 259). Das folgende Beispiel zeigt, wie die Fehlersuche beim Auslösen eines Fehlerstromschutzschalters mithilfe eines Flussdiagramms angeleitet werden kann.

Eine übliche Maßnahme bei Elektroinstallationen ist, dass der Schutz vor einem elektrischen Schlag bei einem Fehlerfall durch Abschaltung gewährleistet wird. Der sogenannte Fehlerstromschutzschalter (früher als FI-Schalter<sup>5</sup> bezeichnet) ist eine Schutzeinrichtung, die auslöst bzw. ausschaltet, wenn der Fehlerstrom (Differenzstrom) einen bestimmten Wert überschreitet. Die Abschaltung durch den Fehlerstromschutzschalter zeigt also i. d. R. einen Fehler innerhalb eines Stromkreises an, der von der Fachkraft gefunden und behoben werden muss. Fehlerstromschutzschalter werden im Rahmen von Hausinstallationen „nahezu standardmäßig“ eingesetzt, und daher lohnt es sich, algorithmische Lernregeln in Form des Flussdiagramms zu verwenden, die die geistige Routine entwickeln helfen und die zu deren

5 Neue Bezeichnung: RCD, Residual Current protective Device.

reibungslosem Vollzug im Sinne einer systematischen und schnellen Fehlersuche hilfreich sind.

Abbildung 7: **Algorithmische Lernregeln „Flussdiagramm für die Fehlersuche beim Auslösen eines Fehlerstromschutzschalters“**



Quelle: Vgl. Jagla/Wickert, 2004, S. 21.

### Ausbildungsbeispiel aus dem Berufsfeld „Elektrotechnik“ – Heuristische Lernregeln zur Modernisierung einer herkömmlichen Wechselschaltung

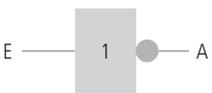
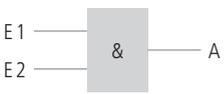
#### Aufgabentext

Eine herkömmliche Wechselschaltung (eine Leuchte als Verbraucher), die bisher in Form einer Installationsschaltung ausgeführt ist, soll im Zuge der Modernisierung als digitale Wechselschaltung realisiert werden.

- Entwerfen Sie eine digitale Wechselschaltung ausschließlich mit NOR-Verknüpfungen!
- Für die praktische Ausführung steht ein TTL-Baustein vom Typ 7402 zur Verfügung. Zeichnen Sie den entsprechenden Verdrahtungsplan!

#### Mögliche Lernregelformulierungen:

- Gehe von der Installationsschaltung einer herkömmlichen Wechselschaltung aus! Identifiziere anhand der Installationsschaltung Eingänge bzw. Ausgänge und erstelle infolgedessen eine Betriebsmittelliste!
- Leite aus der Funktionsweise der Schaltung die Wahrheitstabelle ab!
- Entwickle zunächst anhand der Wahrheitstabelle einen Logikplan (Funktionsplan), der NICHT-, UND- und ODER-Bausteine enthält!
- Überlege dir, wie die jeweiligen Grundverknüpfungen (UND, ODER, NICHT) durch eine entsprechende NOR-Verknüpfung ersetzt werden können!

Grundverknüpfung	ersetzt durch NOR-Verknüpfung
NICHT-Glied 	
UND-Glied 	
ODER-Glied 	



Umwandlung

- e) Überprüfe die von dir aufgestellten Umwandlungen mithilfe einer Wahrheitstabelle!
- f) Wende das „zeichnerische Verfahren“ für das Typisieren (Umwandeln in „Ein-Typ-Schaltungen“) der unter dem Punkt c) entwickelten Schaltung an! Vereinfache die Schaltung!
- g) Informiere dich, wie der Belegungsplan des TTL-Bausteins vom Typ 7402 aussieht!
- h) Zeichne zum Abschluss den Verdrahtungsplan!

Die mit den oben dargestellten Lernregelformulierungen verbundenen Intentionen, d. h. die Problemlösungsstruktur, sieht folgendermaßen aus.

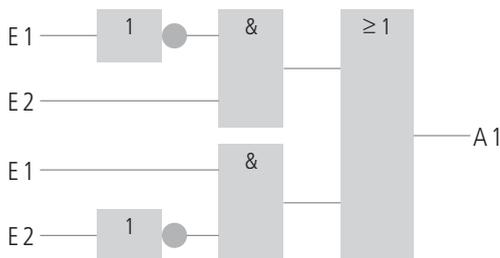
**a) Betriebsmittelliste:**

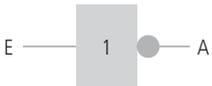
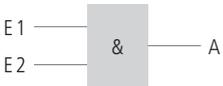
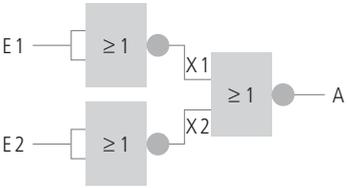
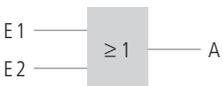
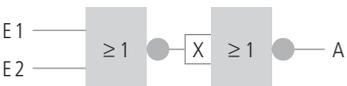
Betriebsmittel-Kennzeichen	Ein- und Ausgänge	Betriebsmittel
S1, S2	E1, E2	Wechselschalter
H1	A1	Leuchte

**b) Wahrheitstabelle:**

E1	E2	A1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

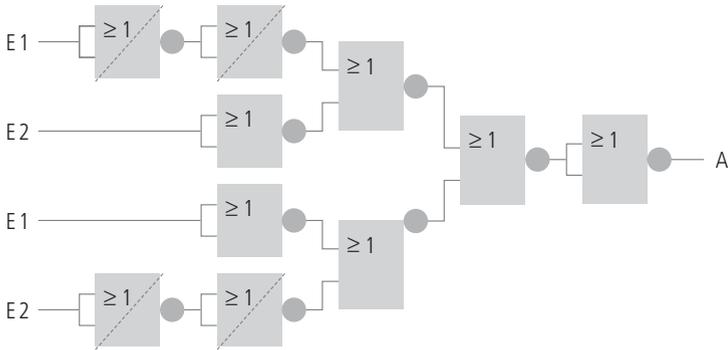
**c) Logikplan (Funktionsplan):**



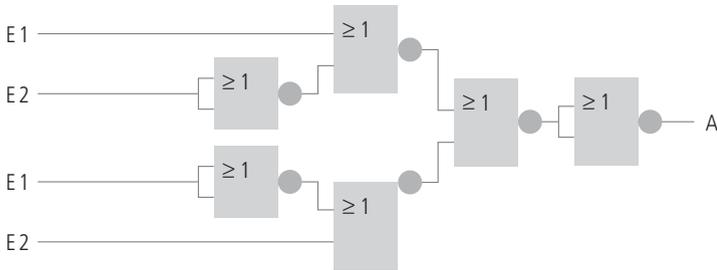
Grundverknüpfung	ersetzt durch NOR-Verknüpfung
<p>NICHT-Glied</p> 	
<p>UND-Glied</p> 	
<p>ODER-Glied</p> 	

Grundverknüpfung	ersetzt durch NOR-Verknüpfung																																																		
<p>NICHT-Glied, Wahrheitstabelle</p> <table border="1" data-bbox="129 1007 241 1101"> <tr><th>E</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E	A	0	1	1	0	<p>Wahrheitstabelle</p> <table border="1" data-bbox="599 1007 764 1101"> <tr><th>E</th><th>E</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E	E	A	0	0	1	1	1	0																																			
E	A																																																		
0	1																																																		
1	0																																																		
E	E	A																																																	
0	0	1																																																	
1	1	0																																																	
<p>UND-Glied, Wahrheitstabelle</p> <table border="1" data-bbox="129 1152 294 1315"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<p>Wahrheitstabelle</p> <table border="1" data-bbox="599 1152 976 1315"> <tr><th>E1</th><th>E1</th><th>E2</th><th>E2</th><th>X1</th><th>X2</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E1	E2	E2	X1	X2	A	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
E1	E2	A																																																	
0	0	0																																																	
0	1	0																																																	
1	0	0																																																	
1	1	1																																																	
E1	E1	E2	E2	X1	X2	A																																													
0	0	0	0	1	1	0																																													
0	0	1	1	1	0	0																																													
1	1	0	0	0	1	0																																													
1	1	1	1	0	0	1																																													
<p>ODER-Glied, Wahrheitstabelle</p> <table border="1" data-bbox="129 1366 294 1528"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E2	A	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<p>Wahrheitstabelle</p> <table border="1" data-bbox="599 1366 870 1528"> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>X</th><th>X</th><th>A</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	E1	E2	X	X	A	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1										
E1	E2	A																																																	
0	0	0																																																	
0	1	1																																																	
1	0	1																																																	
1	1	1																																																	
E1	E2	X	X	A																																															
0	0	1	1	0																																															
0	1	0	0	1																																															
1	0	0	0	1																																															
1	1	0	0	1																																															

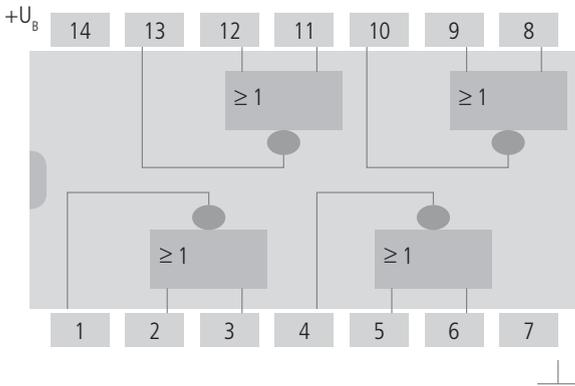
**f) Logikplan (Funktionsplan, nur NOR-Glieder):**



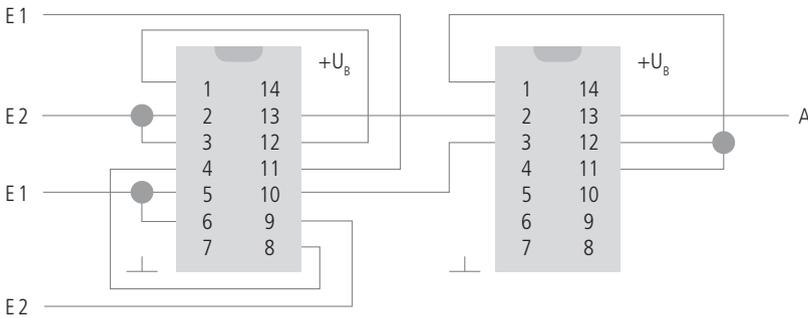
**Minimierter Logikplan (Funktionsplan, nur NOR-Glieder):**



**g) Belegungsplan TTL-Baustein Typ 7402 (NOR-Baustein)**



## h) Verdrahtungsplan



Oft wird die Frage gestellt, ob ein nachweisbarer Erfolg regelgestützten Lernens tatsächlich auf eine Steuerung kognitiver Prozesse zurückzuführen ist oder ob der Regeleinsatz lediglich eine motivierende Wirkung gehabt und eine unspezifische Aktivierung ausgelöst hat. In diesem Zusammenhang ist hinreichend belegt, dass Lernerfolge nicht einfach die Wirkung einer relativ unspezifischen Aktivierung sind, sondern dass sich höhere Leistungen den Inhalten von im Lernprozess benutzten Regeln zuordnen lassen (vgl. Hacker/Skell, 1993, S. 254 f.). Des Weiteren sind eine systematische Begleitung beim Regeleinsatz und ein Erleben des Nutzens notwendig, damit Lernregeln erfolgreich zum Einsatz kommen.

