

**Vernetzt – Verlinkt – Verloren?**  
**Hinweise zum Lehren und Lernen mit Hypertexten**

Dissertation  
zur  
Erlangung der akademischen Grades  
Doctor philosophiae (Dr. phil.)  
der Philosophischen Fakultät  
der Universität Rostock

vorgelegt von

Peggy Nikelski, geb. am 26. November 1969 in Stollberg (Erzgebirge)  
aus Wolkwitz

Rostock, den 21. Juli 2008

Datum der Verteidigung:

30. November 2009

Namen der Gutachter:

1. Prof. Dr. Wolfgang Sucharowski  
Institut für Germanistik  
Lehrstuhl für sprachliche Kommunikation und  
Kommunikationsstörungen der Universität  
Rostock
2. Prof. Dr. Alke Martens  
Institut für Informatik der Universität Rostock
3. Prof. Dr. Hartmut Jonas  
Institut für Deutsche Philologie der  
Ernst Moritz-Arndt Universität Greifswald

# Inhaltsverzeichnis (Übersicht)

<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
1. Anliegen	7
2. Hintergründe	7
3. Stand der Forschung	9
4. Fragestellungen	10
5. Architektur der Dissertationsschrift	10
6. Vermutungen	11
<b>Teil A Hypertext – ein Baukasten ohne Bastelanleitung? Hypertexteigenschaften und ihre Auswirkungen auf Lehren und Lernen</b>	<b>13</b>
Inhaltsverzeichnis Teil A	15
1. Einführung	17
2. Hypertext: Das Ganze und seine Teile	22
3. Besonderheiten von Hypertext in seiner Eigenschaft als computerbasiertes Lernmedium	31
4. Besonderheiten von Hypertext in seiner Eigenschaft als Text	35
5. Hypertextnutzung – Chance oder Risiko?	41
6. Orientierungssicherheit und kognitive Entlastung beim Lernen mit Hypertext	44
7. Hypertext – Ein Informationsbaukasten ohne Bastelanleitung: Zusammenfassung von Teil A	48
<b>Teil B Kognitionspsychologische Grundlagen und praktische Vorschläge für systematisches Vorgehen (Strategien) zum problemlösenden, selbstgesteuerten Lernen mit Hypertext</b>	<b>53</b>
Inhaltsverzeichnis Teil B	55
1. Einführung	57
2. Modelle zum Denken und Problemlösen	63
3. Wissensrepräsentation im Gedächtnis	70
4. Der Informationsverarbeitungsprozess	98
5. Heuristische Strategien zum problemlösenden Lernen mit Hypertext	102
6. Systematisch Probleme lösen: Zusammenfassung von Teil B	110
<b>Teil C Vernetzt – verlinkt – verloren? Hinweise zum problemlösenden Lehren und Lernen mit Hypertexten</b>	<b>117</b>
Inhaltsverzeichnis Teil C	119
1. Einführung	121
2. Bedingungsanalyse zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lehren und Lernen mit Hypertexten	122
3. Mit Hypertext denken lernen – Hinweise zur Unterrichtssteuerung für Lehrer/innen zur Gestaltung geeigneter Lernsituationen	131
4. Hinweise zur Gestaltung von Lernphasen	148
5. Lernen in Strukturen – strukturiertes Lernen: Zusammenfassung von Teil C	164
<b>Ergebnisse</b>	<b>167</b>
<b>Anhang</b>	<b>179</b>
Literaturverzeichnis	181
Abbildungsverzeichnis	187
Selbständigkeitserklärung	189
Danksagung	191



Ich bin sicher: Die derzeitige Aufgeregtheit über die Einführung neuer Medien an unseren Schulen wird sich bald legen. Die Benutzung des Computers in der Schule wird in kurzer Zeit so selbstverständlich sein wie die Benutzung der Tafel oder des Taschenrechners. Die Grundfertigkeiten, die die Schule vermittelt – also das Lesen, Schreiben und Rechnen – werden schon bald durch eine weitere ergänzt sein: das Verstehen, Beurteilen und Verarbeiten medialer Zeichensysteme. Worum geht es dann aber? Es ist zunächst einmal falsch zu glauben, die neuen Medien und ihre künstlichen Welten würden uns Menschen schon automatisch Wissen vermitteln. Tatsächlich akkumulieren und servieren sie Millionen von Informationschnipseln. Sie schaffen aus sich heraus aber keine Ordnung, wenn wir sie ihnen nicht selber eingeben oder abfordern.

(HERZOG 1998)

## Einleitung



# 1. Anliegen

Gewiss sind seit den Überlegungen von Roman Herzog einige Jahre vergangen. Um so erstaunlicher ist, wie gültig die Aussagen geblieben sind – und wie wenig beachtet. Nenne ich das Thema der Dissertation, folgt zumeist zuerst die Frage nach der geeigneten Software (und noch immer nach der verfügbaren Hardware) an den Schulen. Daran schließen sich in der Regel Diskussionen über die gute oder die böse Technik an – die uns weiterhilft oder der wir verfallen sind. Oder es wird erzählt, wie unmöglich es ist, im traditionellen 45-Minuten-Takt-Unterricht die Möglichkeiten der Computertechnik sinnvoll auszunutzen. Zunächst sind meine Gesprächspartner/innen mitunter enttäuscht, wenn ich ihnen mitteile, dass mein Thema nicht ist, ob die sogenannten Neuen Medien gut oder schlecht sind, ob sie eingesetzt werden sollten oder nicht, ob der Unterricht dafür geeignet ist oder nicht. In meiner Kindheit hörte ich manchmal den Zirkuspruch: „Das Leben ist wie ein Bär, entweder du bestimmst ihn oder er bestimmt dich“. Ähnlich verhält es sich mit den neuen Medien. Entweder wir Pädagog/innen bestimmen, wo diese Technik in dem von uns nach pädagogischen Gesichtspunkten geplanten Unterricht ihren Platz hat, oder die Technik bestimmt unseren Unterricht. Ich habe mich für die erste Variante entschieden.

Um mich mit der Frage auseinander zu setzen, wie Neue Medien sinnvoll in schulischen Unterricht eingebunden werden können, habe ich in dieser Arbeit das vielfältige Angebot von Neuen Medien eingeschränkt auf sogenannte Hypertexte<sup>1</sup>. Bekannt ist die Hypertextstruktur z. B. aus dem Internet oder aus Hilfeprogrammen – z. B. bei *Word*. Hypertextstrukturen bieten viele Informationen an, aus denen die Nutzer/innen das für sich geeignete Informationsmaterial herausuchen. Hypertextstrukturen „akkumulieren und servieren ... Millionen von Informationsschnipseln. Sie schaffen aus sich heraus aber keine Ordnung, wenn wir sie ihnen nicht selber eingeben oder abfordern“ (s.o.). Das als Hypertext Bezeichnete beschreibt daher eine Textform, die immer bedeutender wird.

# 2. Hintergründe

Das Problem ist: Lernen mit Hypertexten ist schwierig. Auch hier trifft die Überlegung von Roman HERZOG zu: Um mit Neuen Medien erfolgreich zu lernen, müssen die Lernenden zusätzlich zum Verstehen des Inhaltes ihren Lernweg planen und Informationen auswählen. Sie müssen Ordnung in die „Informationsschnipselberge“ bringen. Die Freiheit beim Wählen aus medialen Informationsangeboten ist daher eng verbunden mit der Verantwortung, dieses bewusst und systematisch zu tun. Was in der Theorie zunächst einfach klingt, ist in der Praxis kompliziert.

---

<sup>1</sup> Der Begriff „Hypertext“ wird synonym zum Begriff „Hypertextbasis“ benutzt. Er meint nicht das gesamte Hypertextsystem. Als Hypertextsystem wird „das Zusammenspiel der verschiedenen Software-Teile“ bezeichnet (KUHLEN 1991, S. 18). Dazu gehören neben der hier als Hypertext bezeichneten Datenbasis z. B. noch das Hypertext-Managementsystem und Komponenten zum Zugriff auf bzw. zum Aufbau von Hypertextbasen. Ein Hypertext (eine Hypertextbasis) ist „der materiale Teil eines Hypertextsystems, der Teil, in dem die Gegenstände des Objektbereichs in entsprechenden Einheiten dargestellt und verknüpft sind“ (KUHLEN 1991, S. 17 f.).

TERGAN (1997, S. 917) beschreibt enttäuschte Erwartungen aus dem Einsatz von Hypertexten so:

Es wurde erwartet, daß Lernen mit hypertextbasierten Systemen effektiver sei, weil diese selbstgesteuerte aktive und kognitive Prozesse ermöglichen und damit eher als lineare Texte ein vertieftes Verstehen des dargestellten Sachverhaltes unterstützen würden (Konstruktivismus-Annahme). Empirische Befunde sowie theoretische Analysen und Erklärungen beobachteter Ergebnisse relativieren diese Grundannahme.

Warum ist es so? Formen die Menschen sich gerade eine computerbasierte Textform, die sie letzten Endes nicht nutzen können? Eine Textform, die nicht verstehbar ist, nicht dem Lebenslangen Lernen dient – ja: es geradezu behindert?

In der Forschung werden darauf verschiedene Antworten gegeben. Diese Arbeit folgt den Annahmen von TERGAN (1995, 1997). Er bietet zwei Theorien dafür an, warum die Erwartungen an die Möglichkeiten von Hypertexten als Lehr- und Lernmedium<sup>2</sup> enttäuscht wurden. In der einen Theorie nennt er als Grund, dass die Erwartungen eher konservativ sind und nicht zur neuen Struktur des Mediums passen. Er schreibt (1997, S. 918), dass sich

die Hypertext-/Hypermedia-Forschung bisher weitgehend einseitig an der Situation schulischen Lernens und am methodischen Paradigma der Textforschung orientiert hat. So stehen bei empirischen Untersuchungen mit Hypertext-/Hypermedia-Systemen in der Regel das Verstehen, Behalten und Erinnern eines vergleichsweise wenig umfangreichen, gut strukturierten und in sich abgeschlossenen Sachverhalts im Vordergrund. [...] Hypertext-/Hypermediadesign dient primär der Unterstützung des Verstehens und Behaltens des per Hyperdokument dargestellten Sachverhaltes. [...] Der für Hypertexte und Hypermedien herausgestellte Vorteil, daß Lernende eigene Ziele und Interessen selbstgesteuert verfolgen können, wird nicht untersucht.

In der anderen Theorie benennt TERGAN (1995, S. 11 ff.) Schwierigkeiten, die Lernende beim Benutzen von Hypertexten/Hypermedien haben. Dabei wird deutlich, dass ihnen oft Methoden fehlen, um die neuen Möglichkeiten von Hypertexten zu nutzen. Als Antwort auf die oben gestellte Frage lässt sich darauf aufbauend annehmen, dass Hypertexte/Hypermedien keine lernbehindernden Medien sind. Sie funktionieren jedoch anders als traditionell textbasierte Medien und sind daher auf ihre Potentiale im Bereich des selbstgesteuerten, problemlösenden Lernens zu untersuchen. Um die Chancen des Mediums wirksam werden zu lassen, müssen die für dieses Medium typischen Lerner Schwernisse bekannt sein und berücksichtigt werden. Weiterhin sollten Strategien<sup>3</sup> für Lernende vorgeschlagen werden, mit denen die Vorteile des Mediums ausgenutzt werden können.

Doch nicht nur das Lernen mit Hypertexten ist schwierig, auch das Lehren erscheint ungewohnt. Hypertext ist schwer in den Schulalltag einzubauen. Üblicherweise nutzen Lehrer hierarchisch gegliederte Medien wie z. B. Vorträge, Lehrbuchtexte und Filme. Bei der Verwendung dieser Medien kennen sie in der Regel den Rezeptionsweg der Schüler/innen und den rezipierten Inhalt und sie wissen, zu welchem Ergebnis sie kommen müssten. Ein solches Vorgehen ist beim Lehren mit Hypertexten schlecht möglich und wenig sinnvoll. Wie sollen sie aber statt dessen Hypertexte im Unterricht einsetzen?

---

<sup>2</sup> Hypertexte werden weniger zum Lehren im Sinne von Unterweisung genutzt, sondern dienen eher als Recherchemedium in selbstgesteuerten Lernprozessen. Daher wird folgend in der Regel der Begriff „Lernmedium“ für Hypertexte/Hypermedien verwendet.

<sup>3</sup> In dieser Arbeit wird häufig der Begriff „Strategie“ genutzt. Gemeint sind damit Handlungssequenzen zum Erreichen eines Zieles. Sie setzen sich aus einzelnen Denkprozessen zusammen und basieren auf Regeln, die den Lernenden bekannt sind (vgl. FRIEDRICH 1997, S. 97; MANDL u. a. 1998).

### 3. Stand der Forschung

Bisher gibt die Forschung auf diese für pädagogisches Handeln entscheidenden Fragen keine Antwort. Es existieren nur Bruchstücke dieser notwendigen Grundlagen.

Die Meinungen, wie neue Medien Lernen beeinflussen, schwanken noch immer zwischen Skepsis und Euphorie. Während einige eher skeptisch reagieren, wie zum Beispiel der Pädagoge Hartmut v. HENTIG (1997, 2002), sehen andere die Möglichkeiten von Hypertext/Hypermedia fast euphorisch, wie zum Beispiel der Informationswissenschaftler Rainer KUHLEN (1991) oder der Erziehungswissenschaftler Hermann ASTLEITNER (1997). Psychologische Forschungen polarisieren die Wirkungen von Hypermedia seltener. Aber auch ihre Forschungsergebnisse können von Pädagog/innen schwer genutzt werden. Grund ist, dass die Psycholog/innen und Informationswissenschaftler/innen meist eine Lernsituationen mit zwei Beteiligten vor Augen haben – mit Lernenden und Lernmedium. Durch die Vernachlässigung der Lehrperson und ihrer Rolle werden Lehrende verunsichert. Einige fürchten, dass sie überflüssig werden und/oder beharren auf ihrer Rolle als Zielgebende und Faktenvermittler. Die Vorteile des Mediums können auf diese Weise nur wenig für schulische Zwecke genutzt werden.

Zudem werden in psychologischen Untersuchungen zum Lernen mit Hypertexten i. d. R. Wissensbehaltentests durchgeführt – das Lernen von Faktenwissen wird thematisiert. Die Entwicklung von Handlungskompetenz<sup>4</sup> der Lernenden, die es den Lernenden erlaubt, sich selbst systematisch Wissen anzueignen und es kritisch zu nutzen, wird in psychologischen Forschungen kaum berücksichtigt. Ausnahmen bilden die Arbeiten von Wissenschaftler/innen, die Lernen mit Hypertexten unter dem Blick konstruktivistischer Lerntheorien betrachten (z. B. GRÄSEL u.a., 1997) oder die explizit auf die Defizite der psychologischen Forschungen hinweisen (z. B. TERGAN, 1995, 1997).

Insgesamt erscheinen die Forschungsergebnisse zur Eigenart von Hypertext und zu seinen Nutzungsmöglichkeiten und -folgen für die pädagogische Nutzung noch problematisch, da

1. ein wesentlicher Anteil der Untersuchungen zum Lernen mit Hypertext curriculare Nutzung nicht berücksichtigt,
2. empirische Forschungen zur Nutzung von Hypertext v. a. seine Möglichkeiten zur Unterstützung von Textverstehen, Textbehalten und Erinnern und nicht seine Möglichkeiten zur Problemlösung, zum Entdecken und zur Selbstorganisation von Lernen prüfen.

Es besteht ein dringender Bedarf an pädagogisch orientierten Untersuchungen, die zunächst theoretisch ergründen, wann, wozu und wie im schulischen Unterricht Hypertext sinnvoll eingesetzt werden kann.

---

<sup>4</sup> Handlungskompetenz wird als umfassender Begriff genutzt, der besagt, dass eine Person in bestimmten Handlungssituationen bestehen kann. Darin ist Lernkompetenz als Handeln in Lernsituationen eingeschlossen (vgl. LEHMANN, NIEKE 2001).

## 4. Fragestellungen

Mit dieser Arbeit sollen die Ergebnisse aus Psychologie und Informatik in pädagogische Handlungszusammenhänge hineingedacht werden. Im Ergebnis werden mögliche Wirkungen von Hypertext herausgearbeitet und Lernsituationen beschrieben, in denen das Medium zur Ausbildung von Handlungskompetenzen der Schüler/innen genutzt werden kann. Pädagogisch interessante Fragen, die diesen Denkraum umreißen, sind zum Beispiel:

- Welche Möglichkeiten bietet Hypertext für Lernende? Kann durch Hypertexte selbstgesteuertes<sup>5</sup>, problemlösendes Lernen unterstützt werden?
- Wann und wie kann Hypertext im Unterricht eingesetzt werden? Wie ist Unterricht, egal ob traditionell oder frei, mit all seinen unterschiedlichen Lernsituationen zu gestalten, damit die Technik den Schüler/innen beim Lernen dient und sie lernen, die Technik für ihre Interessen zu nutzen?
- Was müssen die Lernenden wissen und können, um die Möglichkeiten von Hypertext beim selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen zu nutzen?

Nicht diskutiert werden alternative Wege zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen. Diese Diskussion wird vernachlässigt, da nicht das Abwägen verschiedener Wege das Anliegen dieser Arbeit ist, sondern die Prüfung eines Weges. Das selbstgesteuerte, problemlösende Lernen ist eine Variante, die neben ebenfalls möglichen Varianten des angeleiteten Lehrens und Lernens ihre Berechtigung hat.

Neu an diesem Ansatz ist dabei vor allem, dass Hypertext nicht als Medium zum Auswendiglernen eingesetzt werden soll, sondern als Informationsmaterial das selbstgesteuerte, problemlösende Lernen fördern soll. Und das so, dass auf wissenschaftlicher Grundlage ganz konkrete Hinweise zur Gestaltung unterschiedlicher Lernsituationen und Lernphasen (Einstieg, Erarbeitung ...) gegeben werden können.

## 5. Architektur der Dissertationsschrift

In ihrer Gestaltung folgt die Dissertationsschrift den oben genannten drei Hauptfragen. Jeder Frage wird ein Teil gewidmet. In *Teil A* werden die typischen Eigenschaften von Hypertext untersucht. In *Teil B* wird auf Grundlage von kognitionspsychologischen Theorien erarbeitet, welche Anforderungen sich an die Lernenden ergeben, wenn sie mit „solchen“ Texten arbeiten. Im Gesamtkontext dieser Arbeit ist Teil B als Bindeglied zwischen den Aussagen über die Eigenart von Hypertext aus dem Teil A und den Hinweisen zu seiner Verwendung im Unterricht in Teil C zu verstehen. In *Teil C* werden die Ergebnisse der Teile A und B genutzt, um Hinweise zu geben, wie und wann Hypertexte im Unterricht hilfreich sind. Jeder Teil enthält einleitend Aussagen

---

<sup>5</sup> Um die entscheidenden Potentiale von Hypertexten vor Augen zu führen, wird folgend die Bezeichnung „selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen“ verwendet. Der Aspekt der Selbststeuerung betont dabei, dass die Lernenden zunehmend Verantwortung für die Steuerung ihres Lernprozesses übernehmen und Lehrende zunehmend ihre Steuerung an die Lernenden übertragen. Der Begriff der Problemlösung zielt auf die psychologischen Bedingungen des Lernprozesses und benennt die Lernsituation, in der Lernende ihr Wissen nicht in der gewohnten Art und Weise nutzen können (Routine), sondern nach Lösungen suchen müssen. Zur Einordnung der Begriffe siehe auch B/1.3 und B/2.

zum Anliegen und zum Vorgehen. Dabei funktionieren die Teile A und B als theoretische Säulen des eher praxisorientierten Teils C.

Die Dissertationsschrift ist aus didaktischen Gründen so angelegt, dass die einzelnen Teile auch separat gelesen werden können. Der hierarchischen Architektur der Dissertationsschrift zufolge sind zum Verständnis jedoch oft Inhalte aus den vorangegangenen Teilen wichtig. Um diese semantischen Zusammenhänge herstellen zu können, wird bewusst mit Mitteln der Redundanz in Form von Wiederholungen, Zusammenfassungen und Querverweisen gearbeitet.

## 6. Vermutungen

**Hypothese 1:** Wenn Hypertexte als neue Medien zum Lehren und Lernen angesehen werden, dann werden sie grundlegend andere Strukturen aufweisen, als von herkömmlichen computerbasierten Unterrichtsmedien und eher hierarchischen Lehrtexten bekannt ist. Der strukturelle Aufbau von Hypertexten ist zu untersuchen und mit computerbasierten Unterrichtsmedien und Lehrbuchtexten zu vergleichen.

**Hypothese 2:** Wenn Hypertexte eine grundlegend andere Struktur als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte aufweisen, dann ist anzunehmen, dass sie anders rezipiert werden. Entsprechende Unterschiede in der Rezeption und damit verbundene positive und negative Auswirkungen sind zu erarbeiten.

**Hypothese 3:** Wenn Hypertexte anders rezipiert werden als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte, dann ist anzunehmen, dass auch eine für Hypertexte typische Rezeptionsleistung erbracht werden muss, um die Potenziale des Mediums zu nutzen. Es ist zu prüfen, welche Strategien, die beim Rezipieren herkömmlicher Unterrichtsmedien und hierarchischer Texte ausgebildet werden, übernommen werden können, wo neue Strategien entwickelt werden müssen und ob es Bereiche gibt, in denen entsprechende Strategien bereits ausgebildet werden.

**Hypothese 4:** Wenn Strategien zum Denken im Allgemeinen und zum Problemlösen im Besonderen geeignet sein können, um die Nutzung von Hypertexten als Unterrichtsmedien zu erleichtern, so wird es Modelle geben, die anschaulich machen, wie vorhandenes Wissen im Gedächtnis strukturiert ist, welche Bedingungen selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen beeinflussen und welche kognitiven Voraussetzungen zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen nötig sind. Entsprechende Modelle sind zu beschreiben und auf ihre Anwendbarkeit für Lernprozesse mit Hypertext zu prüfen.

**Hypothese 5:** Wenn in Modellen und Theorien typische Strukturen von Problemsituationen beschrieben werden, dann kann anhand des Modells geprüft werden, für welche Problemsituationen Hypertexte zur Problemlösung geeignet sind. Die Modelle und Theorien der kognitiven Psychologie zum Problemlösen sind darauf zu prüfen, ob die Struktur von Hypertext geeignet erscheint, um die Problemlösung zu unterstützen.

**Hypothese 6:** Wenn in Modellen und Theorien Strukturen des Wissens beschrieben werden, dann können diese Strukturen als Grundlage für eine einfache Orientierung im Wissen und zur Organisation von Wissen dienen. Es ist zu prüfen, welche Denkprozesse dazu nötig sind. Es ist zu untersuchen, welche Möglichkeiten und Grenzen diese Denkprozesse für eine sichere und

belastungsarme Orientierung in Hypertexten und für die Gliederung der aus Hypertexten gefundenen Informationen bieten.

**Hypothese 7:** Wenn in Modellen und Theorien Strategien beschrieben werden, mit denen in Problemsituationen auf einen komplex strukturierten Wissensvorrat zugegriffen werden kann, dann können diese Strategien auch genutzt werden, um in Problemsituationen auf einen komplex strukturierten Informationsvorrat im Hypertext zuzugreifen. Entsprechende Prinzipien sind herauszuarbeiten und in ihren Möglichkeiten und Grenzen bezogen auf selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen mit Hypertext zu beschreiben.

**Hypothese 8:** Wenn Hypertexte anders strukturiert sind und anders gelesen werden müssen als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte, dann ist anzunehmen, dass Hypertexte im schulischen Unterricht nur für entsprechende Lernziele nützlich sein werden. Es sind Kriterien zu entwickeln, nach denen die Eignung von Hypertext für Lernziele geprüft werden kann.

**Hypothese 9:** Wenn Hypertexte anders strukturiert sind und anders gelesen werden müssen als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte, dann ist anzunehmen, dass Hypertexte im schulischen Unterricht für entsprechende Lerngegenstände nützlich sein werden. Es sind Kriterien zu entwickeln, nach denen die Eignung von Hypertext für konkrete Lerngegenstände geprüft werden kann.

**Hypothese 10:** Wenn Hypertexte anders strukturiert sind und anders gelesen werden müssen als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte, dann ist anzunehmen, dass Hypertexte im schulischen Unterricht für entsprechende Unterrichtsmethoden nützlich sein werden. Es sind Kriterien zu entwickeln, nach denen die Eignung von Hypertext für verschiedene Unterrichtsmethoden geprüft werden kann.

Navigation ist die Kunst, für komplexe Strukturen einfache Lösungen zu schaffen.

(HOFER und ZIMMERMANN, 2004)

## **Teil A**

# **Hypertext – ein Baukasten ohne Bastelanleitung? Hypertexteigenschaften und ihre Auswirkungen auf Lehren und Lernen**



# Inhaltsverzeichnis Teil A

<b>1. Einführung</b>	<b>17</b>
1.1. Anliegen	17
1.2. Einordnung und Grenzen	17
1.3. Vorgehen	19
1.4. Begriffe und Definitionen: Multimedia – Hypermedia – Hypertext	19
1.4.1. Hypertexte	19
1.4.2. Worin unterscheiden sich Hypertexte von Hypermedien und Multimedia?	20
<b>2. Hypertext: Das Ganze und seine Teile</b>	<b>22</b>
2.1. Das Ganze: Der Hypertext	22
2.2. Bestandteile von Hypertexten	23
2.2.1. Links	23
2.2.2. Knoten	25
2.3. Vom Link zum Knoten – Informationszugriff in Hypertexten	27
2.3.1. Zugriff über Informationsangebote: Datenbank, Index und Browser	27
2.3.2. Informationszugriff über assoziative Links	29
<b>3. Besonderheiten von Hypertext in seiner Eigenschaft als computerbasiertes Lernmedium</b>	<b>31</b>
3.1. Hypertext im Kontext der Entwicklung von computerbasierten Lernmedien	31
3.2. Fazit: Kann mit Hypertexten genauso gelernt werden wie mit traditionellen Lehrmedien?	33
<b>4. Besonderheiten von Hypertext in seiner Eigenschaft als Text</b>	<b>35</b>
4.1. Hypertext im Kontext der Entwicklung von Texten	35
4.2. Textzusammenhalt bei Hypertext	36
4.2.1. Mittel des Textzusammenhaltes	36
4.2.2. Mittel zum Erzeugen von Textzusammenhalt in Hypertexten	37
4.3. Fazit: Können Hypertexte genauso gelesen/verstanden werden wie hierarchische Texte?	39
<b>5. Hypertextnutzung – Chance oder Risiko?</b>	<b>41</b>
5.1. Sonnenseiten beim Lernen mit Hypertexten	41
5.2. Schattenseiten beim Lernen mit Hypertexten	41
5.2.1. Orientierungsprobleme	41
5.2.2. Kognitive Überlast	42
5.3. Hypertextnutzung – Chance oder Risiko? Zusammenfassung	43
<b>6. Orientierungssicherheit und kognitive Entlastung beim Lernen mit Hypertext</b>	<b>44</b>
6.1. Wo Licht ist, da ist auch Schatten – Die Sonnenseiten von Hypertext als Ursache seiner schwierigen Verwendung	44
6.2. Umgehen mit Informationen beim Lernen mit Hypertext	45
<b>7. Hypertext – Ein Informationsbaukasten ohne Bastelanleitung: Zusammenfassung von Teil A</b>	<b>48</b>
7.1. Typische Merkmale von Hypertexten	48
7.2. Erwartete positive Folgen der Hypertextnutzung für Lernprozesse	50
7.3. Erwartete negative Folgen – Welche Nachteile können die typischen Eigenschaften für die Nutzung haben?	51
7.4. Handlungsmöglichkeiten	52



# 1. Einführung

## 1.1. Anliegen

Ziel der Arbeit ist es, Vorschläge für die Gestaltung von schulischem Unterricht zu erarbeiten – für Unterricht, in dem Schüler/innen selbständig Probleme lösen und dafür Hypertexte nutzen. Um Hinweise zu geben, wie ein solcher Unterricht aussehen kann, ist zunächst eine theoretische Basis nötig. Sie besteht aus zwei Teilen. Einem, der analysiert, was Hypertext ist und wie mit diesem Lernmedium gearbeitet werden kann, und einem, in dem analysiert wird, wie Lernen funktioniert und worauf besonders beim selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen geachtet werden sollte. Im Rahmen dessen hat dieses Kapitel die Funktion der Medienanalyse. Es wird darum gehen, wozu Hypertexte sinnvoll eingesetzt werden können. Für Pädagog/innen werden Hinweise darauf gegeben, für welche Lehrziele, Inhalte und Methoden Hypertext überhaupt geeignet ist. Es wird weiterhin darum gehen, wie mit Hypertext gelernt werden kann. In diesem Zusammenhang werden Aussagen dazu getroffen, was Schüler bereits wissen und können müssen, um das Medium selbständig zu nutzen.

Wozu und auf welche Weise Medien wie z. B. Hypertexte zum Lehren und Lernen eingesetzt werden können, ist abhängig von ihren typischen Eigenschaften und deren Wirkung auf den Lernprozess und damit auch auf die Gestaltung des Unterrichts. Nun ist aber das Eigenartige (Typische) an Neuem mitunter schwer zu entdecken. Daher beginnt diese Arbeit über den Einsatz von Hypertext für schulisches Lehren und Lernen mit der Suche nach Antworten auf folgende Fragen:

1. Was sind Hypertexte/Hypermedien? Woraus bestehen sie?
2. Was haben Hypertexte mit anderen computerbasierten Medien wie z. B. Lernprogrammen gemeinsam? Worin unterscheiden sie sich? Was bedeutet das für den Lernprozess und damit auch für den Lehrprozess?
3. Was haben Hypertexte mit anderen Lehrtexten gemeinsam, und worin unterscheiden sie sich? Was bedeutet das für den Lehr- und Lernprozess?

Durch die in den Punkten 2 und 3 angesprochenen Vergleiche soll herausgearbeitet werden, welches Wissen und Können Lernende bereits im Umgang mit anderen Medien erworben haben und beim Lernen mit Hypertext einsetzen können beziehungsweise welche Lernvoraussetzungen Lernende anhand anderer Medien weniger ausbilden konnten und wozu diese beim Lernen mit Hypertext wichtig sind.

Abschließend wird herausgearbeitet, welches Wissen und Können Lernende benötigen, um die lernhemmenden oder lernerschwerenden Wirkungen von Hypertexten zu meistern, so dass sie dessen lernfördernden Wirkungen „hemmungslos“ ausnutzen können. Dazu werden entgegen den oft gepriesenen Vorteilen des Mediums Hypertext dessen „Schattenseiten“ zur Sprache gebracht.

## 1.2. Einordnung und Grenzen

Die gestellten Fragen können unter verschiedenen Perspektiven betrachtet und auf verschiedenen Wegen weitergedacht werden. Zur Eingrenzung der weiteren Ausführungen werden die entscheidenden Weggabelungen und die an ihnen getroffenen Entscheidungen hier genannt.