Zur Initiierung von Selbsterklärungen im Kontext „Lernen mit Lösungsbeispielen“ als auch bei der Selbstinstruktion bzw. Selbsterklärung im Kontext „Lernregeln als Hilfen zur Selbsthilfe im Problemlöseprozess“ nehmen Verständnisfragen der Lehrenden eine zentrale Bedeutung ein. Eigene Fragen zu finden und nicht nur Verständnisfragen der Lehrenden versuchen zu beantworten – das hat etwas mit selbstbestimmtem Lernen, auch mit Kreativitätsentwicklung und vor allem mit Chancen und Fähigkeiten zum Problemlösen zu tun. Ein Problem lösen zu wollen heißt, sich oder anderen immer wieder die „richtigen Fragen“ zu stellen (vgl. Bruder, 2003, S. 10). „Wer in der Lage ist, gute Fragen zu stellen, besitzt hervorragende Voraussetzungen, sich weitergehendes, tieferes Verständnis zu erschließen. *Isidor Rabi*, der im Jahre 1944 den Nobelpreis in Physik erhielt, berichtete, wie er bereits als kleiner Junge regelmäßig auf die Bedeutung des Fragens aufmerksam geworden ist. Wenn er von der Schule nach Hause kam, fragte ihn seine Mutter nicht, was er gelernt habe. Vielmehr wollte sie von ihrem Sohn wissen, welche guten Fragen er während des Unterrichts gestellt hat. *Rabi* ist davon überzeugt, daß seine Mutter mit dieser täglichen Begrüßung bei ihm die Grundlagen dafür gelegt hat, daß er später durch vielfältiges Fragen allen Dingen auf den Grund gehen wollte“ (Mietzel, 2003, S. 295). *Suchman* (1960) hatte ebenfalls die Bedeutung erkannt, die Fragen zur Förderung

des eigenen Verständnisses besitzen. Von ihm wurde ein sogenanntes „Erkundungstraining“ entwickelt, um die Voraussetzung zur Formulierung guter Fragen aufseiten der Lernenden zu verbessern (vgl. Mietzel, 2003, S. 295). Dieses Erkundungstraining wird im folgenden Kapitel vorgestellt.

## Literatur

- Aebli, H.: Denken: das Ordnen des Tuns, Band II: Denkprozesse. Stuttgart 1981
- Bracht, F. u. a.: Modellversuch Steuerungstechnik – spangebender Bereich. In: Dehnboschel, P./Holz, H./Novak, H. (Hrsg.): Lernen für die Zukunft durch verstärktes Lernen am Arbeitsplatz. Berlin u. a. 1992, S. 65–82
- Bruder, R. u. a.: Problemlösenlernen in Verbindung mit Selbstregulation. In: mathematik lehren (2002), 115, S. 59–62
- Bruder, R.: Methoden und Techniken des Problemlösenlernens. Darmstadt 2003
- Hacker, W./Skell, W.: Lernen in der Arbeit. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). Berlin 1993
- Höpfner, H.-D./Skell, W.: Zur Systematisierung von Formen der Übung kognitiver Prozesse – Klassifikationsgesichtspunkte und Darstellung entscheidender Variabler. In: Forschung der soz. Berufsbildung, 17 (1983), 4, S. 161–166
- Jagla, D./Wickert, H.: Schutzmaßnahmen, 2. Auflage. Braunschweig 2004
- Krogoll, T.: CNC mit CLAUS (Handbuch). TÜV Rheinland 1991
- Mietzel, G.: Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens. 7., korrigierte Auflage. Göttingen u. a. 2003
- Schaper, N./Sonntag, K.: Kognitive Trainingsmethoden zur Förderung diagnostischer Problemlösefähigkeiten. In: Schaper, N./Sonntag, K. (Hrsg.): Störungsmanagement und Diagnosekompetenz. Zürich 1997, S. 193–210
- Sonntag, K./Schaper, N.: Kognitives Training zur Bewältigung steuerungstechnischer Aufgabenstellungen. In: Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 32 (1988), 3, S. 128–138
- Suchman, J. R.: Inquiry training in the elementary school. In: Science Teacher (1960), 27, S. 42–47
- Swing, S. R./Stoiber, K. C./Peterson, P. L.: Thinking skills versus learning time: Effects of alternative classroom-based interventions on students' mathematics problem solving. In: Cognition and Instruction (1988), 5, S. 123–191
- Tärre, M.: Lernregeln als Hilfen im Problemlöseprozess. In: Wirtschaft und Erziehung (2007a), 4, S. 127–135
- Tärre, M.: Lernregeln – Werkzeuge als Hilfe zur Selbsthilfe im Problemlöseprozess. In: Cramer/Schmidt/Wittwer (Hrsg.): Ausbilder Handbuch, 93. Ergänzungslieferung (2007b), Juni, Kap. 6.2.1, S. 1–20

## 10 Erkundungstraining: Verbessern der Qualität von Verständnisfragen

Das Erkundungstraining beginnt mit der Darstellung eines konkreten Problems (Einbettung in eine Lebenssituation bzw. Anwendungs- oder Berufsbezug), das die Lernenden sich nicht ohne Weiteres erklären können. Eine Unterrichtssituation, die auch sehr häufig in Deutschland zu beobachten ist. Das heißt, dass die pädagogische Zielsetzung, Problemsituationen zu schaffen, die zur aktiven Auseinandersetzung motivieren, erreicht wird. Allerdings werden diese Einführungsphasen leider im weiteren Unterrichtsverlauf zu selten konstruktiv genutzt, d. h., eine aktive Problemlösung durch die Lernenden findet selten statt. Im Rahmen der begleitenden TIMS-Videostudie wurde sehr häufig das Phänomen beobachtet, das etwas salopp als „Kleinarbeiten komplexer Anforderungen“ charakterisiert werden kann. Das präsentierte Problem wird nicht von den Lernenden selbstständig – z. B. durch Formulierung von Verständnis- bzw. Problemfragen – bearbeitet, sondern im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch unter starker Steuerung durch die Lehrkraft „kleingearbeitet“. Die Fragen, die die Lehrkraft im Einzelnen stellt, sind überwiegend konvergent, d. h., sie zielen auf eine ganz bestimmte Antwort ab – auf den einen Baustein, der in das „Puzzle“ der Problemlösung passt. Diese Vorgehensweise führt dazu, dass eine komplexe, offene Problemstellung in eine Serie wenig anspruchsvoller, geschlossener Aufgaben umgeformt wird (vgl. Klieme/Schümer/Knoll, 2001, S. 45). Hinzu kommt das Problem, dass die Lehrkraft im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch zu viele Informationen an die Lernenden heranträgt und infolgedessen die Erklärungslast auf die Lehrkraft übertragen wird.

Die Problematik des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs lässt sich – thesenartig zugespitzt – folgendermaßen charakterisieren:

„(1) Der Lehrer hat in dieser Art des Unterrichts die gleichsam paradoxe Aufgabe, den Fluss der Gedanken bzw. Problemlöseschritte auf ein intendiertes (den Schülern oft sogar verborgenes) Resultat hin zu steuern und gleichzeitig für Ideen der Schüler offen zu sein.

(2) Die Schüler stehen vor der ebenso paradoxen Aufgabe, Teilschritte eines Problemlösungsprozesses formulieren zu müssen, dessen Ziel sie nicht kennen.

(3) Es ist dem Lehrer nicht möglich, die im Unterrichtsgespräch aufkommenden Beiträge sinnvoll auszuwählen und anzuordnen. Er ist darauf angewiesen, aus zufälligen Äußerungen die passenden aufzugreifen.

(4) Lehrer und Schüler haben im schnellen Wechsel des Dialogs wenig Zeit zum Nachdenken. Gleichzeitig wird ihnen ein hohes Konzentrationsniveau abgefordert.

(5) Zu den problematischen Konsequenzen gehört,

- dass der Lehrer seine Fragen/Teilaufgaben offen und vage formuliert, gleichzeitig aber enge Erwartungen bezüglich der Antwort hat,
- dass Schüler häufig rein assoziative Einwürfe machen,
- dass Schüleräußerungen oft unbeachtet und ohne Feedback bleiben,
- dass weiterführende Beiträge verworfen werden, weil sie ‚zum falschen Zeitpunkt‘ geäußert werden,
- dass alternative Lösungswege nicht geprüft werden“

(Klieme/Schümer/Knoll, 2001, S. 45).

Das Erkundungstraining verfolgt dagegen die Zielsetzung, dass die Verantwortung für die Informations- und Verständniserwerb bei den Lernenden verbleibt. Die Lernenden werden aufgefordert, sich durch Fragen Informationen zu verschaffen, die sie zur Konstruktion des Verständnisses benötigen. Um zu verhindern, dass die Schüler die Lehrkraft einfach bitten, ihnen die Problemlösung zu erklären, liegen dem Erkundungstraining folgende Regeln zugrunde.

## Regeln für die Durchführung des Erkundungstrainings

### 1. Regel: Ja-Nein-Regel

Es dürfen nur Fragen gestellt werden, die die Lehrkraft mit Ja oder Nein beantworten kann.

### 2. Regel: Beobachtungs-Regel

Die Fragen müssen so gestellt werden, dass die Antwort ausschließlich auf dem Wege der Beobachtung zu finden ist.

*Suchman* (1960) hat das Erkundungstraining mit seinen Schülern hauptsächlich im Physikunterricht erprobt. Mit der Beobachtungs-Regel sollten in diesem Kontext zu allgemeine Fragen verhindert werden, die noch nicht erkennen lassen, ob der Lernende Kausalbeziehungen prüft.

### 3. Regel: Umformulierungs-Regel

Fragen, die nicht im Einklang mit der 1. und 2. Regel stehen, werden zurückgewiesen. Der Lernende erhält jedoch die Möglichkeit zur Umformulierung der Frage, wenn ein interessanter Gedanke weiterverfolgt werden sollte.

### 4. Regel: Ketten-Regel

Ein Lernender darf so viele Fragen anschließen, wie er möchte.

### 5. Regel: Kooperations-Regel

Die Lernenden sollten bei der Suche nach einer Klärung der ihnen vorliegenden Probleme kooperieren.

Die erste und zweite Regel verfolgen die Zielsetzung, kognitive Aktivitäten bei den Lernenden anzuregen und den Prozess der Konstruktion von Verständnis auf die Lernenden weitestgehend zu übertragen. Die dritte Regel berücksichtigt, dass einfaches Zurückweisen demotivierend wirkt. Hinter der vierten Regel steht die Erkenntnis, dass Schüler sich ihr Verständnis nur konstruieren können, wenn sie „in einem Stück“ dem eingeschlagenen Weg folgen dürfen, der nach ihren Überlegungen zum Ziel führt. Es würde hier ebenfalls demotivierend wirken, wenn der Lernende sich mittels einer geordneten Reihe von Fragen seine Verständnislücken zu schließen versucht, aber bereits vor der „Abarbeitung“ seine Gedankenkette unterbrochen wird. Die letzte Regel ist auf die Förderung der Zusammenarbeit gerichtet. Damit wird auch berücksichtigt, dass Problemlösen im „wirklichen Leben“ häufig ein kooperativer Problemlöseprozess ist (vgl. Mietzel, 2003, S. 295 ff.).