### ***Software designen oder Software nutzen?***

Hypermedien als Lehr-Lernmaterialien werden vor allem unter

- Designgesichtspunkten (Wie sollten Hypermedien gestaltet werden?) und
- Nutzungsgesichtspunkten (Wie und wozu können Hypermedien angewandt werden?)

betrachtet.

Diese Arbeit ist auf die Nutzerperspektive ausgerichtet, weil sie Vorschläge zur angemessenen Gestaltung des Unterrichts zum Ziel hat. Als Nutzer/innen gelten die Lehrer/innen und Schüler/innen, die gemeinsam im Unterricht Hypertexte/Hypermedien verwenden.

### ***Hypertext als literarischer Text oder als Lehrtext?***

In dieser Arbeit wird *Hypertext als Lehr-Lernmaterial* im Sinne eines Lehrtextes verstanden. In diesem Zusammenhang wird er hauptsächlich als Medium zur Informationssuche / Informationsbeschaffung verwendet. Künstlerische und ästhetische Überlegungen werden nicht berücksichtigt.

### ***Betonung der medialen oder der strukturellen Komponente?***

Untersuchungen zur Nutzung von Hypertexten/Hypermedien lassen sich unterscheiden in

- Untersuchungen zur Wirkung der Medialität (Wie wirken Parallelangebote von Text, Film, Bild auf Lernprozesse?) und
- Untersuchungen zur Wirkung der Netzstruktur.

In dieser Arbeit wird die Wirkung der Netzstruktur von Hypertexten/Hypermedien thematisiert. Dieser Ansatz ist wichtig, um Strategien zum Lernen mit nichtlinear aufbereiteten Informationen zu entwickeln. Der multimediale Aspekt (Wann benötige ich eine textuelle, wann eine bildlich präsentierte Information? Wie kann ich damit am besten lernen?) wird in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

### ***Offene Hypertexte oder geschlossene Hypertexte?***

Als offene Hypertexte gelten z. B. Online-Texte, die sozusagen grenzenlos sind. Bei ihnen werden viele Hypertexte zu einem umfassenden „Docuversum“ (WALLAMSBERGER 1995) verbunden. Geschlossene Hypertexte unterscheiden sich von offenen vor allem darin, dass sie endlich sind. Zur Gruppe der geschlossenen Hypertexte zählen z. B. die sogenannten „Offenen Lernsysteme“. Sie gehören mit den Lernprogrammen zu den Lernumgebungen:

Als Lernumgebung werden sowohl Lernprogramme mit geführten Lernwegen als auch offene Lernsysteme verstanden. Sie sollten durch multimediale Aufbereitung mehrkanaliges Lernen ermöglichen. (MEDIENPÄDAGOGISCHES ZENTRUM M-V 1999, S. 8 f.)

In offenen Lernsystemen wie beispielsweise Hypertexten werden „hypermedial aufbereitete Datenbestände zu einem inhaltlich geschlossenen Themenbereich“ angeboten (ebd., S. 9).

Im Unterschied zu ebenfalls geschlossenen hypermedial aufbereiteten Datenbeständen wie z. B. Lexik-ROMs sind die offenen Lernumgebungen thematisch enger eingegrenzt und oft auch didaktisch aufbereitet. Diese Arbeit bezieht sich auf geschlossene Hypertexte und darin besonders

auf offene Lernumgebungen. Als Beispiel wird folgend die Software „Winnie ist Feuer und Flamme“ (Cornelsen Software GmbH & Co., Berlin 2001)<sup>6</sup> genutzt.

### 1.3. Vorgehen

Die unter Punkt 1.1 formulierten inhaltlichen Fragen zu strukturellen, medialen und textlich-semantischen Eigenarten von Hypertext und deren Auswirkungen auf Lehr- und Lernprozesse sollen beantwortet werden, indem formal in drei Schritten vorgegangen wird:

- Im ersten Schritt wird die Aufmerksamkeit ganz auf das Medium Hypertext selbst gelenkt.
- Im zweiten Schritt steht nicht die medienimmanente Betrachtung im Vordergrund, sondern das Medium wird aus zwei verschiedenen Perspektiven angeschaut. Aus der einen Perspektive wird es als Beispiel für einen Text gesehen, aus der anderen als Beispiel für computerbasierte Lehr-Lernmedien. Abschließend werden die Ergebnisse genutzt, um Prognosen zu geben, wozu und wie Hypertexte zum Lernen genutzt werden können.
- Im letzten Schritt werden die Ergebnisse der beiden ersten Schritte zusammengefasst. Im Vordergrund stehen dabei die Risiken der Mediennutzung und deren Vermeidung. Damit enthält dieses Kapitel präskriptive Elemente, die in die Teile B (Kognitionspsychologie) und C (Pädagogik) hinüberleiten.

### 1.4. Begriffe und Definitionen: Multimedia – Hypermedia – Hypertext

#### 1.4.1. Hypertexte<sup>7</sup>

Student/innen, denen das Medium Hypertext noch weitgehend fremd war, wurden mit einem Hypertextbeispiel konfrontiert und gefragt, was denn für sie diese Texte kennzeichnet. Als charakteristische Eigenschaft nannten die Student/innen spontan das simultane Angebot verschiedener Informationen. Damit lagen sie sehr dicht an einer Hypertextdefinition von T. NELSON, dem „Vater des Hypertextbegriffs“. Er beschrieb Hypertext (NELSON 1967, S. 195) als

a combination of natural language text with the computer's capacity for interactive branching or dynamic display [...] of a nonlinear text [...] which cannot be printed on a conventional page.

Diese Definition bleibt beschreibend (deskriptiv). Sie nennt keine möglichen Folgen und keine nötigen Voraussetzungen. Um in das einzuführen, was in dieser Arbeit als Hypertext verstanden

---

<sup>6</sup> Hinweise zu dieser Software finden sich im Internet:  
<http://www.learn-line.nrw.de/angebote/gsunterrichtsskizzen/info/feuerwehr.html#medium>  
<http://www.lernsoftware.de/katalog/lernsoftware/sachkunde/software.htm>  
<http://www.cornelsen.de/cgi/WebObjects/KatalogPlus.woa/wo/3.77.0.9.0.0.1.1.0.1.1.0?49,53>

<sup>7</sup> Aussagen dazu, was Hypertexte sind und wie sie funktionieren, beziehen sich nicht auf eine konkret vorhandene Softwarevariante, sondern entwerfen auf abstrakterer Ebene einen fiktiven, idealtypischen Hypertext. Die Aussagen dazu, welche Merkmale einen solchen idealtypischen Hypertext kennzeichnen, können durch empirische Untersuchungen verschiedener Designvarianten oder durch Auswertung von Literatur über Designmöglichkeiten und ihre Wirkungen erfolgen. Hier wurde die Literaturanalyse gewählt, da das Softwareangebot sehr breit ist und eine praktische Analyse entweder nur einen exemplarischen Fall von Hypertext analysieren könnte oder viele verschiedene Dokumente systematisch und sehr aufwendig verglichen werden müssten. Gegen eine exemplarische Bearbeitung sprach, dass Hypertexte noch sehr verschieden sind und ein typisches Exempel schwer herausgesucht werden konnte. Weiterhin bietet ein konkreter Hypertext als Analysebasis die Gefahr, den Inhalt in die Analyse einzubeziehen. Hier steht die Struktur im Vordergrund, daher wurde das abstraktere Vorgehen gewählt.

wird, und um die Ursachen und Wirkungen von Hypertexten/Hypermedien aufzeigen zu können, werden ausgehend von dieser beschreibenden Definition folgende Fragen vertieft:

- Was ist mit „nonlinear text“ gemeint? Was sind seine Ursachen und Wirkungen?
- Worin unterscheidet sich Hypertext von Hypermedia und Multimedia?

Was ist mit „nonlinear text“ gemeint?

Hypertext ähnelt, um ein vertrautes Bild zu benutzen, Baukästen ohne Bastelanleitung. Sie bieten Bausteine für Gedankengebäude an, aus denen man auswählen und die man zusammenbauen kann. Aber sie enthalten keine Anleitung, wie Baustein mit Baustein zu einem großen Werk zusammengefügt werden soll. Ebenso wie diese Baukästen enthalten Hypertexte keine Anleitung, wann welche Seite zu lesen ist. Während linear strukturierte Texte bereits nach einer Bauanleitung leserorientiert zusammengesetzt sind, können im Hypertext Lesende oft zwischen verschiedenen Möglichkeiten zum Weiterlesen wählen.

Gewiss: Bei linearen Texten gibt es Wahlmöglichkeiten, beispielsweise ob die angebotene Fußnote oder Endnote aufgesucht wird. Es gibt Vorausdeutungen wie beispielsweise Direktverweise im Sinne von „siehe Seite 27“ oder „wie auf Seite 32 erklärt“. Der lineare Weg von Seite zu Seite kann verlassen werden. Aber es gibt den linearen Weg. Für Hypertexte ist eine solche Struktur nicht geeignet. Natürlich gibt es elektronische Texte, die hauptsächlich mit Folgeseitenverweisen oder mit Verweisen zu Literatur oder Fußnoten arbeiten. Sie greifen damit Verweisformen auf, wie sie aus linearen Papiertexten bekannt sind. Sie bleiben so auch in ihrer Struktur linear und nutzen die Möglichkeiten von Hypertext im Sinne der nicht-linearen Verbindung von Textteilen nicht aus. In Hypertexten gibt es den vorgegebenen eher linearen Leseweg entweder gar nicht oder nicht vorrangig.

Im Hypertext sind statt dessen verschiedene Informationen simultan vorhanden und verfügbar. Diese Existenz gleichberechtigter Lesealternativen wird als Nichtlinearität bezeichnet. Ihre Struktur wird als Netz beschrieben. Als Präsentationsplattform solcher nichtlinearer Strukturen ist der Computer eher geeignet als beispielsweise das Buch, denn im Computer können die Informationen sehr schnell miteinander verbunden werden.

#### **1.4.2. Worin unterscheiden sich Hypertexte von Hypermedien und Multimedia?**

##### ***Multi-Media***

Hypertextualität bezieht sich auf die Netzstruktur computerpräsentierter Informationen. Mit „Multimedia“ ist die mediale Art und Weise der Präsentation gemeint. Typisch für Multimedialität ist, dass zeitunabhängige (statische) Medien wie Text, Grafik, Bilder, Tabellen mit zeitabhängigen (dynamischen) Medien wie Animation, Video, Audio-Medien auf einer Präsentationsplattform verwendet werden (vgl. GLOWALLA und HÄFELE 1997, S. 418). Ein Buch mit Bildern wäre nach dieser Definition noch nicht multimedial, denn in ihm sind allein statische Medien wie Texte und Bilder kombiniert. Ein Film mit Untertiteln erfüllt hingegen bereits den Anspruch von Multimedialität.

##### ***Hyper-Media***

In Hypermedia soll das Typische von Hypertext mit dem Typischen von Multimedia zusammengebracht werden. Vom Hypertext wird seine Netzstruktur übernommen, von Multimedia die Kombination statischer und dynamischer medialer Darbietungen auf einer computerbasierten Präsentationsplattform.

Ein Hypermedia-System zeichnet sich ... dadurch aus, dass einerseits Informationen mit unterschiedlichen Medien dargeboten werden können (Multimedialität) und andererseits diese Informationen hierarchisch oder assoziativ miteinander verknüpft sind (Hypertextfunktionalität). (GLOWALLA und HÄFELE 1997, S. 418)

NIELSEN (1996, S. 5) nennt daher Hypermedia „multimedialer Hypertext“.

Im Vergleich von Hypermedia mit Hypertext wird deutlich, dass die Gemeinsamkeit von Hypertexten und Hypermedien ihre computerbasierte und nichtlineare Struktur ist. Unterschiedlich ist, dass bei Hypermedia Text, Ton, Bewegtbild, Animation u. a. enthalten sein können, während Hypertexte streng genommen nur aus zeitunabhängigen Medien bestehen.

Mitunter werden die Begriffe Hypermedia und interaktives Multimedia synonym genutzt. Interaktivität meint, dass die Nutzer/innen die Datenbasis des Mediums beeinflussen können. Der Begriff bezeichnet das, was durch die nichtlineare Struktur möglich ist – die Entscheidung zwischen verschiedenen Lesewegen.

## 2. Hypertext: Das Ganze und seine Teile

### 2.1. Das Ganze: Der Hypertext

Hier wird zunächst ein Gesamtbild des Mediums entworfen, indem es sowohl als Ganzes als auch differenzierter in seinen Teilen beschrieben wird. Aufbauend auf den Ergebnissen werden Prognosen dazu gegeben, welche Auswirkungen diese Struktur auf Lernprozesse haben kann.

Hypertexte als Ganzes bestehen aus zwei Teilkomponenten, den Knoten (informationelle Einheiten, *nodes*) und den Links (elektronische Verweise)<sup>8</sup>. Ein Knoten ist das, was die Nutzer/innen sehen, wenn sie eine Hypertextseite aufgerufen haben. Links sind die Elemente, mit denen von Inhalt zu Inhalt gesprungen werden kann. Links werden zum Beispiel genutzt, um einen Knoten aufzurufen und wieder zu verlassen. Es gibt verschiedene Varianten von Knoten und Links, auf die folgend eingegangen wird. Für den Blick auf das Ganze Hypertext ist wichtig, dass durch die Links die formale Organisation und durch die Knoten die inhaltliche Aufbereitung des Hypertextes bestimmt wird. In ihrem Zusammenspiel sind Links und Knoten verantwortlich für die vielleicht wichtigste Eigenschaft der Hypertexte – ihre Interaktivität.

Interaktivität beschreibt die Beeinflussung des Inhaltes (der Datenbasis) durch die Nutzer/innen. Die Einflussmöglichkeiten der Nutzer/innen reichen von der Entscheidungsfreiheit, welcher Knoten durch welchen Link aktiviert wird, bis zur Möglichkeit, Verweise und/oder Knoten hinzufügen bzw. löschen zu können.

Wie ein Hypertext gelesen wird, hängt vor allem davon ab, welche Möglichkeiten der Knotenauswahl die Nutzer/innen haben. GERDES (1997, S. 26 f.) fasst die verschiedenen Prinzipien zu drei Grundmustern zusammen, „aus deren Kombination sich jeder konkrete Hypertext zusammensetzt“. Diese Grundmuster sind:

- Verknüpfungen nach dem Prinzip der Linearität: In dieser Struktur sind die Knoten über Links aneinandergereiht, so dass ein Knoten dem nächsten folgt. Texte, in denen lineare Strukturen dominieren, sind keine Hypertexte.
- Verknüpfungen nach dem Prinzip der Hierarchie: Diese erlauben nach JONASSEN (1986) einen Informationszugriff nur von „oben nach unten“ – von einem hierarchisch höheren auf einen hierarchisch niederen Knoten<sup>9</sup>. In Abbildung 1 sind Zusammenschlüsse von Knoten erkennbar, durch die auch Cluster gebildet werden können. Cluster als zusammengefasste Knoten funktionieren als geordnete, übersichtliche und thematisch geschlossene „Überknoten“. Nach KUHLEN (1991, S. 33) widerspricht aber eine streng hierarchische Struktur dem Prinzip der Informationsvernetzung.
- Verknüpfungen nach dem Prinzip des Netzes: Diese Strukturen bestehen aus einer losen Sammlung von Knoten, die durch Links sozusagen „querbeet“ verbunden werden. Besonders diese komplexe Struktur scheint die Orientierung im Hypertext zu erschweren.

---

<sup>8</sup> In dieser Arbeit werden die Bezeichnungen „Knoten“ für die Informationseinheiten und „Links“ (synonym: Verweise, Verbindungen) für die Verweise verwendet. Diese Bezeichnungen sind allgemein bekannt und erhöhen die Verständlichkeit des Textes.

<sup>9</sup> Zum Beispiel sieht JONASSEN (1986) die von einem hierarchisch höheren zu einem hierarchisch niederen Knoten führende Hypertextstruktur als Anwendung von AUSUBELS Induktionstheorie. Systematisch erforscht und ausgebaut wurde dieses hier als Induktionstheorie bezeichnete Vorgehen in der „Organizer“- Lehre von AUSUBEL (AUSUBEL 1974, S. 15).

Die einzelnen Strukturen können so miteinander kombiniert werden, dass im Ganzen entweder ein eher unstrukturierter Hypertext oder ein eher strukturierter Hypertext vorliegt.

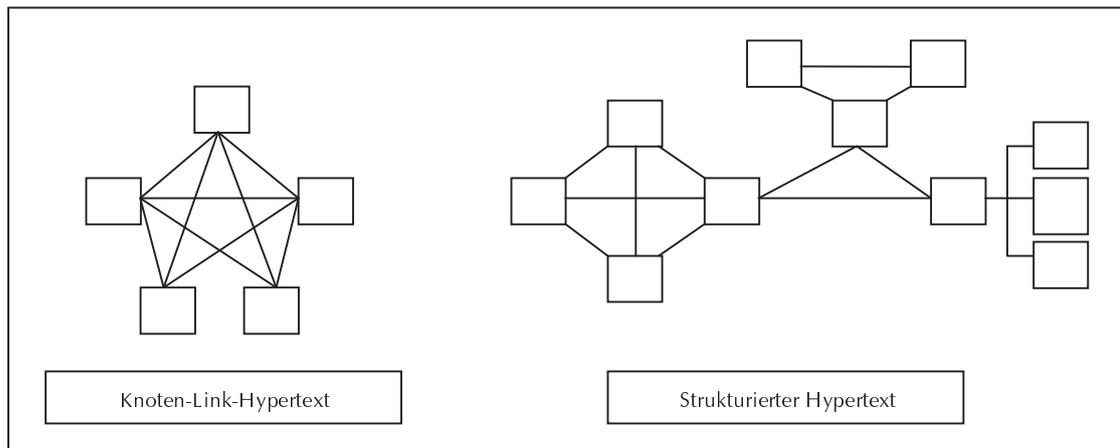


Abb. 1: Abbildung aus GERDES 1997, S. 26: Darstellung eines unstrukturierten Hypertextes, in dem von jedem Knoten auf jeden Knoten zugegriffen werden kann, und eines strukturierten Hypertextes, in dem Knoten zu mehreren Clustern (Gruppen) zusammengefasst sind. Innerhalb der Cluster bestehen lineare, hierarchische, vernetzte Beziehungen. Die Cluster sind untereinander vernetzt.

Zusammengefasst werden als charakteristische Eigenschaften für Hypertexte/Hypermedien ihre vernetzte Struktur und ihre Interaktivität angesehen. Differenzierter können Hypertexte/Hypermedien beschrieben werden als Informationsmaterialien, die gekennzeichnet sind durch:

- computerbasierte Vernetzung von Informationseinheiten (allgemein als Knoten, engl. nodes, bei KUHLEN 1991 als „informationelle Einheit“ bezeichnet) und
- den Einsatz von elektronischen Verbindungen (Links, Verweisen)
- zum Erreichen einer benutzergesteuerten interaktiven Form des Informationszugriffs.

## 2.2. Bestandteile von Hypertexten

### 2.2.1. Links

Links<sup>10</sup> verbinden Informationen zu Informationsnetzen. Wenn man sich die Knoten als Informationsinseln vorstellt, sind die Links die Wasserstraßen, über die man zu den Inseln gelangen kann. Durch die Links wird das freie Bewegen (Navigieren) der Nutzer/innen im Hypertextnetz erst möglich.

Links in Hypertexten können drei Funktionen erfüllen:

- technische Funktion: Sie verweisen zwischen zwei oder mehreren Knoten.
- inhaltliche Funktion: Verweise können Inhaltsträger sein, z. B. wenn der Verweis ein Wort in einem Text ist.

<sup>10</sup> Als Literatur zu Eigenschaften und Klassifikationen von Links und Knoten wurden herangezogen: CATLIN, BUSH, YANKLOVICH 1989, CONKLIN 1987, DILLON u. a. 1993, FUHR 1990, GERDES 1997, Gloor 1990, HAAKE u. a. 1991, HORN 1989, IRLER, BARBIERI 1991, KUHLEN 1991, LANDOW 1992, NIELSEN 1996, SCHNUPP 1992, WINTER 1998.

- strukturelle Funktion: Sie können auf der Oberfläche des Textes Strukturfunktionen/Verknüpfungsfunktionen übernehmen.

Vom Design der Links ist abhängig, wie sich die Nutzer/innen im Text bewegen können. Es hat entscheidenden Einfluss auf Rezeptionseigenschaften wie zum Beispiel Komplexität, Übersichtlichkeit und Handhabbarkeit der Hypertextes. Es ist für Nutzer/innen daher wichtig, verschiedene Linktypen zu kennen und anwenden zu können.

Aus nutzerorientierter Sicht können Links ihrer Funktion und nach ihrer Sichtbarkeit klassifiziert werden. Der Aspekt der Funktion, die ein Link im Hypertext erfüllt, ist entscheidend, um das Besondere der Hypertextualität zu verstehen. Der Aspekt der Sichtbarkeit von Links wird dargestellt, weil er für die pädagogische Nutzung wichtig ist. Es gibt Unterrichtssoftware, bei der Lehrer/innen mitunter selbst Einfluss nehmen können, indem sie in einigen Hypertexten die Linkanzeige ein- oder ausstellen können.

Weiterhin können Links nach ihrer Reichweite in intrahypertextuelle Links (Verweise innerhalb eines Knotens), interhypertextuelle Links (Verweise zwischen zwei Knoten eines Hypertextes) und extrahypertextuelle Links (Verweise zwischen zwei Hypertexten) eingeteilt werden. In dieser Arbeit werden extrahypertextuelle Links nicht berücksichtigt.

### **Funktion**

Das entscheidende Kriterium ist, ob durch die Links die Beziehung zwischen dem Ausgangsknoten und dem Zielknoten direkt benannt wird oder nicht. Eine direkte Benennung wäre z. B. „Knoten Z (Zielknoten) enthält ein Beispiel zu Knoten A (Ausgangsknoten)“. Solche typisierten Verknüpfungen sollen der Strukturierung von Hypertexten dienen (vgl. zum Beispiel HAAKE u. a. 1991).

Je nachdem, ob Links typisiert sind oder nicht, übernehmen sie im Hypertext auch verschiedene Funktionen, die nach CONKLIN (1987) in explizite und implizite Links unterschieden werden.

#### Explizite Links

Explizit sind all jene Links, die Informationen miteinander verbinden. Da dieses sowohl assoziativ als auch strukturiert erfolgen kann, werden explizite Links intern nochmals in assoziative und typisierte Links unterteilt.

Assoziative Links (synonym zu referenzielle Links) verketteten Knoten,

... ohne dass die Art der Relation explizit spezifiziert werden könnte; es besteht ein „irgendwie“ gearteter Zusammenhang zwischen den durch die Links verknüpften Einheiten. (GERDES 1997, S. 21)

Verknüpft werden kann nach formalen syntaktischen (vorwärts, rückwärts, „zur-Hauptseite“-Buttons) und assoziativen Prinzipien (Beziehungen zwischen einzelnen Textfragmenten). Assoziative Links werden genutzt, um

- auf Informationen zu verweisen, in denen mehr über die Ausgangsinformation ausgesagt wird (z. B. um Erläuterungen, spezifizierende oder generalisierende Aussagen vom Ausgangsknoten abzutrennen),
- Annotationen (Vermerke) aufzurufen,
- eine Suchfunktion aufzurufen (siehe 2.3.1).

*Typisierte Links* erklären die Art und/oder den Grund der Verknüpfung. Sie unterstützen die Transparenz der Hypertextstruktur, weswegen sie auch als „strukturierende“ oder „organisierende“ Links bezeichnet werden. Bei CONKLIN (1987) zählen zu den organisationellen Links solche,

die hierarchische Verknüpfungen im Sinne von „*ist-ein-Relationen*“ aufbauen, wie es z. B. der Fall ist, wenn ein Link einer Seite zu Haufenfeuern mit einer Seite zu verschiedenen Lagerfeuerarten führt und dadurch die Klassifikation „Haufenfeuer sind Beispiele für Lagerfeuer“ unterstützt. KUHLEN (1991) fasst den Begriff weiter und zählt zu den typisierten Links auch solche, die semantische Verknüpfungen oder argumentative Zusammenhänge herstellen, wie z. B. „Knoten Z reagiert auf Knoten B“.

### Implizite Links

Implizite Links (Stichwortlinks/Indexlinks) ermöglichen im Gegensatz zu den expliziten Links eine Stichwortindexierung. Sie funktionieren nach dem Prinzip der Datenbanken.

Die Unterscheidung verschiedener Linkfunktionen dient dazu, im Hypertext die für den Leseweg in der entsprechenden Lesesituation geeignete Form des Informationszugriffs<sup>11</sup> auszuwählen. Jemandem, der sich im Hypertext „verlaufen“ hat, werden wahrscheinlich strukturierende typisierte Links hilfreicher sein als assoziative Links. Jemandem, der einen Überblick erlangen möchte, sicher auch. Werden aber beispielsweise Analogien benötigt oder soll ein Aspekt vertieft werden, führen oft assoziative Links zur gesuchten Information. Will man gezielt auf bestimmte Daten zugreifen, scheinen Indexlinks geeignet.

### **Sichtbarkeit**

Unterschieden wird danach, ob die Nutzer/innen die Links im Text anhand ihrer Farbe, Form usw. erkennen können oder nicht. Bei direkter Linkanzeige sind die Links z. B. durch Farbgebung, Schriftart oder -größe optisch stets als Links erkennbar. Bei indirekter Anzeige sind Linkfunktionen nicht auf den ersten Blick sichtbar, sondern werden z. B. erst bei Berührung durch den Cursor angezeigt, indem dieser z. B. eine andere Form annimmt bzw. akustisch einen Link ankündigt.

NIELSEN (1995, S. 139 f.) empfiehlt in „dünn besiedelten“ Hypertexten, in denen weniger als 10 % der Informationen als Links dienen, die Ausgangsanker visuell hervorzuheben. In „dicht besiedelten“ Hypertexten wird die Hervorhebung sinnlos, da sie zum Normalen wird. IRLER und BARBIERI (1991, S. 139) lehnen visuelle Linkanzeigen ab und heben die Gefahr der Ablenkung durch direkte Linkanzeige hervor.

NIELSEN (1996, S. 140) hingegen fürchtet bei indirekten Links, dass die Nutzer/innen gleich „Mimensuchern“ den gesamten Bildschirm nach Links kontrollieren müssten.

Insgesamt ist es schwierig und wenig sinnvoll, pauschal über die Hervorhebung von Links zu entscheiden. Vielmehr sollte anhand der Anwendungssituation zwischen direkter und indirekter Anzeige gewählt werden können. Die Argumente von NIELSEN und IRLER/BARBIERI können die jeweilige Wahl unterstützen.

### **2.2.2. Knoten**

Knoten (synonym „item“, „node“, „informationelle Einheit“, „Lexia“) sind die grundlegenden Informationseinheiten des Hypertextes. Sie sind das, was die Nutzer/innen auf dem Bildschirm sehen. Wenn Links als die „Wasserstraßen“ des Hypertextes beschrieben wurden (siehe 2.2.1), dann sind die Knoten Informationsinseln, zu denen man über die „Wasserstraßen“ der Links gelangt.

---

<sup>11</sup> Verschiedene Möglichkeiten des Informationszugriffs werden unter 2.3 vorgestellt.

Aus nutzerorientierter Sicht können Knoten danach beschrieben werden, wie sehr sie in sich geschlossen sind (interne Kohärenz) und welchen Umfang sie haben.

### ***Geschlossenheit der Knoten (interne Kohärenz)***

Hypertextknoten wurden soeben als Inseln bezeichnet. Typisch für Inseln ist, dass sie keine „Landbrücken“ zueinander haben, sondern nur Wasserstraßen. Übertragen auf Knoten heißt das, dass die Knoten in sich grammatisch und inhaltlich geschlossen sind (KUHLEN 1991, S. 79 ff.)<sup>12</sup>. Um diese Geschlossenheit zu gewähren, werden die über den Knoten hinausweisenden Inhalte in anderen Knoten untergebracht. Die Geschlossenheit ist nötig, um aus verschiedenen Richtungen die Inseln aufsuchen und verlassen zu können. Allerdings ist diese theoretisch geforderte Geschlossenheit praktisch sehr schwer zu realisieren. Es gibt keine Festlegungen dazu, was in einen Knoten hinein gehört und was in einen anderen Knoten ausgelagert werden soll. Damit bleibt auch offen, ab wann eine Information das Kriterium „Geschlossenheit“ erfüllt. Es ist auch nicht sicher, ob diese vollständige Geschlossenheit der Knoten für die Nutzer/innen mehr Hilfe oder mehr Schaden ist, denn genau an dieser Frage setzt die Hypertextkritik an, in der als Folge geschlossener Informationseinheiten die „kontextlose Fragmentierung und Isolierung von Wissen“ gefürchtet wird (ebd., S. 79).

### ***Umfang und Darstellung***

In der Literatur finden sich über die gerade beschriebene Grundeigenschaft „kohärente Geschlossenheit“ hinaus verschiedene Eigenschaften von Knoten. NIELSEN (1995, S. 136) hebt z. B. die Unterscheidung in framebasierte und fensterbasierte Knoten von Hypertexten hervor. Für ihn ist der Knoten

ein fundamentaler Bestandteil des Hypertextkonzeptes. Trotz allem gibt es keine Übereinkunft darüber, was denn nun eigentlich den Knoten ausmacht. Der wichtigste Unterschied besteht hier zwischen frame- und fensterbasierten Knoten.

### ***Kartenbasierte Knoten***

Diese bauen auf dem gemeinsamen Grundmuster der Karte auf. Die Karte bestimmt den Umfang der Knoten, so dass die Knoten stets denselben Raum auf der Bildschirmoberfläche einnehmen. Als Maß der Karte gilt meist das, was auf einer Bildschirmseite angezeigt werden kann (z. B. gefordert von GLOOR 1990). Umfangreiche inhaltliche Bezüge werden aufgelöst und auf mehrere Karten verteilt. Die einzelnen, kleinen Einheiten enthalten mitunter sehr viele Links.

### ***Fensterbasierte Knoten***

Diese haben keine von außen vorgegebene Grenze. Sie können längere Texte enthalten. Bei Knoten, die mehrere Bildschirmseiten umfassen, können die Nutzer/innen blättern (nächste Seite aufrufen) bzw. scrollen (mit einem Rollbalken den Text über den Bildschirm laufen lassen). Nachteil dieser Form ist, dass man nicht genau voraussagen kann, wie der Knoten auf dem Bildschirm zu sehen sein wird. Vorteil ist, dass die Knoten nach ihrer Wichtigkeit unterschiedlich groß gestaltet werden können. In mehrseitigen fensterbasierten Texten werden die Möglichkeiten hierarchischer Texte (Themenentfaltung, Aufbau von Zusammenhängen) mit Möglichkeiten von Hypertexten (netzartige Verknüpfung von Informationen) verbunden.

---

<sup>12</sup> Mit Geschlossenheit und den Bezeichnungen „Informationseinheit“ oder „informationelle Einheit“, Informationsinsel/Informationsbaustein ist nicht gemeint, dass im Hypertext Inhalte völlig kontextlos existieren. Allerdings transportieren sie ihren Kontext nicht so eindeutig wie Inhalte innerhalb linearer Textstrukturen.