Im Rahmen unserer Lehrveranstaltungen für Lehramtsstudierende haben wir das Erkundungstraining erprobt. Ausgangspunkt für die Durchführung war die Darstellung eines Rätsels anstelle einer berufsbezogenen Problemstellung, da die Studierenden unterschiedliche berufliche Fachrichtungen bzw. unterschiedliche Unterrichtsfächer studieren. Mit dem Rätsel als Problemstellung konnten diese heterogenen Bedingungen bezogen auf die Lerngruppe ausgeglichen werden. Das Rätsel wurde den Studierenden in schriftlicher Form mit dem nachfolgenden Arbeitsauftrag präsentiert.

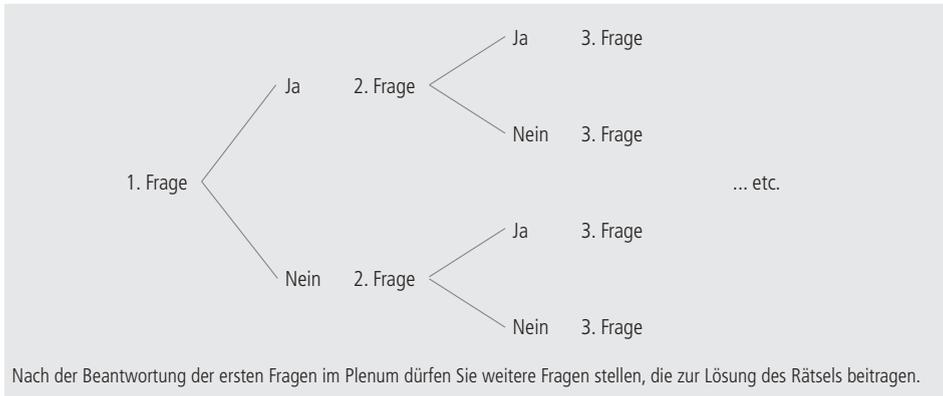
### **Ein Rätsel**

Ein Mann kommt in eine Kneipe.

Er geht zum Tresen und bestellt ein Wasser. Der Wirt zieht einen Revolver und zielt auf den Mann. Daraufhin sagt der Mann „Danke“ und geht.

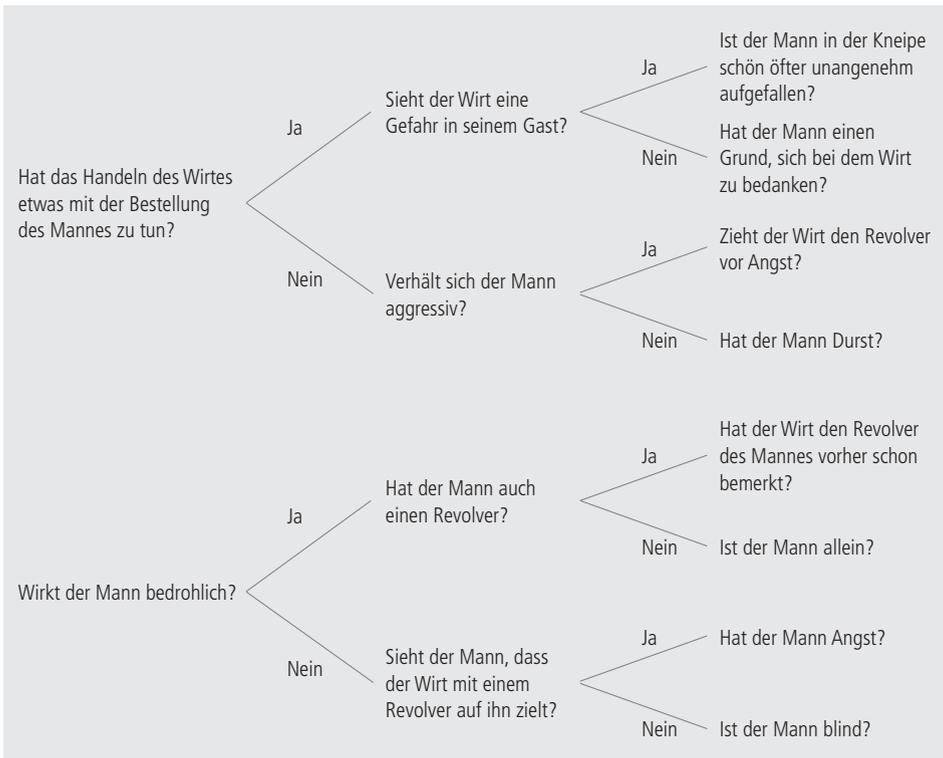
### **Arbeitsauftrag**

Formulieren Sie zunächst schriftlich 3 Fragen, die die Regeln berücksichtigen und die Ihnen bei der Lösung des Rätsels helfen können. Bedenken Sie, dass für die 2. und 3. Frage auch Alternativen berücksichtigt werden können bzw. müssen, da Sie die Antworten Ja bzw. Nein noch nicht kennen.



Nachfolgend sind zwei „Frageketten-Diagramme“ für die ersten drei Fragen von Studierenden dargestellt.

Abbildung 1: Frageketten-Diagramme



Die Vorgehensweise „schriftliche Problempräsentation“ und Aufforderung zur „schriftlichen Formulierung der ersten Fragen“ verfolgt die Zielsetzungen, dass sich die Lernenden zunächst alleine mit dem Problem gedanklich auseinandersetzen. Die Frageketten-Diagramm-Darstellung fördert von Beginn an das „Denken in Alternativen“ und ermöglicht eine selbstständige Kontrolle, ob die entstehenden Frageketten eine sinnvolle logische Struktur („Förderung schlussfolgenden Denkens“) aufweisen. Die Aufforderung, über das präsentierte Problem nachzudenken und infolgedessen Fragen zu formulieren, die eine Konstruktion von Verständnis ermöglichen, ist für die weitere Vorgehensweise im Unterricht entscheidend. Werden sofort nach der Problempräsentation Fragen aus dem Plenum zugelassen, besteht die Schwierigkeit, dass die Lernenden zwar häufig spontan Fragen stellen, jedoch der Ablauf eher unstrukturiertem sowie zufälligem Raten folgt und nicht einem Prozess der Konstruktion von Verständnis. Die erste individuelle Auseinandersetzung liefert darüber hinaus eine Orientierungsgrundlage für die weitere Bearbeitung im Plenum, die wie folgt aussehen kann.

Ein Lernender beginnt und arbeitet seine zuvor erstellte Fragekette ab. Dabei sollte der Lernende nicht nur seine Fragen stellen, sondern auch erklären bzw. begründen, warum er diese Frage stellt. Die geforderte Erklärung bzw. Begründung zu der Frage verhindert, dass die Lernenden irgendwelche Fragen im Sinne von zufälligem Raten stellen. Parallel dazu hält die Lehrkraft die gestellten Fragen mit den jeweiligen Antworten an der Tafel fest. Die Lernenden, die noch nicht mit Fragen an der Reihe sind, können somit den Prozess der Konstruktion von Verständnis aufmerksam verfolgen und vergleichen, ob die schon gestellten Fragen so oder so ähnlich auch in ihren Aufzeichnungen vorkommen. Bei dem vorliegenden Rätsel hat die Auswertung beispielsweise ergeben, dass innerhalb der ersten Diagramm-Aufzeichnung folgende Frage sehr häufig berücksichtigt wurde:

### **Ist der Revolver echt?**

Nachdem der erste Lernende seine Fragekette abgearbeitet hat, wird der „Stafelstab“ an einen anderen Lernenden übergeben. Bezogen auf das Rätsel ist dabei in einer Seminargruppe mit 30 Studierenden folgende Fragekette entstanden:

1. Hat das Handeln des Wirtes etwas mit der Bestellung des Mannes zu tun? Ja
2. Sieht der Wirt eine Gefahr in seinem Gast? Nein
3. Hat der Mann einen Grund, sich bei dem Wirt zu bedanken? Ja
4. Ist der Mann kriminell? Nein
5. Hat der Mann auch einen Revolver? Nein
6. War der Mann schon häufiger in der Kneipe? Nein
7. Würde der Wirt bei anderen Gästen auch so handeln? Ja
8. Kennen der Wirt und der Mann sich? Nein
9. Hat der Mann Durst? Nein

- |   |      |
|---|------|
| 10. Möchte der Mann das Wasser für eine andere Situation als „Durst“ haben? | Ja   |
| 11. Hat der Mann einen Hund, der vor der Kneipe wartet?                     | Nein |
| 12. Blutet der Mann?  | Nein |
| 13. Konnte dem Mann geholfen werden?  | Ja   |
| 14. Wollte der Wirt den Mann erschrecken?                                   | Ja   |
| 15. Hatte der Mann beim Betreten der Kneipe einen Schluckauf?               | Ja   |

Diese 15 Fragen führten zur Lösung des Rätsels: Der Mann hatte einen Schluckauf und wollte zur Beseitigung ein Glas Wasser trinken. Der Wirt erkannte dies, als der Mann die Kneipe betrat, um die Bestellung aufzugeben. Daraufhin erschreckte der Wirt den Mann, indem er einen Revolver zog und auf den Mann zielte. Das Erschrecken des Mannes erzielte die gewünschte Wirkung, sodass der Mann kein Wasser mehr trinken musste und sich daher beim Wirt bedankte.

Die Dokumentation der gestellten Fragen inklusive Antworten erfüllt nicht nur die Funktion, dass die Lernenden die Fragekette im Plenum besser verfolgen können, sondern der Prozess der Konstruktion von Verständnis sollte damit abschließend reflektiert werden. Bezogen auf das Rätsel und die oben dargestellte Fragekette lässt sich beispielsweise feststellen, dass nach der Beantwortung der Frage 3 folgende Überlegungen sinnvoll gewesen wären: Der Mann bestellt ein Wasser, das er vom Wirt nicht bekommt. Trotzdem hat der Mann einen Grund, sich bei dem Wirt zu bedanken, und das Handeln des Wirtes steht im Zusammenhang mit der Bestellung des Mannes. Folgende Fragen drängen sich aufgrund dieser Überlegungen auf: Warum bestellt der Mann überhaupt ein Wasser? Warum bedankt der Mann sich ernsthaft, wenn er das Wasser nicht bekommt? Diese Fragen können zwar so nicht gestellt werden, da die Lehrkraft nur mit Ja oder Nein (1. Regel) antworten darf, jedoch wäre eine Umformulierung und somit eine Weiterverfolgung dieser Gedanken möglich gewesen. Letztendlich wurden die o. g. Überlegungen ja auch von den Studierenden mit den Fragen 7, 9 und 10 wieder aufgegriffen. Eine konsequente Weiterverfolgung der ersten Informationen bezogen auf die ersten Fragen hätte zu einer effektiveren Fragekette und somit zur schnelleren Lösung des Rätsels geführt.

Bezogen auf die angestrebte Bearbeitung einer konkreten beruflichen bzw. lebensnahen Problemstellung wird das Erkundungstraining alleine i. d. R. nicht zur Problemlösung führen, da sich die Lernenden z. B. fehlendes Fachwissen nicht nur durch Fragen aneignen können bzw. sollten. Das heißt, dass das Erkundungstraining insbesondere bzw. überwiegend in der Phase des Unterrichtseinstiegs eingesetzt werden kann und infolgedessen erste Ergebnisse liefert, die im weiteren Verlauf der Stunde oder der Unterrichtseinheit noch geklärt bzw. analysiert werden müssen.