Für CONKLIN (1987, S. 35) ist die Entscheidung über Knoteninhalte und Knotengröße „art“, da sichere Hinweise auf Rezeptionsfolgen nicht vorliegen. Auch SCHNUPP (1992, S. 68) verweist darauf, dass „niemand hier wirkliche Begründungen für die jeweils gewählte Lösung anbieten kann“.

### 2.3. Vom Link zum Knoten – Informationszugriff in Hypertexten

Die beschriebenen Typen von Knoten und Links bestimmen die Art und Weise, wie im Hypertext auf Informationen zugegriffen werden kann. In der Literatur werden als Vorgehensweisen unterschieden:

- Zugriff über Datenbank
- Zugriff über Index
- Zugriff über Strukturseiten wie Browser und Inhaltsverzeichnisse
- Zugriff über Linkangebote

Ergänzt werden kann diese Klassifikation durch den Informationszugriff über die gelenkte Unterweisung. Gelenkte Unterweisungen bieten eine linearisierte Form von Hypertext. Der Hypertext wird dabei vom System in einer festgelegten Reihenfolge angeboten. Diese Variante wird in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, da sie an sich keine hypertexttypische und keine auf Recherche und Problemlösung ausgerichtete Nutzungsart darstellt.

Wozu verschiedene Zugriffsmöglichkeiten dienen können und was die Nutzer/innen dafür wissen und können müssen, wird folgend näher beschrieben.

#### 2.3.1. Zugriff über Informationsangebote: Datenbank, Index und Browser

Mit Datenbanken und Browsern werden Strukturierungsmöglichkeiten angeboten. Sie dienen einem systematischen Vorgehen beim Informationszugriff. Indexierungen erlauben einen Zugriff auf Informationen durch eine externe Suchmaschine.

##### **Zugriff über Datenbanken**

Mit „Informationszugriff über Datenbanken“ ist gemeint, dass Nutzer/innen wie bei der traditionellen Datenbanknutzung in Bibliotheken oder bei Fahrplanauskünften Suchbegriffe und deren logische Verknüpfungen eingeben<sup>13</sup>. Sie erhalten daraufhin aufgrund einer in den Hypertext integrierten und von einem Autor erstellten Datenbank<sup>14</sup> eine Liste relevanter „Seiten“ zum gewünschten Suchergebnis.

Das Wesen dieser Suchstrategie liegt in:

- der Einschränkung des Angebotes nach dem Wunsch der Nutzer/innen,
- der additiven (nicht sprachlich, semantisch, technisch verknüpften) Informationsdarbietung,

---

<sup>13</sup> FUHR (1990, S. 105) betont, dass *Information retrieval* (Recherchen auf Suchanfragen in Datenbanken) nicht als Alternative zum Browsing angeboten werden sollten. Beide Zugriffsmöglichkeiten sollten miteinander verzahnt werden.

<sup>14</sup> Der Hypertext muss allerdings mit Suchfunktion (z. B. mittels Suchmaschine) und Indizien zur Suche der Informationen (z. B. in Form etikettierter Hypertextknoten) ausgestattet sein (vgl. KUHLEN 1991, S. 89 f.).

- der Schnelligkeit, große Bestände zu durchsuchen,
- der direkten Präsentationsmöglichkeit der Ergebnisse über das bloße Nennen hinaus.

Nutzungsvoraussetzungen und -möglichkeiten

Nutzer/innen, die Datenbanken verwenden wollen, benötigen Begriffe/Suchanfragen. Sie müssen aus ihrem Aufgabenfeld einzelne Fragen herausfiltern. Da Suchmaschinen meist nach Wortindexierung arbeiten, müssen die Fragen auf einen Fragebegriff gebracht werden. Die nötigen Strategien ähneln den allgemeinen Strategien zur Informationsrecherche in Datenbeständen. Möglichkeiten der Datenbankrecherche können Hypertexte ergänzen, nicht ersetzen. Eine Navigation als Bewegungen innerhalb eines Informationsraumes ist nicht möglich.

### ***Zugriff über Index***

Wird beim Informationszugriff ein Index genutzt, dann wertet eine externe Suchmaschine verschiedene Texte bezogen auf den Suchbegriff aus. In geschlossenen Systemen, die nicht (online) aktualisiert werden, ist das ein überschaubarer Vorgang. Arbeitet man jedoch mit dynamischen Informationsnetzen (wie beispielsweise dem Internet), dann wählt eine Suchmaschine (zum Beispiel *Google*) die Informationen aus dem aktuellen Angebot aus. Sie kann damit aktueller sein als eine Datenbank, die vom Autor gepflegt werden muss. Sie kann aber auch verwirren, da einmal unter dem Suchbegriff gefundene Seiten mitunter später nicht mehr angezeigt werden. Viele kennen aber auch die Enttäuschung, dass eine Zielseite in der Suchmaschine angegeben wird, die es gar nicht mehr gibt (beispielsweise aktualisieren Tageszeitungen schneller als die Suchmaschinen aktualisiert).

Nutzungsvoraussetzungen und -möglichkeiten

Zusätzlich zu den Kompetenzen, die man zur Verwendung von Datenbanken benötigt, werden hier Strategien zur Informationsauswahl und Informationskritik wichtig. Während bei Datenbanken noch Autor/innen über die Eignung der Einträge wachen, müssen dieses hier die Nutzer/innen übernehmen. Wie bei der Verwendung von Datenbanken kann die Nutzung eines Indexes die Arbeit mit dem Hypertext ergänzen, nicht ersetzen. Eine Navigation als Bewegungen innerhalb eines Informationsraumes ist nicht möglich.

### ***Zugriff über Strukturseiten wie Browser oder Inhaltsverzeichnisse***

Browser, Inhaltsverzeichnisse, verlinkte Gliederungen und andere Datenstrukturierungsvarianten werden hier unter dem gemeinsamen Oberbegriff „datenstrukturierende Hypertextkomponenten“ zusammengefasst. Als Exempel für den Informationszugriff über datenstrukturierende Hypertextkomponenten soll der Zugriff über Browser betrachtet werden. Grund ist, dass Browser die hypertexttypischen Netzstrukturen besser abbilden können als traditionelle Datenstrukturen wie z. B. Inhaltsverzeichnisse.

Ein Browser soll den Nutzer/innen einen Überblick über den Gesamttext ermöglichen. Dazu wird in diesem Knoten ähnlich wie bei Landkarten eine „grafische Übersicht über die Vernetzungsstruktur des gesamten Hypertextes oder auch nur eines Teilausschnittes“ geboten (GERDES 1997, S. 37).

Das Wesen der Browsernutzung liegt in der Strukturierung des Hypertextinhaltes und in der Verweisfunktion, denn die in ihrer Struktur dargestellten Inhalte funktionieren in der Regel als Link (siehe 2.2.1).

Die Bereitstellung von Browsern bereitet allerdings Schwierigkeiten. Es ist sehr kompliziert, etwas so Komplexes und Umfangreiches wie einen Hypertext auf einer Bildschirmseite grafisch übersichtlich darzustellen. Die gewünschte Übersicht kann bei großen Hypertexten schnell zu einem „visuellen Spaghetti“ führen (DILLON u. a. 1993, S. 185). Geeigneter scheinen komplexe Übersichten, wie sie z. B. über mögliche Themenbereiche in „Winnie ist Feuer und Flamme“ gegeben werden (siehe etwa Abb. 18). Die Themenbereiche enthalten in sich selbst weitere, konkretere Übersichten<sup>15</sup>. Bekannt sind ähnliche Übersichten beispielsweise vom Mindmapping, das ähnlich der Funktion von Browsern dazu dient, mit Hilfe von Schlüsselwörtern Ideen zu strukturieren, Zusammenhänge auszuzeigen und neue Aspekte zu integrieren.

#### Nutzungsvoraussetzungen und -möglichkeiten

Wenn Nutzer/innen über Browser auf Informationen zugreifen wollen, benötigen sie im Unterschied zur Datenbankrecherche keine konkrete Suchanfrage. Sie müssen nur die Seite mit der Übersicht aufrufen und erhalten einen Überblick der im Hypertext thematisierten Inhalte. Aus dieser Übersicht müssen sie auswählen können, welche Inhalte sie brauchen. Browser können während der Arbeit mit Hypertexten in verschiedenen Situationen hilfreich sein, beispielsweise wenn in ein neues (Teil-)Thema ein Einstieg gesucht wird (Beispiele dazu siehe Teil C/3) oder wenn ein Überblick nötig wird, um gefundene Seiten zueinander in Beziehung zu setzen. Die Rezeption selbst kann daher durchaus beim Informationszugriff über Browser ansetzen und immer wieder auf diese Zugriffsart zurückführen. Dennoch ist der Informationszugriff über Browser nicht die übliche Form, um Inhalte aus dem Hypertext aufzurufen. Diese typische Form ist das Verwenden assoziativer Links.

#### 2.3.2. Informationszugriff über assoziative Links

Informationszugriff über assoziative Links wird auch als Browsing<sup>16</sup>, Surfen oder Navigieren bezeichnet. Diese Zugriffsvariante ist die wohl typischste beim Nutzen von Hypertexten. Die Nutzer/innen bewegen sich mittels assoziativer Links durch den Hypertext. Dabei können sie eher zielorientiert oder ziellos vorgehen. Entsprechend unterscheidet z. B. KUHLEN (1991) das gerichtete und das ungerichtete Browsing.

##### ***Gerichtetes Browsing***

Beim gerichteten Browsing haben die Nutzer/innen eine Richtung und/oder ein Ziel. Die Links, die sie wählen, sollen sie zu zielrelevanten Inhalten führen. Im Ergebnis des gerichteten Informationszugriffs werden oft mehr Informationen gefunden, als für das Ziel nötig wäre. Durch diesen Überschuss, der während des Suchens nebenbei mitgenommen wird, bezeichnet KUHLEN diesen Informationszugriff als gerichtetes Browsing mit Mitnahmeeffekt (KUHLEN 1991, S 128).

---

<sup>15</sup> In die Lösung dieses Problems investieren Computerwissenschaften und Industrie große Anstrengungen. So können z. B. dynamische Browser realisiert werden, die die nähere Umgebung des aktuellen Aufenthalts im Hypertext genauer darstellen (NIELSEN 1996, S. 3); es können verschiedene Detaillierungsstufen eingesehen werden (z. B. bei NoteCards) oder einzelne Netzausschnitte gezoomt (vergrößert) werden (KUHLEN 1991, S. 143).

<sup>16</sup> Die Ähnlichkeit der Begriffe „Browser“ als Bezeichnung für einen strukturierenden Knoten und „Browsing“ als allgemeine Bezeichnung für die Rezeptionsbewegungen im Hypertext können das Verständnis des Gemeinteten erschweren. Browsing ist eine Handlung. Sie beschreibt das rezipierende Bewegen im Hypertext und benennt damit eine der wichtigsten Nutzeraktivitäten beim Lernen mit Hypertext. Browsen oder Browsing bedeutet "flüchtig lesen". In der Medientheorie wird als Bild das "geistige Flanieren" verwendet. Der Browser dagegen ist eine Datenstruktur, mit der man sich im Hypertext orientieren kann.

Wenn ein Ziel verfolgt, aber nicht beibehalten wird, spricht KUHLEN (1991) vom „gerichteten Browsen mit Serendipity<sup>17</sup>-Effekt“. Informationen, die nicht gebraucht werden, sind dann keine zusätzlichen Informationen, die so nebenbei „mitgenommen“ wurden, sondern sie sind Informationen zu einem anderen Thema, zu einem anderen Ziel.

### ***Ungerichtetes Browsing***

Beim ungerichteten Browsing existiert kein konkreter Navigationsplan. Als ungerichtetes Browsing gilt, wenn eine Person zwar weiß, dass sie Informationen benötigt, sie weiß aber nicht genau, welche. Ungerichtetes Browsing kann dem Aufspannen eines Problemraums, der Problemexploration dienen.

Vom ungerichteten Browsing unterscheidet KUHLEN (1991) das assoziative Browsing. Dieses ist kein Suchen, bei dem ein mehr oder weniger klares Ziel verfolgt wird. Assoziatives Browsing ist es, wenn ein Nutzer sich vom Angebot treiben lässt.

#### Nutzungsvoraussetzungen und -möglichkeiten

Wird mittels assoziativer Links auf Inhalte zugegriffen, dann brauchen die Nutzer/innen kein konkretes Suchwort. Sie erhalten aber auch keine Übersicht wie bei der Nutzung von Datenbanken oder einem Index (vgl. 2.3.1). Entscheidend für das Browsing ist das Verfolgen von Links, die von einem Inhalt zum nächsten führen. Beim gerichteten Browsing können die Nutzer/innen relativ zielsicher nach Informationen suchen. Voraussetzung ist, dass das Ziel bekannt ist und dass die Nutzer/innen sich so sicher im Hypertext bewegen können, dass sie ihren geplanten Suchweg auch umsetzen können. Um wirklich beim geplanten Ziel zu bleiben, müssen sie die neuen Informationen finden und bewerten können und die nötige Disziplin aufbringen, um nicht bei nebenbei gefundenen, aber spannenden Informationen hängen zu bleiben. Beim ungerichteten Browsing gilt mehr der Späßeffect, das Treibenlassen. Mitunter kann es helfen, um zu einem wenig bekannten Bereich Inhalte zu finden, die in das Thema einführen und die Zielsetzung erleichtern. Im Ergebnis des Browsens haben die Nutzer/innen verschiedene Knoten gefunden und gelesen. Sie müssen entscheiden, ob sie diese Informationen benötigen und sie müssen die neuen Informationen miteinander und mit schon vorhandenen Ergebnissen in Beziehung setzen.

---

<sup>17</sup> Das Wort „Serendipity“ wurde 1754 von dem englischen Schriftsteller Horace WALPOLE geprägt und geht auf das persische Märchen „The Three Princes of Serendip“ zurück. Serendip ist eine alte Bezeichnung für Ceylon, das wiederum ein alter Name für Sri Lanka ist. Die drei Prinzen von Serendip entdeckten durch Zufälle und Scharfsinn immer wieder Dinge, nach denen sie zwar nicht gesucht hatten, die sie aber letztlich doch gebrauchen konnten (vgl. KAISER 1996, S. 23–24).

### 3. Besonderheiten von Hypertext in seiner Eigenschaft als computerbasiertes Lernmedium

#### 3.1. Hypertext im Kontext der Entwicklung von computerbasierten Lernmedien

Für Lehrer/innen sind Hypertexte Medien, die sie mit Blick auf eine bestimmte Wirkung für den Lehr-Lernprozess einsetzen. Je nachdem, welche Medien sie sonst verwenden, verfügen sie über entsprechende methodische Erfahrungen und Gewohnheiten. Erfahrungsbereiche, die zum Lernen mit Hypertexten genutzt werden können, sind vor allem Erfahrungen zum Lernen mit Texten (siehe Kapitel 4) und Erfahrungen zum Lernen mit computerbasierten Medien. Hier geht es darum, an welche Konzepte zum Lernen mit computerbasierten Medien angeknüpft werden kann und wo Neuland betreten wird.

Dazu ist es wichtig, zu wissen, welche besonderen Eigenschaften Hypertext hat, wenn er als computerbasiertes Lernmedium betrachtet wird. Oder konkreter gefragt:

- Worin unterscheiden sich traditionelle computerbasierte Lernmedien und Hypertext?
- Welche Nutzungserfahrungen können von computerbasierten Lernmedien auf Hypertext übertragen werden und wo sind andere, neue nötig?

Eine Betrachtung der Computernutzung für Lehren und Lernen hat ihre theoretische Grundlage in der Instruktionspsychologie und in der von ihr geprägten Entwicklung der *Computer-Assisted Instruction* (CAI). Kennzeichen für Entwicklungen im Instruktionsdesign ist die Ausprägung von zwei entscheidenden Medieneigenschaften – der Adaptivität und der Flexibilität. Um verschiedene Entwicklungsstadien von Lehrprogrammen zu beschreiben und Hypertexte innerhalb dieser Entwicklung zu verorten, ist es zunächst nötig, Basisbegriffe zu klären.

*Adaptivität:* Ein Programm ist umso adaptiver, je mehr es sich an Kenntnissniveau, Bedürfnisse und Vorstellungen der Lernenden<sup>18</sup> anpassen kann.

*Flexibilität:* Ein Programm ist umso flexibler, je mehr es den Lernenden eine breite Palette an weiterführenden Informationseinheiten zur Auswahl anbietet (vgl. BODENDORF 1990).

Sehr vereinfacht gesehen gab es drei entscheidende Entwicklungsstufen von CAI:

- Lehrmaschine und programmierte Instruktion
- Intelligente Tutorielle Systeme
- Hypertexte

Lehrmaschine und programmierte Instruktion

Psychologische Grundlage war die behavioristische Lerntheorie SKINNERS (1971)<sup>19</sup>. Eine nicht computerbasierte Lehrmaschine dieser Generation beschreibt GERDES 1997, S. 51:

---

<sup>18</sup> Da im Rahmen der CAI an Lernende, also diejenigen, die die Programme verwenden, gedacht wird, wird hier von den Lernenden als konkrete Form der Nutzer/innen gesprochen.

<sup>19</sup> Der Behaviorismus (von engl. *behavior* – Verhalten) ist eine wichtige Schule der amerikanischen Psychologie. Theoretische Grundlage ist das beobachtbare Verhalten. Ein wichtiger Vertreter dieser Schule ist SKINNER. SKINNER ermittelte, dass Tiere und Menschen sehr gut zwischen Belohnung und Bestrafung unterscheiden können. Die erwarteten Konsequenzen bestimmen das Verhalten. Daher plädierte SKINNER für das Lernen durch Erfolg. Um Erfolg zu erreichen, unterscheidet SKINNER vier Arten, durch die Verhalten kontrolliert/manipuliert werden kann:

Eine einfache Lehrmaschine besteht aus einem kleinen Kasten, auf dessen Oberseite ein Fenster angebracht ist. In diesem Fenster ist ein Papierstreifen sichtbar, der z. B. eine Gleichung mit einer fehlenden Ziffer enthält. Dort, wo die Ziffer fehlt, ist ein Loch in den Streifen gestanzt. Durch Bewegen eines Schiebers kann die Schülerin eine richtige Ziffer auswählen und in dem Loch platzieren. Anschließend wird zur Bestätigung der Auswahl ein Hebel gedrückt. Ist die Antwort richtig, lässt sich der Hebel drehen, es ertönt ein Glockenton (konditionierte Verstärkung), und die nächste Frage wird dargeboten. Ist die Antwort falsch, lässt sich der Hebel nicht bewegen, und es muss erneut versucht werden, die richtige Antwort zu geben.

Entsprechende Lernprogramme zielen auf Üben und Einprägen von Inhalten. Computerbasierte Lernmedien dieser Entwicklungsstufe sind wenig adaptiv und unflexibel, denn sie können sich relativ schlecht auf den individuellen Lernstand der Schüler/innen einstellen, und sie bieten den Lernenden keine Entscheidungsmöglichkeiten. In entsprechenden Übungs- und Trainingsprogrammen sind frontale Arbeitsanforderungen in ein meist eher spektakelhaftes als entdeckenlassendes Umfeld verpackt. Ein Vorteil wird von den Lernenden jedoch als wesentlich hervorgehoben: Sie können ohne negatives Feedback oder Schamgefühle die Aufgaben so oft wiederholen, wie sie es wünschen.

### ***Intelligente tutorielle Systeme***

In Folge der kognitionspsychologischen Entwicklung und der damit verbundenen Erkenntnisse über Informationsverarbeitung und Wissenserwerb wurden der Lernprozess und der Einfluss der Lernenden selbst wichtiger. Das führte zur Entwicklung von Lernprogrammen, die den Lernenden mehr Verantwortung für ihren Lernprozess erlaubten und abforderten. Diese Programme wurden als Intelligente Tutorielle Systeme (ITS) oder als *Intelligent Computer-Assisted Instructions* (ICAI) bezeichnet. Wie die Lernprogramme der programmierten Instruktion dienen sie dem „Wiederholen und Vertiefen bekannter Lerninhalte und dem individuellen Trainieren von Fertigkeiten“, können aber auch „Komponenten zur Leistungsdiagnostik und Steuerung des Lernweges enthalten“ (MEDIENPÄDAGOGISCHES ZENTRUM M-V 1999, S. 7). Im Unterschied zu den Lehrmaschinen und der programmierten Instruktion bauen diese Programme nicht mehr auf einem festen Lehralgorithmus auf. Intelligente Tutorielle Systeme sind adaptiver als programmierter Unterricht. Die Lernprogramme sind so gestaltet, dass das Programm auf die Antworten des Lernenden reagieren kann<sup>20</sup>. Kritisiert werden ITS z. B., weil es sehr kompliziert ist, „Expertenwissen“ zu generieren, und weil das Expertenmodul auf der Idee aufbaut, dass es eine richtige Art von Wissen gibt, die man in ihm abbilden könnte. Sehr vernetzte, komplexe Wissensgebiete, deren Themen sich erst beim Lernen entfalten, können so nicht abgebildet werden. Als Lernsoftware sind sie in der Regel als Übungs- und Trainingsprogramme bekannt.

### ***Hypertexte/Hypermedien***

Hypertexte/Hypermedien stellen die dritte Stufe der Programmentwicklung dar. Die Steuerung des Lernprozesses durch ein im Programm enthaltenes Lehrsystem wird in der Regel aufgehoben. Es gibt keinen integrierten Tutor, der Lernwege vorschlägt. Statt dessen gibt es eine Vielzahl ver-

- 
1. etwas Gutes bekommen (positive Verstärkung),
  2. etwas Negatives erspart bekommen (negative Verstärkung),
  3. etwas Schlechtes bekommen (Bestrafung durch aversive Reize),
  4. etwas Gutes entzogen bekommen (Bestrafung durch Verstärkerentzug).

<sup>20</sup> Grundlage des Programmdesigns ist der Aufbau aus drei Modulen. Das Expertenmodul enthält Fachwissen des Experten, das Lernermodul diagnostiziert den jeweiligen Wissensstand des Lernenden, und das tutorielle Modul gestaltet den tutoriellen Dialog. Dazu analysiert es das Lernermodul und vergleicht das Lernermodul (Was kann der Schüler? Was will der Schüler?) und das Expertenmodul (Was sollte der Schüler können? Was sind die Lernziele?). Im Ergebnis des Vergleichs sucht es geeignete Aufgaben und Problemstellungen heraus und schlägt sie vor (vgl. ISSING 1988, S. 546; GERDES 1997, S. 52).

schiedener Wege, auf denen die Lernenden ihr Lernziel selbst ansteuern können. Das bedeutet, dass die Steuerung des Lernprozesses an die Lernenden übergeht. Grundidee ist, dass es nicht darauf ankommt, Schülerwissen zu modellieren, sondern darauf, maximale Freiheiten zu erlauben.

Hypertexte/Hypermedien sind wenig adaptiv, da das Programm sich nicht an den Kenntnisstand der Lernenden anpasst. Sie müssen es selbst anpassen, indem sie Informationen auswählen, die sie verstehen und gebrauchen können. Hypertexte/Hypermedien sind sehr flexibel, denn es wird den Lernenden eine sehr breite Palette an weiterführenden Informationseinheiten angeboten. Hypertexte/Hypermedien als Lernumgebungen zeichnen sich weiterhin durch den Einsatz von Werkzeugen aus, mit deren Hilfe Arbeitsergebnisse dokumentiert, Zwischenschritte protokolliert und Hypothesen überprüft werden können.

Hypertexte/Hypermedien eignen sich durch ihre hohe Flexibilität und geringe Adaptivität kaum zum Üben und „Einschleifen“, da es dabei wichtig ist, die Antwort des Lernenden zu kontrollieren und bei Bedarf zu korrigieren und die Aufgabe zu wiederholen. Für welche Lehrmethoden, Lehrinhalte und Lehrziele Hypertexte als hochflexible und kaum adaptive Medien geeignet sind, wird anschließend erörtert.

### **3.2. Fazit: Kann mit Hypertexten genauso gelernt werden wie mit traditionellen Lehrmedien?**

Im Vergleich von Hypertexten mit traditionellen Lernprogrammen wurde deutlich, dass die Gemeinsamkeiten vorwiegend die organisatorischen Aspekte betreffen. Erfahrungen können daher in allen Gebieten übernommen werden,

- wo es um die technischen und organisatorischen Bedingungen geht (Wie komme ich an einen geeigneten Raum? Können alle den Computer bedienen?),
- wo es um Binnendifferenzierung des Unterrichts geht – und sei es hinsichtlich der Lerngeschwindigkeit.

Lehren und Lernen würden beim Einsatz von traditionellen Lernprogrammen ganz anders aussehen als beim Einsatz von Hypertexten. Aber wie? Diese Frage ist als pädagogische Frage an dieser Stelle nur aus der Sicht auf Hypertext als Lernmedium mit hoher Flexibilität und ohne tutoriell gesteuerte Anpassungsfähigkeit an den Lernenden zu beantworten. Im Vergleich Hypertext / traditionelle Lernprogramme wurde deutlich, dass Hypertexte kaum adaptiv aufgebaut sind. Adaptive Programme sind geeignet, um Inhalte einzuprägen, zu memorieren, zu automatisieren. Sie eignen sich sehr gut für das Lösen von Aufgaben im Sinne der Definition von DÖRNER (1975). DÖRNER bezeichnet solche Anforderungen als Aufgaben, die routiniert zu bewältigen sind. Aufgaben haben oft bestimmte, kontrollierbare Lösungen. Sollen solche Aufgaben gelöst werden, ist Hypertext nicht geeignet. Von den Aufgaben unterscheidet DÖRNER die Probleme und meint damit Anforderungen, deren Lösung erst ausgedacht werden muss, weil noch keine eingeschlifften Handlungen zur Verfügung stehen (siehe Teil B/2.3). Das Ausdenken von Lösungen bedarf keiner tutoriellen Komponente, die Inhalte vergleicht und vorgibt. Wichtig für problemlösendes Lernen ist seitens des Mediums, dass es verschiedene Lernwege erlaubt, so dass die Lernenden den geeigneten Lösungsweg bestimmen können. Die hohe Flexibilität von Hypertexten ermöglicht dies. Hypertexte scheinen daher geeignet zu sein, Lernprozesse zu unterstützen, in denen es darum geht, dass die Lernenden selbst ihre Lernwege entwickeln. Als Lehrziel wird daher neben dem Ergebnis im Sinne einer Problemlösung die Gestaltung des Lösungsweges wichtig.

Ein problematischer Aspekt der geringen Adaptivität und hohen Flexibilität von Hypertexten ist, dass Lernende überhaupt in der Lage sein müssen, ihren Lernweg sowohl hinsichtlich des

Schwierigkeitsgrades als auch hinsichtlich des Lernzieles und der Kontrolle steuern zu können. Das bedeutet, wenn in „*drill and practice*“-Programmen unüberlegte Antworten gegeben werden, kommen die Lernenden an die Ausgangsfrage (oder eine entsprechende Lerneinheit) zurück; wenn in Intelligenten Tutoriellen Systemen unüberlegte Wege beschritten werden, schaltet sich das System ein und korrigiert oder lenkt den Weg in die als angemessen errechnete Richtung. Wenn in Hypertexten planlos gearbeitet wird, reagiert das Medium *nicht* auf die Planlosigkeit. Die bewusste Gestaltung des Lernens liegt nicht in der Verantwortung des Programms, sondern in der von Lernenden und Lehrenden. Dies ist bei der methodischen Gestaltung von Lernprozessen mit Hypertextnutzung unbedingt zu beachten.

Es zeigt sich, dass Erfahrungen, wie sie beim Lehren mit traditionellen Lernprogrammen gemacht wurden, auf das Lernen mit Hypertexten kaum zu übertragen sind. Traditionelle Lernprogramme werden als Trainings- und Übungsmedien ganz anders verwendet als Hypertext, der ein Medium zum problemlösenden Lernen mit einem hohen Selbststeuerungsanteil des Lernenden am Lernprozess darstellt. Geeignet ist Hypertext für selbstgesteuerte und problemlösende Lernprozesse, weil in ihm kein Lernweg vorgegeben wird (geringe Adaptivität), sondern eine breite Auswahl weiterführender Information angeboten wird (hohen Flexibilität).

## 4. Besonderheiten von Hypertext in seiner Eigenschaft als Text

### 4.1. Hypertext im Kontext der Entwicklung von Texten

#### *Kontext Text*

Im dritten Kapitel wurde überlegt, welche Erfahrungen Lehrer/innen vom Lernen mit computerbasierten Medien auf das Lernen mit Hypertexten übertragen können und wo sie neue entwickeln müssen. Hier wird mit ähnlicher Absicht, aber aus einer anderen Blickrichtung nach Besonderheiten des Mediums Hypertext und seinem Einfluss auf den Lernprozess gesucht. Während im letzten Kapitel das Lernen mit Computerprogrammen im Mittelpunkt stand, geht es in diesem Kapitel um das Lernen mit Texten. Auch hier wird nun gefragt: Inwieweit kann vorhandenes Know-how zum Lernen mit Texten auf das Lernen mit Hypertexten übertragen werden?

Dazu ist es wichtig, zu wissen, welche besonderen Eigenschaften Hypertext hat, wenn man ihn als Text betrachtet. Oder konkreter gefragt:

- Worin unterscheiden sich hierarchische Texte von Hypertexten?
- Wie wirken sich die textuellen Unterschiede auf die Rezeptionseigenschaften von Hypertext aus?
- Welche Nutzungsgewohnheiten können von hierarchischen Texten auf Hypertext übertragen werden, und wo sind andere, neue, nötig?

#### *Definition „Text“*

Der Textbegriff wird in der linguistischen Literatur vielfältig diskutiert. Entsprechend der Hauptrichtungen in der Textlinguistik kann Text bzw. können die Textualitätsmerkmale aus sprachsystematischer oder kommunikationsorientierter Sicht betrachtet werden. Für eine Analyse von Hypertext als Text ist eine Textdefinition sinnvoll, in der ein sprachsystematisch fundierter Textbegriff angeboten und in der die kommunikative Wirkung von Texten berücksichtigt wird<sup>21</sup>.

Eine solche Definition gibt z. B. BRINKER (1982). Seine Definition ist nicht sehr differenziert. In ihr werden beispielsweise sprachliche Mittel zum Erzeugen von Textzusammenhalt nicht von grammatischen Mitteln getrennt betrachtet. Es wird ebenso nicht ausgesagt, wodurch die kommunikative Funktion von Texten möglich wird. Die Definition bietet aber den Rahmen an, in dem solche Verfeinerungen vorgenommen werden können. Nach BRINKER (1992, S. 17) wird Text verstanden als

eine begrenzte Folge von sprachlichen Zeichen, die in sich kohärent ist und als Ganzes eine erkennbare kommunikative Funktion signalisiert.