Im Rahmen der Seminararbeit haben sich beim Einsatz des Erkundungstrainings weitere Aspekte herauskristallisiert, die auch für die Unterrichtsgestaltung

relevant sind. Bei der Einführung des Erkundungstrainings im Unterricht sollte berücksichtigt werden, dass die Lernenden zunächst die Zielsetzung (Verbessern der Qualität von Verständnisfragen zur Konstruktion von Verständnis) und die zugrunde liegenden Regeln verstehen müssen. Insofern bietet sich die Einführung mithilfe eines Rätsels an, da die Gefahr der inhaltlichen Überforderung minimiert wird. Rätsel bzw. sogenannte Denksportaufgaben sind darüber hinaus den meisten Lernenden bekannt, und infolgedessen könnte sich zusätzlich ein motivierender Einfluss ergeben.

*Suchman* setzte, wie bereits ausgeführt, das Erkundungstraining hauptsächlich im Physikunterricht ein. In diesem Kontext ist die Beobachtungs-Regel unmittelbar einsichtig, da naturwissenschaftliche Phänomene im Unterricht häufig in Form einer Beobachtung bearbeitet bzw. thematisiert werden können. Die strikte Einhaltung der Beobachtungs-Regel ist allerdings nicht nur bei dem oben dargestellten Rätsel problematisch, sondern die Berücksichtigung bzw. Einhaltung dieser Regel ist unter Umständen auch in anderen Fächern bzw. beruflichen Fachdisziplinen schwierig. Die Lehrkraft sollte daher bezogen auf die Beobachtungs-Regel flexibel reagieren und in Abhängigkeit von der jeweiligen Problemstellung entscheiden, ob die Frage umformuliert werden muss oder nicht.

Die Abarbeitung einer Fragekette im Plenum erfordert von den Lernenden Aufmerksamkeit bzw. Konzentration meistens über einen längeren Zeitraum, da ein konkretes Problem (Einbettung in eine Lebenssituation bzw. Anwendungs- oder Berufsbezug) als Ausgangspunkt i. d. R. nicht in kurzer Zeit zu analysieren ist. Daher verfolgt das Erkundungstraining auch die Zielsetzung, Konzentration bzw. Aufmerksamkeit zu trainieren.

## Literatur

- Klieme, E./Schümer, G./Knoll, S.: Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: „Aufgabenkultur“ und Unterrichtsgestaltung. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht. Bonn 2001, S. 43–57
- Mietzel, G.: Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens. 7., korrigierte Auflage. Göttingen u. a. 2003
- Suchman, J. R.: Inquiry training in the elementary school. In: *Science Teacher* (1960), 27, S. 42–47



# 11 Trainingsmöglichkeiten von Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Planen in komplexen Problemen

## 11.1 Hintergrundwissen

Lernen lernen ist der Schlüsselbegriff der Bildungsreformdebatten seit den Siebzigerjahren. In der neueren Literatur werden unter dem Thema „das Lernen lernen“ unterschiedlichste Aspekte wie z. B. Gedächtnistraining, Lernmethoden, Lern- und Arbeitsstrategien, Motivations- und Konzentrationsstrategien, Förderung von Lernfreude etc. behandelt. Die Programme, deren Anzahl unüberschaubar ist, verfolgen i. d. R. alle die Zielsetzung bzw. „versprechen“, dass die Teilnehmer ihr Lernen verbessern und infolgedessen Anforderungen in der Schule, im Studium oder im Beruf zukünftig besser bzw. erfolgreicher bewältigen. Bei den meisten Programmen allerdings besteht ein Widerspruch zwischen Konzeption und Zielsetzung. Die Ergebnisse der empirischen Lehr-/Lernforschung zeigen, dass das Lernen erfolgreich ist, wenn es aktiv, konstruktiv, kumulativ, zielorientiert, situiert und sozial eingebunden ist. Diese Kriterien werden aber häufig in der Konzeption der Programme gar nicht bzw. nur ansatzweise berücksichtigt. Nicht konstruktives Lernen (konstruktivistisches Prinzip) steht im Mittelpunkt, sondern rezeptives Lernen. Dem Lernenden wird der gesamte Lerninhalt der Programme in „fertiger“ Form vorgelegt. Man verlangt lediglich von ihm, das Material so aufzunehmen, dass es später reproduzierbar und verfügbar ist. „Didaktisch gesehen, werden in diesen Programmen Lernstrategien als Wissen behandelt statt als Gewohnheiten. ... Bei diesem Vorgehen werden zwei Dinge nicht beachtet: (1) Die alten Strategien wurden nie entautomatisiert. Deshalb bleiben sie als Gewohnheiten weiter bestehen und wirksam. (2) Die neuen Strategien werden nur als Wissen angeeignet, aber nicht bis zur Automatisierung eingeübt. Dieser Zustand führt bei Schülern zu Interferenzen (d. h., neue und alte Strategien behindern sich gegenseitig) und damit häufig zu schlechteren Lernleistungen als vor Beginn des Lernprogramms. Um Interferenzen zu vermeiden, müssen nicht neue Strategien gelehrt werden, sondern die bestehenden Strategien müssen in entautomatisiertem Zustand verstärkt, korrigiert oder notfalls ersetzt werden“ (Büchel u. a., 2002, S. 45).

Es kommt u. E. ein weiterer Mangel hinzu: Die Lernprogramme basieren oft nicht auf einem fundierten lernpsychologischen Wissen, und sie können deshalb auch ihren Adressaten nicht überzeugend genug erklären, warum bestimmte Vorgehensweisen besser sind als andere. In der Lernstrategieforschung wird der Erwerb selbstregulierender bzw. lernstrategischer Fertigkeiten als eine Abfolge von Stufen beschrieben, die Momentaufnahmen eines kontinuierlichen Entwicklungsprozesses

repräsentieren. Nach *Zimmerman* (2000) beginnt der Erwerb einer selbstregulatorischen Fertigkeit (z. B. die Aneignung einer Problemlösestrategie) mit der Beobachtung eines Expertenmodells (Verhaltensmodell [Modeling]), dessen Handlungen sodann möglichst genau nachgeahmt werden. Der Lernende ist auf diesem Niveau noch sehr stark auf die Unterstützung des sozialen Modells angewiesen. In der darauf folgenden Kompetenzstufe, die *Zimmerman* als Selbstkontrolle bezeichnet, gelingt es dem Lernenden, eine bestimmte Strategie unter strukturierten Bedingungen anzuwenden, ohne dass dafür die Anwesenheit des sozialen Modells erforderlich wäre. Beim Erreichen der vierten und letzten Stufe, die *Zimmerman* als Selbstregulation bezeichnet, gelingt es dem Lernenden dann zusätzlich, die erworbene Fertigkeit zu flexibilisieren, d. h., sie auch auf veränderte Anforderungen anzuwenden sowie auf neue Handlungskontexte abzustimmen.

*Hasselhorn* (1996), der den Erwerb selbstregulativer Fertigkeiten beim Lernen ebenfalls als eine Abfolge von Kompetenzstufen oder Entwicklungsniveaus beschreibt, orientiert sich dagegen an Defiziten, die eine erfolgreiche Strategieanwendung unterlaufen. Damit trägt er dem Umstand Rechnung, dass es viele Gründe für die Nichtanwendung von Lernstrategien gibt, auch wenn diese einem Lernenden bekannt sein mögen (vgl. Spörer/Brunstein, 2006, S. 148).

Wir möchten im Rahmen dieses Handbuchs für Lehrer und Ausbilder für den Einsatz eines Programms plädieren, das die o. g. Fehler nicht aufweist und die o. g. Erkenntnisse der Lernstrategieforschung aufgreift. Das sogenannte DELV (Das eigene Lernen verstehen)-Programm hat sich darüber hinaus bereits in der beruflichen Aus- und Weiterbildung bewährt, wie eine umfangreich durchgeführte Evaluation zum Programm zeigt. Die Autoren *Fredi P. Büchel* und *Patrick Büchel* befassen sich seit vielen Jahren mit der Optimierung des Denkens und Lernens, und ihr Lernprogramm hat somit ein lange entwickeltes und erprobtes Fundament kognitionspsychologischer Forschung.<sup>1</sup>

Intelligenz und damit auch Lern- oder Problemlösestrategien werden nach Auffassung der Autoren gerade nicht durch Gene vererbt, sondern sind Ergebnisse eines mehr oder weniger geglückten Erziehungsprozesses. „Lernen wird durch Lernen gelernt“ (Büchel/Büchel, 1997, S. 10). Eine weitere wichtige Prämisse ist, dass auch im Erwachsenenalter Lernmöglichkeiten nicht verschüttet sind, sondern durch eine gezielte Förderung vieles nachgeholt werden kann. Voraussetzung dafür ist allerdings eine hohe pädagogische Professionalität bei dem Ausbildungspersonal und eine erfolgreiche Motivierung der Lernenden. Sicher kann nicht jeder eine unbegrenzte kognitive Entwicklung durchlaufen, aber die individuellen Möglichkei-

---

1 Wir verzichten hier auf die Wiedergabe ihrer lernpsychologischen Ausführungen, die sie an den Anfang ihrer Übungen gestellt haben, da wir darauf bereits in Kapitel 2 eingegangen sind.

ten werden durch unser Bildungs- und Ausbildungssystem selten bis zum Optimum ausgeschöpft. Nach dem berühmten russischen Lernpsychologen *Vygotskij* gibt es für jedes Individuum eine „Zone der proximalen Entwicklung“ (siehe dazu Vygotskij, 1978), d. h. einen nächsten Entwicklungsschritt über das bisher Erreichte hinaus, wenn ihm pädagogisch-professionelle Hilfe gewährt wird. Eine solche Hilfe sollte sich an den folgenden allgemeinen pädagogischen Prinzipien orientieren:

„1. **Intentionalität.** Jede Intervention (z. B. Frage, Bitte, Anweisung) soll begründet werden.

2. **Transzendenz.** Es sollen Verbindungen geschaffen werden von der aktuellen Aufgabe/Situation zu früheren und möglichen späteren Aufgaben/Situationen. Dies geschieht durch Herausarbeiten der allgemeinen Regeln, welche die Aufgaben auf einer übergeordneten Ebene zusammenfassen. Transzendenz ist Voraussetzung für Transfer.

3. **Sinngabung.** Die Lehrperson drückt ihre persönliche Beziehung zur Aufgabe aus und sagt damit, warum die Aufgabe für sie wichtig und interessant ist. Zusätzlich wird die Aufgabe/Situation zu früheren Aufgaben/Situationen in Beziehung gesetzt. Dadurch wird die historisch-kulturelle Dimension unseres Tuns aufgezeigt, was zu einer durch die Kultur begründeten Sinngabung führt.

4. Vermittlung von **Kompetenzgefühl.** Die Lehrperson lässt die Schüler spüren, dass sie Fähigkeiten haben und laufend Fortschritte machen. Dazu stützt sie sich hauptsächlich auf die folgenden didaktischen Mittel:

Sie weist die Schüler explizit auf ihre Fortschritte und Verbesserungen hin. Notfalls drängt sie sie dazu, diese wahrzunehmen. Misserfolgsgewohnte Schüler haben nämlich sich selber gegenüber negative Erwartungen. Sie nehmen nur diejenigen Ereignisse wahr, die ihre negativen Erwartungen bestätigen.

Sie macht die Schüler auf vorhandene Klippen und Fallen aufmerksam, damit sie die entsprechenden Fehler vermeiden können. Der bewusste Umgang mit möglichen Fehlern führt auch zu einer verbesserten metakognitiven Kontrolle. Bei der Besprechung von Fehlern beginnt die Lehrperson mit den positiven Aspekten der Aufgabenlösung. Wurden die Schüler regelmäßig zu lautem Denken aufgefordert, so kann auch auf – im lauten Denken geäußerte – richtige Überlegungen zurückgegriffen werden.

Die Lehrperson vermeidet es, sich selbst in den Vordergrund zu stellen. Dadurch würde der Kompetenzunterschied zu den Schülern nur noch unterstrichen, und schwache Schüler empfinden sich als noch inkompetenter. Um das Kompetenzgefälle zu relativieren, analysiert die Lehrperson nicht nur Fehler der Schüler, sondern auch solche, die ihr selber unterlaufen“ (Büchel u. a., 2002, S. 46 f.).

## 11.2 DELV (Das eigene Lernen verstehen)-Programm

Insgesamt werden acht Übungen, die wiederum aus mehreren Teilen bestehen, vorgestellt. Die Übungen haben absichtlich keinen Bezug zum Schulwissen, damit nicht von vornherein bei negativ besetzten Schulerfahrungen Motivationsverluste entstehen. Mit den Übungen sollen Grundprozesse der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit, des Denkens und Behaltens trainiert und zusätzlich sollen Planung und Kontrolle des eigenen Lernprozesses eingeübt werden.

Grundpfeiler der Übungen ist die Vorstellung, dass nur bei einem „Lernen durch Einsicht“ **und** einem „Lernen durch Selbsterfahrung“ dauerhafte Erfolge möglich sind. „Lernen durch Einsicht verbessert unser Verständnis der Dinge, es hilft uns aber nur wenig, wenn es darum geht, alte Gewohnheiten zu ändern oder neue zu erwerben. Hier hilft nur Lernen durch Selbsterfahrung“ (Büchel/Büchel, 1997, S. 13).

Alle Übungen sind nach dem gleichen Prinzip strukturiert: Vor jeder Übungsgruppe wird eine Anleitung vorangestellt. Hier wird an einem Beispiel gezeigt, wie die Übungen dieser Gruppe gemacht werden können, und vor allem werden für die Art der Durchführung Begründungen geliefert. Es findet also sozusagen ein Modeling statt, wie das *Zimmerman* in der ersten Stufe des Erwerbs einer selbstregulatorischen Fertigkeit beschrieben hat. Zusätzlich werden dem Übenden sowohl die Lernziele klar mitgeteilt als auch lernpsychologisches Hintergrundwissen. Mit dieser Vorarbeit und der daraus hoffentlich erfolgten Einsicht über die Sinnhaftigkeit der vorgeschlagenen Vorgehensweise sollen nun die Einzelübungen bearbeitet werden, die einen aufsteigenden Schwierigkeitsgrad haben. Zusammenfassend dargestellt sieht der Zyklus bei den DELV-Übungen folgendermaßen aus:

1. Das neu zu lernende Verhalten und die zugrunde liegenden Strategien werden mithilfe von ausführlichen schriftlichen Anleitungen modelliert. Die Unterstützung des sozialen Modells wird quasi durch die schriftliche Anleitung ersetzt, wobei die Lehrkraft selbstverständlich bei Lernschwierigkeiten unterstützend eingreifen kann.
2. Die Lernenden imitieren das Zielverhalten durch die Bearbeitung weiterer Einzelübungen, womit die Anwendung einer bestimmten Strategie unter strukturierten Bedingungen – nach *Zimmerman* die Stufe der Selbstkontrolle – verfolgt wird. Die strukturierten Bedingungen liegen vor, da die Gestaltung bzw. Art der Übung nicht verändert wird. Es steigt allerdings das Anforderungsniveau.
3. Die Lernenden übernehmen immer mehr eigene Kontrolle über das Zielverhalten. Bei den schwierigeren Übungen einer Übungsgruppe müssen z. T. auch Transferleistungen von den Lernenden erbracht werden.

Abbildung 1: Übersicht zu den DELV-Übungen

	Bezeichnung und Zweck	Anmerkungen
1.	<p><b>Fenster</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahrnehmung</li> <li>• Langzeitgedächtnis (LZG) aktivieren</li> <li>• Kurzzeitgedächtnis (KZG) entlasten</li> </ul>	„In den <i>Fenstern</i> lernen Sie, Ihre Aufmerksamkeit zu verbessern durch eine präzise Beschreibung dessen, was Sie suchen. Sie lernen auch, Ihre Aufmerksamkeit richtig zu organisieren und Ihr Gedächtnis nicht zu überlasten“ (Büchel u. a., 2002, S. 48).
2.	<p><b>Ergänzungsfiguren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anweisungen lesen</li> <li>• Schlussfolgerungen</li> <li>• KZG entlasten</li> <li>• Kontrollieren und ausführen</li> </ul>	„In den <i>Ergänzungsfiguren</i> üben Sie, Anweisungen genau zu lesen, Ihr Vorgehen zu planen und mögliche Schwierigkeiten vorherzusehen. Sie lernen auch, Ihre Lösungen möglichst wirkungsvoll und einfach zu kontrollieren“ (Büchel u. a., 2002, S. 48).
3.	<p><b>Bildstreifen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innere Vorstellung entwickeln</li> <li>• Hypothesen formulieren</li> <li>• Systematisch vergleichen</li> <li>• Unterschiedliche Ebenen der Informationen festlegen</li> </ul>	„In den <i>Bildstreifen</i> schaffen Sie innere Vorstellungen mithilfe gegebener Teilinformationen. Sie konzentrieren sich auf Leitmotive und natürliche Ordnungsstrukturen. Sie lernen auch, nicht alle gegebene Information für die Problemlösung zu verwenden, sondern einen Teil für deren Kontrolle aufzusparen“ (Büchel u. a., 2002, S. 48).
4.	<p><b>Zeichentafeln</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innere Wiederholung</li> <li>• KZG entlasten</li> </ul>	„Mit den <i>Zeichentafeln</i> lernen Sie, die Modellzeichen kurz und einprägsam zu beschreiben und mehrere Zeichen durch Oberbegriffe zusammenzufassen. Dadurch beschleunigen Sie die Such- und Kontrollprozesse“ (Büchel u. a., 2002, S. 48).
5.	<p><b>Zeichenräder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben vorbereiten</li> <li>• Beziehungen herausstellen</li> <li>• Strategien entdecken</li> </ul>	„Die <i>Zeichenräder</i> sollen Sie dazu anregen, schwierige Probleme genau zu analysieren. Sie lernen, auf Ihre eigenen Gefühle zu achten, spielerisch und kreativ neue Strategien auszuprobieren und sich von alten Denkschemen zu lösen“ (Büchel u. a., 2002, S. 48).
6.	<p><b>Strategische Spiele</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrollieren</li> <li>• KZG entlasten</li> </ul> <p><i>Diese Übung wird in veränderter Form in Kapitel 11.3 vorgestellt.</i></p>	„Planen und Kontrollieren sind zwei wichtige Funktionen des Lernens und Problemlösens. Sie werden deshalb in allen DELV-Blättern mitgeübt. Häufig ist es aber schwierig, das eigene Planen so richtig zu beobachten. Die <i>strategischen Spiele</i> verlangen eine intensive Planung vor der Ausführung. Damit erhalten Sie Gelegenheit, Ihr eigenes Planen in komplexen Problemen zu beobachten und wenn nötig zu verbessern“ (Büchel u. a., 2002, S. 48).
7.	<p><b>Würfel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mentale Operation</li> <li>• Umwandlung einer Figur in eine Verbalisierung</li> <li>• Regeln formulieren</li> </ul>	„Besonders in den technischen Berufen stellt der Umgang mit dreidimensionalen Figuren ein häufiges Problem dar. Dabei ist es wichtig, dass Sie sich gleichzeitig die Figur vorstellen und irgendwelche Operationen daran vornehmen. Das gilt für Schulfächer wie Geometrie oder technisches Zeichnen, es gilt aber auch für praktische Arbeiten, z. B. das Herstellen eines Gegenstandes in Holz oder Eisen. Mit den <i>Würfeln</i> und <i>Würfeltürmen</i> üben Sie, dreidimensionale Figuren in Ihrer Vorstellung zu manipulieren, ohne dabei die Aufmerksamkeit zu überlasten“ (Büchel u. a., 2002, S. 48).
8.	<p><b>Würfeltürme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dreidimensionalität</li> <li>• Beschreibung des Problems</li> <li>• Regeln formulieren</li> <li>• Logische Schlüsse ziehen</li> </ul>	

Die Übungen können durch einen Lernenden alleine bearbeitet werden. Die Autoren empfehlen allerdings die Bearbeitung im Zweierteam, da insbesondere der Austausch untereinander die Bewusstmachung der eingeschlagenen Strategie bzw. der gewählten Vorgehensweise fördern soll und infolgedessen die Reflexion zu den Übungen in der Durchführung „nicht untergeht“.

Es ist aus Sicht der Entwickler des Programms nicht sinnvoll, nur einzelne Übungen herauszugreifen und diese in zeitlich größeren Abständen von den Auszubildenden bearbeiten zu lassen. Andererseits geht es auch nicht darum, sich strikt an das Durcharbeiten des gesamten Programms zu machen. Die konkreten Lernprobleme der Auszubildenden müssen Ausgangspunkt für die Auswahl und die Intensität der Übungen sein.<sup>2</sup> Büchel u. a. selbst haben folgende Vorschläge zur Situierung ihres Programms gemacht:

- a) Während eines Jahres wird pro Woche eine Stunde damit gearbeitet.
- b) DELV wird in einem Block durchgearbeitet, aber in den folgenden Ausbildungsjahren werden die neu entdeckten Strategien immer wieder aufgegriffen und vertieft.
- c) DELV wird im Sandwich-Modell eingesetzt, d. h. 1–3 Lektionen pro Woche und Integration in den normalen Lehrstoff. Hier hat der Pädagoge darauf zu achten, dass die Strategie, die vorab mithilfe der Übung trainiert wurde, auch im Folgenden angewandt werden kann und sie sich als hilfreich erweist. Nicht vergessen werden darf die abschließende Reflexion über die gesammelten Erfahrungen (vgl. Büchel u. a., 2002, S. 43).

## **Erfahrungen mit dem DELV-Programm**

1999 wurde das DELV-Programm vom Schweizer Institut für Berufspädagogik in Zollikofen auf breiter Basis mit Berufsschülern evaluiert. Hierbei zeigte sich, dass „das selbst wahrgenommene Lernverhalten durch das Training aktiver, strategischer und metakognitiver geworden ist“ (Büchel u. a., 2002, S. 37). Die Autoren finden die Bestätigung dessen vor allem im metakognitiven Wissen, in den Vorgängen, mit denen die Vorgänge überwacht werden, sowie in der eigentlichen Funktion des Kurzzeitgedächtnisses. Interessant hierzu sind auch die Beobachtungen, die über die Selbsteinschätzung der Lernenden Aufschluss geben: Sie beurteilten sich in fast allen Zusammenhängen als „aktiver und strategischer nach dem Training“ (Büchel u. a., 2002, S. 37). Darüber hinaus sehen die Probanden ihr eigenes Lernverhalten und das objektive metakognitive Wissen, von den Autoren als „wissenschaftliches Wissen“ bezeichnet, wesentlich differenzierter. Im Vergleich mit einer Kontrollgrup-

---

2 Die Lernfragebögen in Kapitel 5 helfen hier für eine „Bestandsaufnahme“.

pe konnte die Überlegenheit der trainierten Gruppe in der Anwendung von Strategien, aber auch in Lern- und Problemlösesituationen gezeigt werden. Es stellte sich heraus, dass die Stärke des DELV-Trainings vor allem auch in der „Verbesserung der exekutiven Funktionen“ (Büchel u. a., 2002, S. 37) liegt: Die Lernenden sind nach dem Training besser in der Lage, sich beispielsweise bei besonders schwierigen Aufgaben einen kleinen Lösungsplan zu entwerfen, bevor sie an die „eigentliche“ Problemlösung gehen.