---

<sup>21</sup> Im Mittelpunkt sprachsystematischer Textanalyse stehen die sprachlichen Mittel. Da genau diese im Hypertext untersucht werden sollen, ist ein sprachsystematischer Ansatz geeignet. BRINKER (1982, S. 187) schreibt: „Die sich als Untersuchungen zur Textlinguistik verstehenden Arbeiten gehen in der Regel von folgender Textdefinition aus: Text ist eine kohärente Folge von Sätzen ... Zentral in dieser Definition sind die Begriffe Satz und Kohärenz.“ Allerdings reicht diese Definition nicht aus, denn sprachsystematische Linguistik berücksichtigt nur unzureichend, dass Texte immer in eine Kommunikationssituation eingebettet sind, dass sie immer in einem konkreten Kommunikationszusammenhang stehen und daher Sprecher und Hörer, Sender und Empfänger mitgedacht werden sollten. Wenn Sender und Empfänger einbezogen werden, kann auch darüber diskutiert werden, was die Rezipient/innen zur Sinnentfaltung/Themenentwicklung beitragen. Das ist auf einer rein sprachsystematischen Betrachtungsebene nicht möglich, da Sinn nicht allein durch grammatische Mittel erzeugt wird. Um Aussagen darüber zu machen, welche Rezeptionseigenschaften Hypertexte haben, ist der sprachsystematische Zugang daher mit dem kommunikativ orientierten Zugang zu verbinden.

Ist Hypertext nach dieser Definition überhaupt Text? Grundsätzlich sicher, denn Hypertexte enthalten sprachliche Zeichen, die als Ganzes eine kommunikative Funktion signalisieren, und zumindest geschlossene Hypertexte sind auch in ihrem Umfang begrenzt. Wie aber steht es mit der textinternen Geschlossenheit? Im zweiten Kapitel wurde als entscheidende strukturelle Eigenart von Hypertext hervorgehoben, dass in ihm Informationen als Textganzes miteinander verbunden werden, aber die Informationseinheiten selbst in sich weitgehend geschlossen bleiben. Die Besonderheiten der Textualität von Hypertext werden daher bei seinen Voraussetzungen zum Herstellen von Textzusammenhalt zwischen den Textteilen gesucht werden müssen – bei hypertext-typischen Mitteln zum Aufbauen von Kohärenz.

## 4.2. Textzusammenhalt bei Hypertext

### 4.2.1. Mittel des Textzusammenhaltes

In der Literatur werden die Begriffe der Kohärenz und der Kohäsion genutzt, um Mittel des Textzusammenhaltes zu beschreiben. Dabei wird der Begriff Kohärenz für zwei Bedeutungen verwendet: Bei einigen Autor/innen wird der Begriff als allgemeine Bezeichnung für Textzusammenhalt verstanden, andere Autor/innen (DEBEAUGRANDE, DRESSLER 1981, BRINKER 1992) unterscheiden Kohärenz und Kohäsion. Da es hier wichtig ist, so differenziert wie möglich die im Hypertext enthaltenen Mittel zu erkennen, wird folgend neben dem Begriff der Kohärenz der Begriff der Kohäsion verwendet. Unter dem Oberbegriff der Kohäsion werden die sprachlich-grammatischen Mittel zum Herstellen von Textzusammenhalt untersucht, unter dem Oberbegriff der Kohärenz die inhaltlichen Mittel.

#### **Kohäsion**

Kohäsion<sup>22</sup> meint Textzusammenhalt auf sprachlich-grammatischer Ebene. Kohäsive Mittel sollen auf der Textoberfläche die einzelnen sprachlichen Zeichen zu einem Ganzen verbinden. Mit Textoberfläche sind die Worte gemeint, die tatsächlich gelesen oder gehört werden können (vgl. DEBEAUGRANDE, DRESSLER 1981, S. 3 f.). Die Wörter hängen durch „grammatische Formen oder Konventionen voneinander ab, so dass also Kohäsion auf grammatischer Abhängigkeit beruht“ (ebd., S. 4). Solche grammatischen Formen sind z. B. Referenzketten (z. B. über Pronominalisierung), Vorwärts-Rückwärts-Verweise oder Leitwörter/Leitwortketten. Sie funktionieren über Bezüge (ein Pronomen auf seinen Bezug, ein Vorwärtsverweis auf Kommendes). Ihre Wirkungen sind vor allem:

- Linearisierung und Themenentfaltung z. B. durch Pronominalisierung: „Igel halten Winterschlaf. Sie suchen sich im Herbst einen geeigneten Ruheplatz.“
- Verflechtung der Texteinheiten z. B. durch sprachliche Verweise. Diese zusätzliche Vernetzung linear-hierarchischer Texte kann diesen Stabilität verleihen und das Thema durch Wiederholung stärken.
- Strukturierung des Textganzen z. B. durch Sachwortregister und Gliederungen

Kohäsive Mittel können also sowohl lineare/hierarchische Rezeptionswege z. B. durch Pronominalisierung unterstützen als auch nichtlineare Rezeptionswege über Verweise und Register anregen.

---

<sup>22</sup> DEBEAUGRANDE/DRESSLER nennen HALLYDAY den „Vater“ des Begriffs der Kohäsion. Er verstand darunter alle Mittel zur Verdeutlichung von Oberflächenstrukturen (vgl. DEBEAUGRANDE, DRESSLER 1981, S. 4).

## **Kohärenz**

Als Kohärenz wird der inhaltliche Zusammenhang in einem Text verstanden (vgl. DEBEAUGRANDE, DRESSLER 1981, BRINKER 1992). Um einen inhaltlich zusammenhängenden Text zu verfassen, müssen die Inhalte so zueinander in Beziehung gesetzt werden, dass dadurch schrittweise und systematisch ein Textganzes entfaltet wird.

Mittel, mit denen im Text Kohärenz erzeugt werden kann, sind z. B.:

- kontinuierliche Themenentwicklung (beispielsweise vom Allgemeinen zum Besonderen oder vom Ganzen immer vertiefender in ein Detail hinein, in Richtung der kausalen Folgen usw.)
- Entfaltung von Hauptgedanken
- logischer Argumentationsaufbau

In der kognitiven Psychologie gibt es Strukturen, die ein systematisches Ausarbeiten eines Inhaltes unterstützen. Sie werden in Teil B/3.2 ausführlich beschrieben.

Aber das Schreiben eines inhaltlich zusammenhängenden Textes ist nur ein Teil. Das Geschriebene muss auch von den Leser/innen verstanden werden. Der von Autor/innen (Sendern) ausge rollte rote Faden muss von den Leser/innen (Empfängern) gefunden und verfolgt werden können. Daher unterscheiden DEBEAUGRANDE/DRESSLER (1981)<sup>23</sup> das, was im Text an inhaltlichen Beziehungen angeboten wird, von dem, was die Leser/innen an inhaltlichen Beziehungen herstellen. Dabei kommt den Schreiber/innen die Aufgabe zu, aus der Bedeutungsvielfalt eines sprachlichen Ausdrucks eine konkrete Bedeutungsvariante auszuwählen und diesen Sinn eines genutzten sprachlichen Ausdrucks im Text kontinuierlich fortzusetzen. Leser/innen haben die Aufgabe, aus ihrem vorhandenen Wissen das auszuwählen, was zu dem im Text angebotenen Sinnzusammenhang passt, und diesen weiter zu verfolgen. Dadurch erkennen die Leser/innen den im Text angelegten Sinnzusammenhang. DEBEAUGRANDE/DRESSLER (1981, S. 88) schreiben dazu:

Wenn wir mit Bedeutung [...] die Fähigkeit oder das Potential eines sprachlichen Ausdrucks (oder eines anderen Zeichens) bezeichnen, Wissen (d. h. mögliche = virtuelle Bedeutung) darzustellen oder zu übermitteln, dann können wir mit Sinn [...] das Wissen bezeichnen, das tatsächlich durch die Ausdrücke eines Textes übermittelt wird. Viele Ausdrücke haben mehrere Bedeutungen, aber unter normalen Bedingungen im Text nur einen Sinn.

### **4.2.2. Mittel zum Erzeugen von Textzusammenhalt in Hypertexten**

Lernen mit Hypertexten ist Lernen mit Texten. Kann aber mit Hypertexten ähnlich gearbeitet werden wie mit hierarchisch strukturierten Texten? Die Aufmerksamkeit wird nun auf die Mittel gelenkt, die in Texten und Hypertexten genutzt werden, um Sinn und Textzusammenhalt zu erzeugen. Ähneln sich diese Mittel, dann kann wahrscheinlich mit Hypertexten und Texten ähnlich gearbeitet werden, denn die Verfahren zum Textverstehen, die die Nutzer/innen ausgebildet haben, sind wahrscheinlich übertragbar. Unterscheiden sich die Mittel erheblich, ist anzunehmen, dass Erfahrungen zum Arbeiten mit Texten an diesen Stellen nicht auf das Arbeiten mit Hypertexten übertragen werden können. Dieses Kapitel ist daher eine wichtige Grundlage für den Teil B (und damit auch für die Hinweise zum Lehren mit Hypertext in Teil C), denn hier wird heraus-

---

<sup>23</sup> Während der Ausführungen zum Textualitätsmerkmal „Kohärenz“ wird hauptsächlich das Textmodell von DEBEAUGRANDE/DRESSLER (1981) genutzt, da diese in Kohäsion und Kohärenz unterscheiden und die Sinnentfaltung durch Mittel der Kohäsion und Kohärenz diskutieren. Die Differenzierung Kohärenz/Kohäsion widerspricht BRINKERS Textmodell nicht, da BRINKER (1992) unter dem Oberbegriff „Kohärenz“ z. B. inhaltliche und grammatische Kohärenz als verschiedene Aspekte des Textzusammenhaltes betrachtet. Kohärenz bezeichnet in BRINKERS Definition folglich kohärente *und* kohäsive Mittel.

gearbeitet, was Lernende anders als beim Lernen mit hierarchischen Texten wissen und können müssen, um mit den neuen Informationen ein sinnvolles Ergebnis zu erreichen.

### ***Kohäsion in Hypertexten***

Das Typische von Hypertext ist textuell gesehen nicht innerhalb der einzelnen Knoten zu finden. Die Binnenstruktur der Knoten ähnelt der von ganz kurzen hierarchischen Texten. Besonders am Hypertext ist, *wie* die Einzeltexte der Knoten miteinander verbunden werden. Daher ist es angemessen, zwischen den Beziehungen innerhalb des gesamten Hypertextes (globale Textebene) und den Beziehungen innerhalb eines Knotens (lokale Textebene) zu unterscheiden.

#### Kohäsion innerhalb eines Knotens

Innerhalb eines Knotens (lokale Ebene) ähneln die kohäsiven Mittel in Hypertexten denen in hierarchischen Texten. Die besondere Eigenschaft der Knoten ist, dass sie in sich geschlossen sind. Sie wirken eher wie sehr kurze, geschlossene Ganztexte und enthalten kaum sprachlich-grammatische (kohäsive) Mittel, die zu einem anderen Textteil hinführen.

#### Kohäsion zwischen den Knoten

Die Beziehungen zwischen den Knoten (globale Ebene) ist dadurch gekennzeichnet, dass viele in sich geschlossene Einzelteile miteinander vernetzt sind. Der Textzusammenhalt des Ganzen ist aber relativ lose, da die Einzelteile sich in der Regel nicht aufeinander beziehen und nicht direkt aufeinander aufbauen.

Gemeinsam ist Hypertexten mit hierarchischen Texten, dass grob datenstrukturierende Verzeichnisse als Mittel zum Textzusammenhalt dienen, z. B. Sachwortregister oder bei Hypertexten Browser. Unterschiedlich ist, dass in Hypertexten Mittel der Datensystematisierung (z. B. Gliederungen) fehlen und dass es zwischen den Textteilen (Knoten) selbst kaum sprachliche Verflechtungen wie z. B. Referenzketten, Vorwärts-Rückwärts-Verweise, Leitwörter/Leitwortketten gibt. Dafür gibt es bei Hypertexten Mittel zum Textzusammenhalt, die bei hierarchischen Texten nicht existieren, denn zur Oberflächenstruktur von Hypertext zählt neben der Sprache auch die technische Funktion von Links.

Links erhalten durch ihre Wirkung als Teil der Oberflächenstruktur eine dem Textzusammenhang dienende Funktion. Sie werden zu Trägern von Textzusammenhalt auf globaler Textebene.

Der Gedanke der sinnstiftenden Funktion von Links soll vertieft werden, da er entscheidend für das Lernen mit Hypertexten ist. Dabei sei an die Einteilung der Links nach ihrer Funktion erinnert (siehe 2.2.1). Im Vergleich wurde soeben herausgearbeitet, dass kohäsive Mittel zur Textstrukturierung über Datenbanken in hierarchischen Texten wie auch in Hypertexten gegeben sind. Verantwortlich für Datenbanken sind im Hypertext die impliziten Links (Indexlinks). Neuartig ist die Wirkung der expliziten Links, bei denen in assoziative (referenzielle) und organisationelle Links unterschieden wurde. Mit Blick auf den Textzusammenhalt haben diese Links folgende Wirkungen:

- Die *assoziativen Links* verknüpfen Textteile nach nicht-hierarchischen Prinzipien. Sie bewirken damit nicht eine Linearisierung des Textes, sondern unterstützen *verschiedene* Kombinationsmöglichkeiten von Inhalten. Sie stärken nicht den semantischen Fluss in eine thematische Richtung, sondern sie stärken verschiedene Betrachtungsmöglichkeit von Inhalten. Und sie bewirken nicht die Stabilisierung hierarchischer Strukturen, denn ihr Verflechtungsprinzip sind nicht grammatische Mittel, die Bedeutungszusammenhänge offenbaren, sondern es ist ihre technische Funktion. Stabilität auf semantischer Ebene und Übersichtlichkeit des Textgan-

zen, z. B. durch Wiederholungen und Referenzen, wird nicht erzeugt, dafür aber inhaltliche Flexibilität.

- Die *typisierten Links* geben dem Hypertext einen Rahmen. Sie ähneln den kohäsiven Mitteln in hierarchischen Texten. Sie hierarchisieren, indem durch sie übergeordnete oder vorher besuchte Seiten oder strukturierende Knoten wie z. B. Browser aufgerufen werden können.

### ***Kohärenz in Hypertexten***

Kohärenz innerhalb eines Knotens

Innerhalb eines Knotens (lokale Ebene) gelten ähnliche Kohärenzbeziehungen wie innerhalb von traditionellen hierarchischen Texten, da Knoten in sich geschlossenen Einzeltexten ähneln. Dabei muss allerdings der vergleichsweise geringe Umfang von Knoten berücksichtigt werden.

Kohärenz zwischen den Knoten

Zwischen den Knoten gibt es zwar auch die Möglichkeit, über die für hierarchische Texte üblichen Mittel Sinnkontinuität herzustellen, aber es ist nicht typisch für Hypertexte, kontinuierlich ein Thema zu entwickeln, Hauptgedanken zu entfalten usw. Der inhaltliche Zusammenhang zwischen den Knoten wird im Hypertext in der Regel nicht sprachlich ausgedrückt. Ausnahme sind typisierte Links, sie wirken kohärenzstiftend, denn typisierte Links nennen direkt den inhaltlichen Bezug, der zwischen zwei Knoten besteht. Allerdings können durch sie in der Regel nur die Beziehungen zwischen benachbarten Knoten aufgezeigt werden (vgl. KUHLEN 1991, S. 34).

Dennoch wirken zumindest geschlossene Hypertexte als Ganzes. Als Mittel zur inhaltlichen Verknüpfung der Einzelteile dienen Links und das dem Hypertext zugrunde liegende Thema.

Bei den Knoten können Überblicksknoten (Browser) oder Cluster dem Verständnis des Textganzen auf inhaltlicher Seite dienen.