Bezogen auf die Auswertung der Evaluation des Programms weisen die Autoren nochmals auf die Wichtigkeit folgender didaktischer Prinzipien hin (siehe dazu Büchel u. a., 2002, S. 44–46):

1. Prinzip der Bewusstmachung der eigenen Lern- und Denkprozesse: Automatische Handlungsvollzüge müssen wieder dem Bewusstsein zugänglich gemacht werden und damit der eigenen Kontrolle.
2. Das Prinzip der entwicklungspsychologischen Anpassung: „Einerseits muss das Schwierigkeitsniveau der Übungen den Möglichkeiten der Schüler angepasst sein, andererseits müssen die Inhalte altersspezifische Erwartungen und Interessen treffen“ (Büchel u. a., 2002, S. 44).
3. Prinzip der Vermeidung von Interferenzen: Alte und neue Strategien dürfen sich nicht überlagern und damit gegenseitig behindern.
4. Prinzip der stufenweisen Vermittlung: Der Auszubildende bekommt eine gezielte Förderung, um im Rahmen seiner Möglichkeiten die nächste Entwicklungsstufe erfolgreich zu durchlaufen.

In unseren Seminarveranstaltungen für Lehramtsstudenten haben wir über mehrere Semester hinweg Übungsgruppen aus dem DELV-Programm eingesetzt. Einerseits haben die Studierenden die Perspektive der Schüler eingenommen, indem sie Übungen selbst bearbeitet haben. Andererseits war die Erprobung immer auch Diskussionsgrundlage dafür, wie das DELV-Programm didaktisch-methodisch im Unterricht eingesetzt werden sollte. Diese Vorgehensweise und die damit verbundenen engagierten Rückmeldungen der Studierenden konnten wir für unsere weitere Seminararbeit konstruktiv nutzen.

In den Seminarveranstaltungen hat sich gezeigt, dass eine Verknüpfung des Kapitels 2.1 (Wie ist unser Gedächtnis aufgebaut?) mit Übungen (z. B. Fenster, Ergänzungsfiguren, Würfel, Würfeltürme) des DELV-Programms sehr sinnvoll ist. Die Modellvorstellungen bezogen auf die menschliche Informationsverarbeitung waren durch Einbindung von DELV-Übungen für die Studierenden „fassbarer“, „einsichtiger“ und „erfahrbar“. So zeigte sich z. B., dass es bei den Würfel- und Würfelturm-Übungen sehr sinnvoll ist, Regeln zu formulieren, wenn irgendwelche Operationen an dreidimensionalen Figuren vorgenommen werden sollen. Zu Beginn der jeweili-

gen Übungsgruppe lösten viele der Studierenden die Aufgaben, ohne zunächst Regeln aufzustellen. Im weiteren Verlauf stellte sich dann aber heraus, dass die Entwicklung von Regeln zur Lösung der Übungen überlegen ist gegenüber einer rein gedanklichen Manipulation, die die Aufmerksamkeit überlastet. Somit zeigte sich auch bei den Studierenden „Lernen durch Einsicht“ und „Lernen durch Selbsterfahrung“.

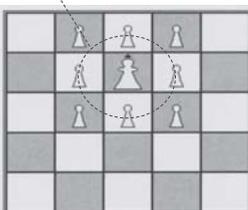
Bezogen auf die schriftliche Anleitung, die jeder Übungsgruppe vorangestellt ist, haben die Rückmeldungen und Diskussionen mit den Studierenden immer wieder gezeigt, dass die schriftlichen Anleitungen sehr sinnvoll sind, jedoch die sprachliche Darstellung sowie der Textumfang ein relativ hohes Anforderungsniveau repräsentieren. Dies hängt selbstverständlich von den konkreten Lern- und Leistungsvoraussetzungen der jeweiligen Lernenden ab und kann infolgedessen nicht verallgemeinert werden. Um die Gefahr der Überforderung der Lernenden zu vermindern und um eine aktive selbstständige Auseinandersetzung mit der Anleitung zu erreichen, stellen wir nachfolgend eine modifizierte Einführung vor. Zum einen haben wir die sprachliche Darstellung verändert sowie den Textumfang deutlich reduziert. Zum anderen verwenden wir ein anderes Beispiel in der Anleitung mit der Zielsetzung „Lernen mit Lösungsbeispielen“ (siehe dazu Kapitel 8). Im Kontext der selbstständigen Auseinandersetzung mit der Anleitung werden die Lernenden daher auch zu schriftlichen Selbsterklärungen aufgefordert.

### 11.3 Strategische Spiele

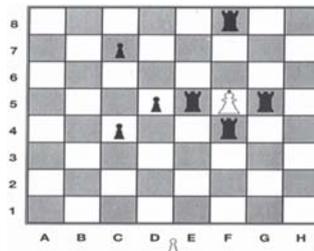
Ziel der einzelnen Spiele ist es, mit dem weißen Bauern auf ein Feld zu gelangen, das direkt an den König angrenzt.

Abbildung 2: Ziel des Spiels und Beispiel für eine Ausgangssituation

Mögliche Zielfelder bezogen auf die Position von dem weißen Bauern



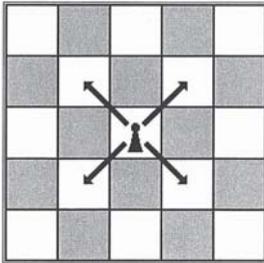
Beispiel für eine Ausgangssituation



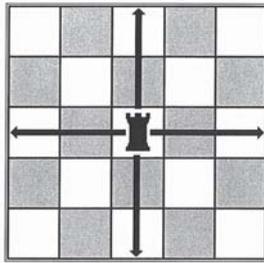
Quelle: Vgl. Büchel/Büchel, 1997, S. 169, 181.

Auf dem Spielfeld befinden sich noch weitere schwarze Figuren, die unterschiedliche Hindernisse darstellen, die den Weg zum weißen König sozusagen blockieren. Für die Figuren bzw. das Spiel gelten die folgenden Spielregeln.

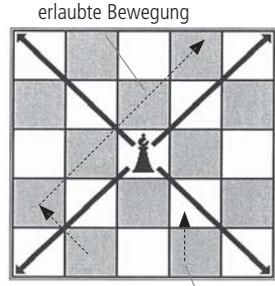
Abbildung 3: Spielregeln „Strategische Spiele“



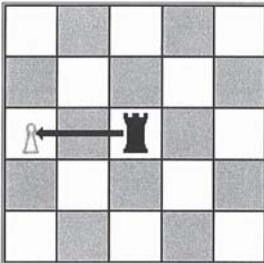
Der schwarze Bauer sendet diagonale Strahlen in die direkt benachbarten Felder mit gleicher Farbe wie sein eigenes Feld.



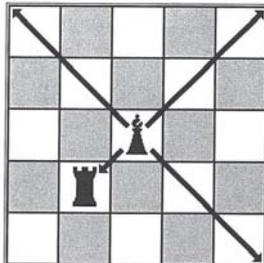
Der Turm sendet horizontale und vertikale Strahlen bis an die Grenzen des Spielfeldes aus.



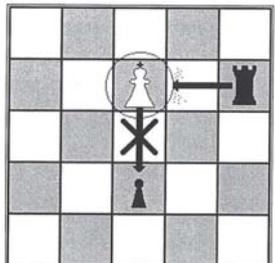
Der Läufer sendet diagonale Strahlen bis an die Grenzen des Spielfeldes aus.



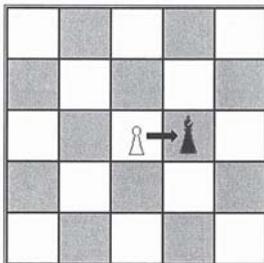
Ein Feld, das von einem Strahl durchquert wird, kann vom weißen Bauern nicht besetzt werden.



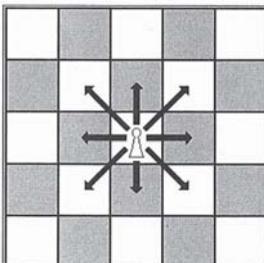
Die Strahlen können Figuren nicht durchdringen.



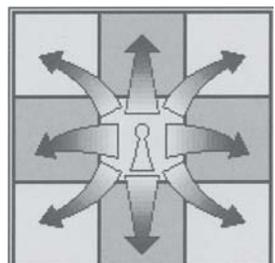
Der König ist gegen Strahlen unempfindlich und sendet selber keine Strahlen aus.



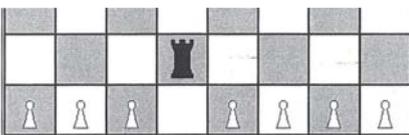
Dringt ein Strahl des weißen Bauern in ein Feld, das von einer schwarzen Figur besetzt wird, so scheidet diese aus dem Spiel aus.



Der weiße Bauer sendet Strahlen in alle direkt benachbarten Felder.



Der weiße Bauer kann gleichzeitig nur einen Schritt in eine beliebige Richtung machen.



Um das Spiel zu beginnen, setzt der Spieler seinen weißen Bauern in ein beliebiges Feld der ersten Reihe, sofern dieses nicht durch eine andere Figur oder durch einen Strahl besetzt ist.

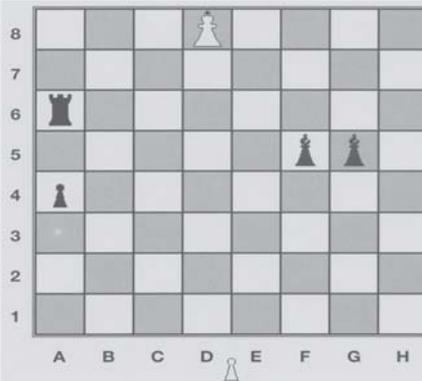
Im Kontext der Problemlöseforschung repräsentieren die „Strategischen Spiele“ gut definierte Probleme. Um diese Einordnung zu verstehen, bedarf es einer kurzen weiteren Erläuterung der Begriffe „Problem“ (siehe dazu auch Kapitel 2.3 und 2.6) und „gut definiert“. Nach *Newell/Simon (1972)* kennzeichnen die folgenden drei Elemente ein Problem:

- „*einen Ausgangszustand*: die unvollständige Information, mit der man anfängt bzw. der unbefriedigende Zustand, in dem man sich befindet,
- *einen Zielzustand*: die Information bzw. den Zustand der Dinge, den man erreichen möchte, und
- *eine Reihe von Operationen*: die Schritte, die vom Ausgangszustand zum Zielzustand führen“ (vgl. *Zimbardo/Gerrig, 1999, S. 296*).

Bei Interpolationsproblemen liegen sowohl Ausgangssituation (siehe oben: Um das Spiel zu beginnen ...) als auch gewünschter Endzustand (Ziel: Mit dem weißen Bauern auf ein Feld zu gelangen, das direkt an den König angrenzt) fest, bei der Durchführung der Lösung stößt man jedoch auf Lücken, die man für eine erfolgreiche Operation überbrücken muss. Bildlich gesprochen: Von zwei gesicherten Polen aus muss der Brückenbau in Angriff genommen werden (vgl. *Aebli, 1981, S. 20*). Bei den „Strategischen Spielen“ geht es somit darum, die richtige Kombination oder Folge aus einer Reihe bekannter Operationen – repräsentiert durch die vorgegebenen Spielregeln – zu finden. Da die Zielkriterien klar sind und der Bekanntheitsgrad der Mittel (Geschlossenheit der Operationen in Form der Spielregeln) hoch ist, spricht man von gut definierten Problemen (vgl. *Dörner, 1987, S. 14*). Es handelt sich aber um ein Problem, da der Spieler sich dennoch Gedanken machen muss: Auf welchem Weg ist das Ziel zu erreichen? Ist der gewählte Weg am besten? Bezogen auf die „Strategischen Spiele“ heißt dies, den Weg mit der geringsten Anzahl an Spielzügen unter Beachtung der Spielregeln zu finden, da es eine große Anzahl an Möglichkeiten gibt.

In der Einführungsphase zu den „Strategischen Spielen“ wird die Anleitung inklusive Lösungsbeispiel zusammen mit den Spielregeln (siehe Abbildung 3) an die Lernenden verteilt.





Quelle: Büchel/Büchel, 1997, S. 177.

Überprüfe, ob du die Aufgabenstellung richtig verstanden hast, indem du sie einem Sitznachbarn mit deinen eigenen Worten erklärst!

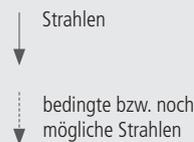
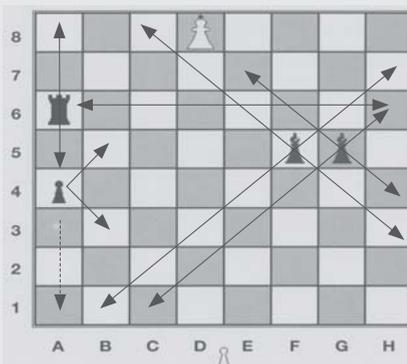
### Strahlen einzeichnen

Deck das folgende Spielfeld-Bild mit einem Blatt Papier ab!

Zeichne zunächst selbstständig die möglichen Strahlen aller Spielfiguren in das oben dargestellte Spielfeld mit einem farbigen Stift ein, bevor du die weitere Lösung analysierst!

Begründe, warum das Einzeichnen der Strahlen sinnvoll ist!

Erkläre den Unterschied zwischen diagonalen und horizontalen sowie vertikalen Strahlen!



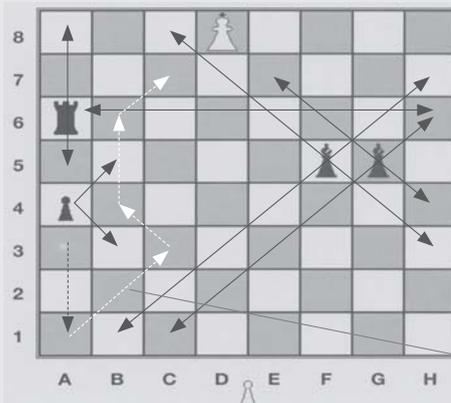
### Schwierigkeiten erkennen

Beschreibe die vorliegende Spielsituation stichwortartig, bevor du die weitere Lösung analysierst!

**Zielfeld bzw. Zielfelder sowie Startfeld bzw. Startfelder ermitteln**

Bei der Betrachtung der Spielsituation fällt auf, dass der horizontale Strahl des Turmes A6 den Zugang zum König versperrt. Damit ist unmittelbar klar, dass der Turm auf jeden Fall beseitigt werden muss. Als Zielfeld – nach der Beseitigung des Turmes – kommt nur C7 in Betracht, da C8, D7 und E7 mit Strahlen besetzt sind und E8 auch nach der Beseitigung des Turmes nicht zugänglich ist, da die diagonalen Strahlen der Läufer F5 und G5 den Weg auf E8 versperren. Zur Beseitigung des Turmes muss das Feld B5 erreicht werden, das aber vom Strahl des schwarzen Bauern besetzt ist. Das heißt, dass zunächst der schwarze Bauer A4 beseitigt werden muss. Als Startfeld kommt nur A1 in Frage, da B1 und C1 mit Strahlen besetzt sind und ein Start von D1, E1, F1, G1 sowie H1 in eine „Sackgasse“ führt, weil der Weg durch Strahlen versperrt ist. Eine mögliche Lösung sieht damit wie folgt aus.

**Lösungsweg einzeichnen**



A1 – B2 – C3 – B4 (schwarzer Bauer A4 beseitigt) – B5 (Turm A6 beseitigt) – B6 – C7

**Lösung begründen**

Warum geht man nicht von A1 direkt nach A3, um den schwarzen Bauern A4 zu beseitigen?

Zeige alternative Wege auf!

Begründe, warum der gewählte Weg der kürzeste ist!

Nach der Einzel- bzw. Partnerbearbeitung der Anleitung inklusive Lösungsbeispiel sollte eine Diskussion im Plenum erfolgen. Ziel der Diskussion ist, dass die eingebundenen Fragen bzw. die ergänzenden Aufgaben thematisiert werden. Wichtig ist dabei, dass die zugrunde liegenden Strategien nicht gelehrt werden, sondern sich

aus der Reflexion generieren (vgl. Büchel u. a., 2002, S. 66). Unter Umständen ist es sinnvoll, dass zunächst weitere Spiele (siehe Abbildung 4) alleine oder in Zweier-teams selbstständig bearbeitet und anschließend in der gesamten Lerngruppe wiederum diskutiert werden, bevor eine Verallgemeinerung bzw. Abstrahierung erfolgt. Die nachfolgenden Hinweise bzw. Ergebnisse müssen also nicht zwangsläufig im Rahmen der ersten Diskussion im Plenum thematisiert werden.

## Reflexionserkenntnisse

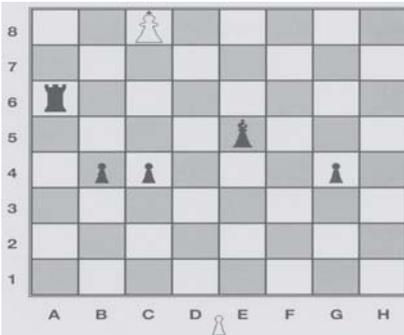
Das Einzeichnen der Strahlen aller Spielfiguren mit einem farbigen Stift ist sinnvoll, da damit eine Veranschaulichung erreicht wird. Damit lässt sich insbesondere gut erkennen, welche Felder überhaupt noch frei sind. Darüber hinaus können aufgabenbedingte Schwierigkeiten (z. B. unüberwindbare Turmstrahlen → Turm beseitigen) besser antizipiert werden, die bei der Lösungssuche zu berücksichtigen sind. Das Einzeichnen der Strahlen entlastet zudem das Kurzzeitgedächtnis, sodass mehr Kapazität für die Lösungsfindung zur Verfügung steht. Eine genaue Analyse der unterschiedlichen Strahlen zeigt, dass diagonale Strahlen überschritten werden können. Dagegen stellen vertikale und horizontale Strahlen undurchdringbare Hindernisse dar. An dem Beispiel lässt sich auch die Nützlichkeit der Visualisierung der bedingten Strahlen zeigen. Würde man bei dem Beispiel direkt von A1 nach A3 gehen, um den schwarzen Bauern A4 zu beseitigen, könnten die Strahlen von dem Turm E6 bis zum Ende des Spielfeldes gesendet werden, die bisher vom schwarzen Bauer A4 geblockt wurden. Der direkte Weg von A1 nach A3 ist daher nicht möglich.

Eine Begründung bzw. Argumentation, warum der gewählte Weg der kürzeste ist, könnte folgendermaßen formuliert werden: Vom Startfeld A1 bis zum Feld B5 besetzt man fünf Felder. Das sind gleich viel wie von B1 zu B5. Daraus lässt sich die allgemeine Regel ableiten, dass diagonale Wege nicht länger sind als vertikale. Da keine horizontalen Züge gemacht wurden (die einzigen, die zusätzliche Felder kosten), werden für den gesamten Weg sieben Felder besetzt. Es kann keinen kürzeren Weg geben, da die direkten Verbindungen von C1 zu C7 bzw. D1 zu D7 bzw. E1 zu E7, die bei der vorliegenden Spielsituation zwar so nicht möglich sind, ebenfalls 7 Felder besetzen würden. Es gibt auch alternative Wege über C4 und C6, jedoch verringert sich die Anzahl der besetzten Felder nicht. Über C4 würde ein Feld mehr besetzt, und über C6 würden ebenfalls wieder sieben Felder zur Lösung führen.

Als übergeordnete Strategie könnte bei diesem Beispiel das „Rückwärtsarbeiten“ im Gegensatz zum „üblichen Vorwärtsarbeiten“ thematisiert werden. Anstatt vom Startfeld zum Zielfeld hin zu überlegen, arbeitet man vom Zielfeld zu einem möglichen Startfeld rückwärts.

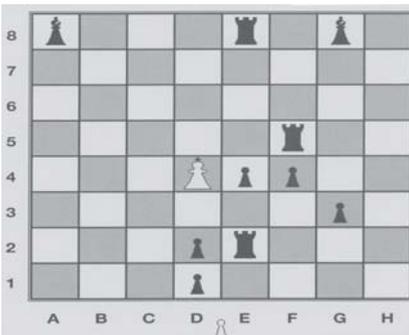
Insgesamt enthält die Übungsgruppe „Strategische Spiele“ ein Beispiel und neun weitere Übungen. Nachfolgend sind noch drei weitere Übungen mit jeweils einem Lösungsweg (i. d. R. gibt es Alternativen) aufgeführt. Die Strahlen sind diesmal noch nicht eingezeichnet, wobei dies im Rahmen der Bearbeitung unbedingt erfolgen sollte.

Abbildung 4: Vertiefende Übungen mit möglichem Lösungsweg

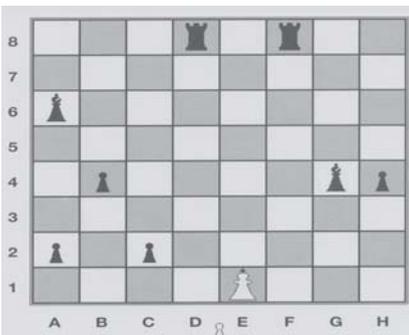


E1 – E2 – E3 – E4 (Läufer E5 beseitigt) – D4 (schwarzer Bauer C4 beseitigt) – C4 (schwarzer Bauer B4 beseitigt) – B5 (Turm A6 beseitigt) – B6 – B7

Die horizontale Passage durch D4 ist unausweichlich.



F1 (Turm E2 beseitigt) – G2 (schwarzer Bauer G3 beseitigt) – H3 – G4 (schwarzer Bauer F4 sowie Turm F5 beseitigt) – G5 – G6 – G7 (Läufer G8 beseitigt) – F7 (Turm E8 beseitigt) – E6 – E5



C1 (schwarzer Bauer C2 beseitigt) – B2 (schwarzer Bauer A2 beseitigt) – B3 (schwarzer Bauer B4 beseitigt) – C5 – C6 – C7 (Turm D8 beseitigt) – D6 – D5 – D4 – E3 – D2

Bei diesem Spiel ist die Frage interessant, ob die Beseitigung des Läufers A6 zu einem kürzeren Weg führt oder nicht. Wird dieser Läufer beseitigt, ist der Rückweg von C7 über D3 möglich. Diese Alternative ist aber gleich lang wie die Wege über C3 oder E3.

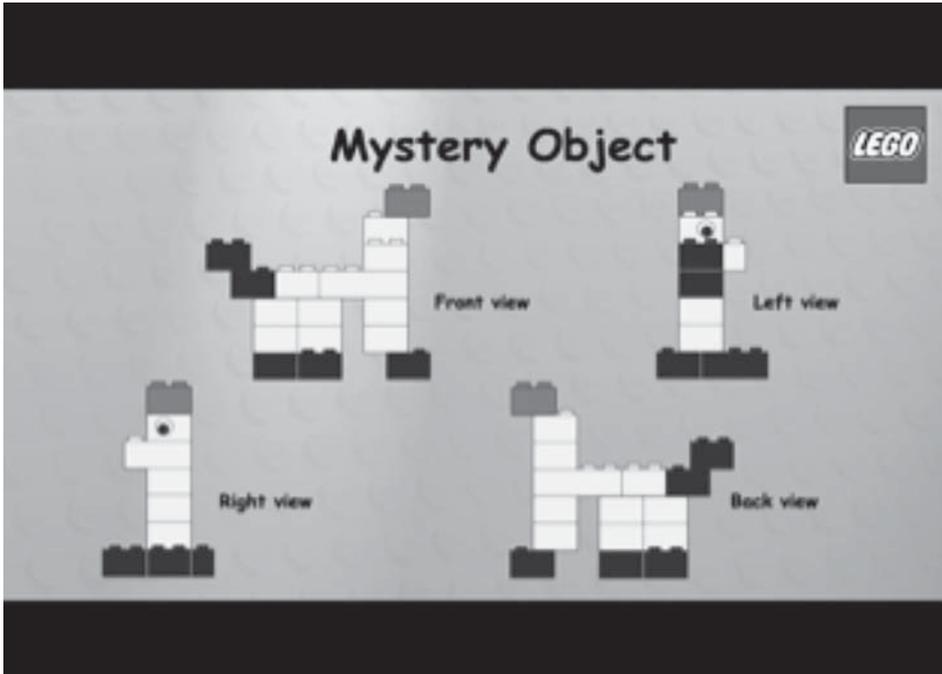
Quelle: Büchel/Büchel, 1997, S. 179, 185, 189.

## 11.4 Mystery Object

Die Bedeutung von dreidimensionalen Figuren, die konstruiert, manipuliert oder dokumentiert werden müssen, ist bei den DELV-Übungen schon hervorgehoben worden und dort dementsprechend mit zwei Übungsgruppen berücksichtigt. Da die Manipulationen bei den DELV-Übungen gedanklich vorgenommen werden müssen, genau dieses aber vielen Auszubildenden schwerfällt, möchten wir hier eine kleine Übung vorstellen, durch die man „handgreiflich“ zur Lösung kommen kann. Diese Übung bietet sich daher als Einleitung zu den DELV-Übungen „Würfel“ oder „Würfeltürme“ an. Das Mystery Object kann aber auch ohne die Kombination mit den o. g. DELV-Übungen eingesetzt werden.

Die folgende Aufgabe ist durch Entwicklungspsychologen des bekannten Spielzeugherstellers LEGO entwickelt worden, um zu zeigen, dass Kinder durch den spielerischen Umgang mit den LEGO-Bausteinen nicht nur ihre motorischen Fertigkeiten und Fähigkeiten weiterentwickeln, indem sie die Bausteine zusammenstecken, sondern damit auch Lernprozesse initiiert werden können.

Abbildung 5: Mystery Object



Die Aufgabe besteht darin, mit den verschiedenfarbigen sowie unterschiedlich großen Bausteinen<sup>3</sup> ein räumliches Objekt zu konstruieren.

Die handelnde, also aktive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand – dem Mystery Object – kann in ganz unterschiedlicher Weise erfolgen. Das Handeln von Kindern besteht beim Mystery Object z. B. aus dem Spielen, aus dem Erforschen im Sinne von Ausprobieren, aus dem Konstruieren im Sinne von Trial and Error etc., bis ein für die Kinder zufriedenstellendes Ergebnis vorliegt, d. h., das strategische Denken und Handeln sowie das zielgerichtete Reflektieren ist entsprechend dem Entwicklungsstand ausgeprägt. Beim Einsatz dieser Aufgabe in der Berufsschule oder im Ausbildungsbetrieb steht selbstverständlich nicht der spielerische Aspekt im Vordergrund, wobei sich bei der Erprobung mit Erwachsenen gezeigt hat, dass die spielerische Ausgangssituation motivierenden Einfluss hat. Auszubildende gehen bei dieser Aufgabe i. d. R. selbstbewusst davon aus, dass sie die Aufgabe problemlos bewältigen, und möchten infolgedessen sofort loslegen. Vor dem Beginn muss die Lehrkraft deshalb darauf hinweisen, dass nicht das fertige Mystery Object alleine im Vordergrund steht, sondern eine strategische sowie zielgerichtete Vorgehensweise für die Konstruktion zu entwickeln ist. Zur Auswertung der Aufgabe sollten die Lernenden daher den Lösungsweg dokumentieren und begründen. Eine Einbindung der Aufgabe in das Lerntagebuch (siehe Kapitel 6) ist somit besonders zweckmäßig.

### Mögliche Vorgehensweisen und Aspekte der Bearbeitung

1. Im vorliegenden Fall ist die Anzahl der Bausteine (des Baumaterials) nicht sehr umfangreich, sodass die Prüfung der Vollständigkeit des „Baumaterials“ nicht explizit erforderlich ist. Bei größeren Projekten sollte der Problemlöser jedoch zunächst prüfen, ob das Material überhaupt vollständig ist.  
Eine derartige Vorgehensweise ist auch für berufliche Aufgaben, z. B. den Aufbau eines Möbelstücks aus einer Vielzahl von Einzelteilen, sinnvoll.
2. Unabhängig von der Prüfung der Vollständigkeit des „Baumaterials“ ist es sinnvoll, dass sich der Problemlöser vor der eigentlichen Konstruktion einen Überblick verschafft, indem er das vorhandene Material sortiert bzw. nach Größe und Farbe klassifiziert. Somit wird er in der Konzentration auf die gegebenen Ansichten und der daraus abzuleitenden Konstruktion nicht durch die Suche nach den jeweiligen Bausteinen gestört.

---

3 Bestellungen der benötigten Legosteine – sieben gelbe 2x2-Steine, einen gelben 2x2-Stein mit zwei Augen (gegenüberliegende Seiten), einen gelben 2x3-Stein, einen gelben 2x4-Stein, einen roten 2x2-Stein, vier schwarze 2x2-Steine, einen schwarzen 2x3-Stein – können z. B. unter der Internetadresse [www.lego.de](http://www.lego.de) vorgenommen werden.

3. Vor der Beantwortung der Frage „Wie will ich vorgehen?“ muss der Problemlöser klären:

Was heißt überhaupt Vorderansicht, Seitenansicht etc.?

Dies muss der Bearbeiter verstehen, da sonst keine zielgerichtete Vorgehensweise und auch keine Überprüfung des Konstruktionsergebnisses möglich ist.

Der Problemlöser wählt z. B. die Strategie, das Objekt von unten beginnend Schicht für Schicht aufzubauen. Er beginnt z. B. mit der Vorderansicht und legt die ersten Steine hin, da sie in der untersten Schicht ja nicht auf darunterliegenden Steine aufgesteckt werden können.

Danach „begibt“ er sich in die anderen Ansichten (jeweils in der gleichen Reihenfolge) und überprüft, ob er die richtigen Steine ausgewählt hat oder ob die Auswahl korrigiert werden muss. Bei dieser kleinschrittigen Vorgehensweise (Schicht für Schicht, von unten nach oben, Betrachtung aller Ansichten jeweils in der gleichen Reihenfolge) wird der Problemlöser erkennen, dass es unterschiedliche Fugen zwischen den Bausteinen gibt:

- glatte Fuge → kein Versatz in den anderen Ansichten,
- Knöpfe sichtbar → Versatz.

Diese Erkenntnis kann

- zu einer Bestätigung der bisherigen Vorgehensweise führen, denn eine Zuhilfenahme der weiteren Ansichten ist notwendig.
- zu der Entscheidung führen, mit den einfachsten Fugen, also denen ohne seitlichen Versatz, neu zu beginnen. Damit würde der Problemlöser den Berg an Baumaterial bereits abtragen und den Pool an potenziellen Fehlerquellen minimieren.

Ferner kann die o. g. Erkenntnis unter Umständen dazu führen, dass der Problemlöser seine Strategie optimiert und damit die Bearbeitung ökonomischer gestaltet: Fuge in der Vorderansicht glatt → kein Versatz → Betrachtung der Rückansicht → Fuge ist auch in der Rückansicht glatt → keine Kontrolle der Seitenansichten nötig

Andererseits weist die Darstellung von Knöpfen in der Vorder- oder Rückansicht auf die Notwendigkeit der Zuhilfenahme der Seitenansichten hin.

Die beschriebenen Vorgehensweisen beinhalten auf jeden Fall eine fortschreitende Kontrolle während des Aufbaus, d. h., es werden Teilziele kontrolliert und Fehler frühestmöglich korrigiert und nicht erst am Schluss der Bearbeitung.

Bei einer ausschließlichen Kontrolle am Schluss der Bearbeitung stellt man ungünstigstenfalls fest, dass in einer mittleren Schicht falsche Bausteine verwendet worden sind. Man kann dann quasi von vorne beginnen, weil die Korrektur eine Zerlegung des Objekts voraussetzt.

## Literatur

- Aebli, H.: Denken: das Ordnen des Tuns, Band II: Denkprozesse. Stuttgart 1981
- Büchel, F./Büchel, P.: Das eigene Lernen verstehen, 2. Auflage. Aarau 1997
- Büchel, F./Grassi, A./Scharnhorst, U./Ghilardi, M.: Die Evaluation des DELV-Programmes bei Schülerinnen und Schülern in der beruflichen Ausbildung. Schweizerisches Institut für Berufspädagogik (SIBP) (Hrsg.). SIBP Schriftenreihe Nummer 16. Zollikofen 2002
- Dörner, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung, 3. Auflage. Stuttgart 1987
- Hasselhorn, M.: Kategoriales Organisieren bei Kindern. Göttingen 1996
- Newell, A./Simon, H. A.: Human problem solving. Englewood Cliffs 1972
- Spörer, N./Brunstein, J. C.: Erfassung selbstregulierten Lernens mit Selbstberichtsverfahren. Ein Überblick zum Stand der Forschung. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 20 (2006), 3, S. 147–160
- Vygotskij, L. S.: Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press. Cambridge 1978
- Zimbardo, P. G./Gerrig, R. J.: Psychologie, 7. Auflage. Berlin/Heidelberg 1999
- Zimmerman, B. J.: Attaining self-regulation. A social cognitive perspective. In: Boekaerts, M./Pintrich, P. R./Zeidner (Eds.): Handbook of self-regulation. Academic Press. San Diego 2000, S. 13–39

The aim of vocational training is to impart the competence of a skilled worker to trainees. Trainees should be able to use their knowledge in flexible ways in various situations, steer and control their own learning and handle difficult technical problems on their own.

In order to achieve this, trainers and vocational school teachers need psychological background knowledge and a set of in-depth tools for shaping teaching and learning processes.

This methodology manual outlines for the first time for instructors in the vocational training sector

- the steps involved in learning processes,
- which learning strategies can be used and
- which learning techniques are suitable for vocational education and training.

The authors present the current state of research into learning psychology and provide readers background information on the steps involved in learning processes.

From learning diaries to learning rules, the methodology manual provides numerous examples for the use of suitable forms of learning.