Letztendlich muss der inhaltliche Textzusammenhalt von den Nutzer/innen selbst erschlossen werden. Typisierte Links, Browser und Clusterbildung und ein dem Inhalt angemessenes Layout, das an sich bereits verschiedene Abstraktions- oder Inhaltsebenen unterscheiden lässt, sind Mittel, um Nutzer/innen dabei unterstützen. Und genau das ist das Besondere: Die kohärenzstiftenden Mittel in Hypertexten dienen den Nutzer/innen als Hilfe, damit sie zwischen den ausgewählten Knoten des Hypertextes inhaltliche Zusammenhänge produzieren können. In linearen-hierarchischen Texten haben sie dagegen die Funktion, eine bestmögliche Aufnahme der im Text von den Autor/innen vorgegebenen Bedeutungsbeziehungen zu unterstützen.

### **4.3. Fazit: Können Hypertexte genauso gelesen/verstanden werden wie hierarchische Texte?**

Lernende und Lehrende, die Hypertexte nutzen, haben in der Regel bereits Erfahrungen darin, wie Textzusammenhalt erzeugt werden kann. Welche Erfahrungen können sie übernehmen, welche nicht?

Auf Erfahrungsbestände zurückzugreifen ist immer dann möglich, wenn hierarchische Texte und Hypertexte einander ähnlich sind und daher auch ähnlich verwendet werden können. Solche Ähnlichkeiten sind vor allem innerhalb der Knoten (lokale Ebene) gegeben, denn die Knoten können ähnlich wie hierarchische kurze Texte rezipiert werden. Aber auch auf globaler Ebene gibt es Gemeinsamkeiten. Sowohl hierarchisch strukturierte Texte als auch Hypertexte sind sprachbasiert und dienen der Informationsübermittlung. Daher können die grundlegenden Erfah-

rungen beim Erkennen sprachlicher Zeichen und zum Verarbeiten von Informationen auch auf globaler Ebene des Textverstehens eingesetzt werden. Weiterhin gibt es in beiden Strukturformen indexierende Hilfsmittel, mit denen gezielt auf Informationen zugegriffen werden kann. Das Verwenden von Schlagwortregistern in hierarchischen Texten und in Hypertexten ist ähnlich.

Verschieden sind Hypertextstrukturen und Textstrukturen, wenn der einzelne Knoten verlassen wird. In Hypertexten wird das Textganze mit anderen Mitteln hergestellt als bei hierarchischen Texten. Entscheidend ist dabei die Funktion der Links. Sie verbinden die Knoten, ohne dass in der Regel auf inhaltlicher oder sprachlicher Ebene Zusammenhänge zwischen Ausgangsknoten und Zielknoten benannt werden. Und sie verbinden nicht einen Knoten mit einem anderen, sondern sie vernetzen die Informationseinheiten. Beide Unterschiede haben Auswirkungen auf das, was die Leser/innen tun müssen, um einen Sinn kontinuierlich zu entwickeln. Daher werden besonders zum inhaltlichen Verbinden der Einzelknoten zu einem Textganzen und zum Steuern des Leseweges andere Voraussetzungen nötig sein als von hierarchischen Texten gewohnt.

In traditionellen Texten wird Sinn auf ein zu erwartendes Ganzes hin entwickelt. Die entscheidende Rezeptionsleistung ist daher die zielgerichtete Verarbeitung und das Verstehen der im Text angebotenen Sinnzusammenhänge durch das Kennen und Umgehen mit Mitteln der textinternen Kohärenz und Kohäsion. Im Unterschied zu traditionellen Texten benötigen Nutzer/innen von Hypertexten nicht nur Strategien zum Erkennen der im Text angelegten Strukturen und der Reduktion von Bedeutung, sondern sie benötigen Strategien zur Erzeugung eines inhaltlichen Sinnzusammenhangs.

Um Hypertexte nutzen zu können, müssen sich die Leser/innen also inhaltlichen *und* strukturellen/strategischen Fragen zuwenden. Rezipient/innen von Hypertexten müssen dabei nicht ein komplexes Informationsangebot zusammenfassen, wie es in traditionellen Texten nötig ist, sondern sie müssen die für ihr Gedankengebäude nötigen Bausteine suchen, auswählen und prüfen und miteinander in einer bestimmten Ordnungsweise verbinden. So entsteht der individuelle Text. LANDOW (1994, S. 9, 14) schuf einen neuen Begriff, um diese großen Einflussmöglichkeiten der Nutzer/innen auf die Textentwicklung darzustellen. Er nannte die Leser/innen von Hypertexten *wreader*<sup>24</sup>. Dieses Wort wurde aus *writer* und *reader* zusammengesetzt und bezeichnet Nutzer/innen, die Schreiber und Leser gleichzeitig sind.

Hypertext ist nicht geeignet, um „zu einem Themengebiet eine organisierte Wissensstruktur zu schaffen. Das würde eine durchdachte vertikale oder horizontale Präsentationsstruktur voraussetzen. Wenn der Nutzer dieses Interesse trotzdem verfolgt, muss er bereits über eine tragfähige Wissensstruktur verfügen, die durch zusätzliche Informationen nur noch zu ergänzen ist. Oder er muss wie in einem Puzzle mit hohem Aufwand an Zeit und mentalem Einsatz aus den Informationspaketen selbst eine Struktur mit Beziehungen, Querverbindungen, Ober- und Unterkategorien usw. entwickeln“ (WEIDENMANN 1997, S. 94 f.).

Ziel beim Lesen von Hypertext sollte daher nicht das Verstehen eines vorgegebenen Textes sein, sondern die Verwendung von sprachlich präsentierten Informationen zu Konstruktion/Komposition eines Textes bzw. zur produktiven Lösung eines Problems. Damit scheinen Hypertexte auch aus textueller Sicht besonders dann geeignet zu sein, wenn neue Zusammenhänge hergestellt werden sollen bzw. der Weg erst gefunden werden muss – beim problemlösenden Lernen. Die Aussage aus Kapitel 4.2 kann daher bestärkt werden: Hypertexte scheinen geeignet, um selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse zu unterstützen. Lernende können bei der Nutzung von Hypertext aus der Vielzahl an Informationen auswählen und die gefundenen Informationen miteinander so in Beziehung setzen, dass sie ein sinnvolles Ganzes ergeben.

---

<sup>24</sup> Zur Vermischung der Aufgaben von Sendern und Empfängern siehe z. B. auch SAGER 1995, S. 222.

## 5. Hypertextnutzung – Chance oder Risiko?

### 5.1. Sonnenseiten beim Lernen mit Hypertexten

Ausgangspunkt der Überlegung, Hypertext im Unterricht einzusetzen, waren als sehr wesentliche Vorteile des Mediums die Entscheidungsfreiheit der Nutzer/innen bei der Wahl des Leseweges und damit verbunden die Eignung des Mediums für ein eher selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen.

Aus den bisher erarbeiteten Besonderheiten von Hypertexten als computerbasiertes und textuelles Lernmedium lassen sich hier bereits Hinweise geben, wozu Hypertexte im Unterricht eingesetzt werden können. Hypertexte scheinen geeignet zu sein, wenn es darum geht, dass

- *Schüler/innen lernen, sich Ziele zu setzen und Lösungswege zu planen* – denn Hypertexte führen nicht zu einem Ziel hin, sie geben daher kein Ziel und keinen Weg vor. Damit erlauben sie es den Lernenden, diesen Prozess der Entscheidungsfindung selbst zu denken und zu üben.
- *Informationen ausgewählt und bewertet werden* – denn im Hypertext bestimmen die Lernenden, welche der vielfältigen Informationsangebote gelesen werden und welche der gelesenen Informationen für die Lösung genutzt werden, denn nicht alle Informationen, die man findet, werden gebraucht und nicht alle der gefundenen Informationen sind glaubwürdig. Auch hier üben Lernende wichtiges Verhalten gegenüber Informationen.
- *Informationen zueinander in semantische Beziehungen gesetzt werden* – denn im Hypertext werden Informationen so präsentiert, dass ihr Zusammenhang meist nicht direkt benannt ist. Die Lernenden werden daher beim Lesen (Rezipieren) auch zu Produzenten von Text und lernen, Informationen zu einem sinnvollen Ganzen zusammenzufügen.

Diese Vorteile sprächen für einen zügigen Einsatz des Mediums im Unterricht – wenn nicht auch hier das Sprichwort gälte, dass da, wo Licht ist, auch Schatten sei. Daher wird es folgend darum gehen, wo Schatten – Risiken und Nebenwirkungen – bei der Hypertextnutzung zu erwarten sind. Entscheidend dafür sind zwei Schwierigkeiten, die bei Hypertextnutzung beschrieben wurden: Orientierungsprobleme im Hypertext und kognitive Überforderung. Die dahinter verborgenen Problemkreise werden zuerst vorgestellt. Abschließend wird ausgehend von diesen „Schattenseiten“ überlegt, wie das Medium so eingesetzt werden könnte, dass die Sonnenseiten bleiben und der Schatten nicht sehr stört.

### 5.2. Schattenseiten beim Lernen mit Hypertexten

#### 5.2.1. Orientierungsprobleme

Orientierungsprobleme wurden unter den von CONKLIN (1987) geprägten Bezeichnungen „*disorientation problem*“ oder „*getting lost in space*“ bekannt. Als Orientierungsprobleme werden Schwierigkeiten bezeichnet, die Hypertextnutzer/innen dabei haben, ihren Aufenthaltsort im Netzwerk zu bestimmen und den Weg hin zu einer im Netz enthaltenen oder vermuteten Information festzulegen<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> Orientierungsprobleme können natürlich auch in traditionellen Texten auftreten. Dort gibt es begrenzte Suchrichtungen – entweder man blättert im Text zurück oder weiter nach vorn. Auch können Nutzer/innen beim Suchen von Informationen in linear-hierarchischen Texten auf gewohnte Hilfsmittel wie Inhaltsverzeichnisse, Register usw. zurückgreifen. Dem stehen die fast unzähligen Suchrichtungen und die ungewohnte Handhabung der Hilfsmittel von Informationsnetzen (Suchmaschinen, Lesezeichen, Browser) gegenüber.

Entsprechend dieser Ursachen können nach TERGAN (1997) zwei Gruppen von Orientierungsproblemen unterschieden werden: die technische und die konzeptionelle Orientierungslosigkeit.

### **Technische Orientierungslosigkeit**

*Technisch orientierungslos* können Nutzer/innen werden, wenn ihnen z. B. medientypische Werkzeuge wie Scrollbalken oder computergebundene Verfahren wie doppelter Mausklick usw. unbekannt sind oder sie die Symbole, mit denen der Hypertext verwaltet wird, nicht kennen.

### **Konzeptionelle Orientierungslosigkeit**

In konzeptionelle Desorientierung geraten Nutzer/innen von Hypertext und Hypermedia dann (vgl. TERGAN 1997, S. 133), wenn sie

nicht in der Lage sind, die semantische Bedeutung der aufgesuchten Informationen in die eigene Wissensstruktur zu integrieren und eine kohärente Wissensrepräsentation aufzubauen.

Als Ursachen für konzeptionelle Orientierungslosigkeit nennt TERGAN:

- Unklarheit der Nutzer/innen über die Bedeutung der Information für die eigene Aufgabe
- Unklarheit über semantische Beziehungen zwischen den Knoten
- Unklarheit über weitere nötige Knoten, also über den weiteren Navigationsweg

Schwierigkeiten treten nach TERGAN (1997) vor allem dann auf, wenn kein konkretes Ziel zum Arbeiten mit Hypertexten gegeben ist. Dieses Verfahren wurde unter 2.3.2 als assoziatives Browsing beschrieben. Beim ungerichteten Browsing, besonders aber beim assoziativen Browsing, ist die Gefahr am größten, dass die Nutzer/innen nicht wissen, welche Informationen sie aus der Vielzahl des Angebots benötigen, wie diese Informationen mit den schon erhaltenen zusammenpassen und wohin der weitere Leseweg gelenkt werden soll.

### **5.2.2. Kognitive Überlast**

Als *cognitive overhead* bzw. *cognitive overload*<sup>26</sup> bezeichnet CONKLIN (1987) zusätzliche Anforderungen, denn die Nutzer/innen müssen beim Arbeiten mit Hypertexten zwei Aufgaben gleichzeitig bewältigen. Sie müssen ihre kognitive Kapazität aufteilen zwischen den Bereichen:

- *Textverstehen*: Auf inhaltlicher Ebene muss – wie beim Lesen hierarchischer Texte – die Sachinformation verstanden werden.
- *Lernwegplanung*: Auf struktureller Ebene sind geeignete Navigationswege zu ermitteln und durchzuhalten. In Informationsnetzen müssen die Nutzer/innen zusätzlich zum Verstehen des Inhalts ihre Aufmerksamkeit auch auf die räumliche Orientierung im Informationsnetz richten. Wie schwer ihnen das mitunter fällt, zeigt TERGAN (1997) in seiner Schilderung der Orientie-

---

<sup>26</sup> „[...] Unter kognitiver Überlast (*cognitive overload*) versteht man die Tatsache, daß aufgrund der Vielzahl von Handlungsalternativen in einer gegebenen Situation (z. B. Angebot mehrerer Links anstelle von Blättern auf eine klar bestimmte Folgeseite) ein Teil der Aufmerksamkeit des Benutzers dafür aufgewendet werden muß. Das kann dazu führen, daß sich die Lernenden überwiegend mit der Handhabung der Benutzeroberfläche beschäftigen und nicht mit den Inhalten ... Unter *Cognitive Overhead* wird jede kognitive Anstrengung verstanden, die über den eigentlichen Leseaufwand hinausgeht. Dies betrifft speziell die Orientierung und Navigation sowie Anpassungen der Benutzerschnittstelle ... Auch Desorientierung trägt demnach zur kognitiven Überlast bei. Auf der anderen Seite führt auch die Einführung einer Vielzahl von Zugriffs- und Navigationsmöglichkeiten zu mehr Handlungsalternativen für den Benutzer und damit zu erhöhtem *Cognitive Overhead*. Hier muß also eine sinnvolle Abwägung getroffen werden.“ (Online im Internet – Stand Mai 2004 – unter: <http://dsor.uni-paderborn.de/de/forschung/publikationen/blumstengel-diss/Gestaltungsaspekte-hypermedialer-Lernumgebungen.html>)

rungsprobleme. Im Grenzbereich von inhaltlicher und struktureller Ebene ist ein Problem angesiedelt, das CONKLIN (1987, S. 40) mit „informationeller Kurzsichtigkeit“ beschrieben hat. Kurzsichtig sind Nutzer/innen dann, wenn sie ihren Blick stets auf die Perspektive des jeweils aktuellen (nahen) Knotens einstellen und so das Ganze aus den Augen verlieren. Haben die Nutzer/innen einen umfassenden Plan bzw. eine Vorgehensstrategie, dann können die nahen Knoten sehr viel leichter zu dem Ganzen in Beziehung gebracht werden.

- *Mediennutzung*: Auf Systemebene sind verfügbare Hypertextsystemfunktionen und eventuell Hardware-Gegebenheiten zu bedenken (vgl. KUHLEN 1991, S. 125).

### **5.3. Hypertextnutzung – Chance oder Risiko? Zusammenfassung**

Sowohl für Orientierungsprobleme als auch für die Probleme der kognitiven Überforderung werden bisher Hilfen vor allem von technischer Seite aus vorgeschlagen. Gegen Orientierungslosigkeit sollen Orientierungs- und Navigationsmittel angeboten werden. So schlägt z. B. CONKLIN vor, Grafikbrowser oder Abfragemechanismen, wie sie aus Datenbanken bekannt sind, in Hypertexte zu integrieren (CONKLIN 1987, S. 38). Gegen kognitive Überforderung empfiehlt CONKLIN (ebd., S. 40) z. B. eine schnelle Anzeige der durch Querverweise erreichten Knoten und die Verwendung grafischer Browser.

Allein technische Hilfsmittel können aber nicht genügen, um Hypertexte trotz dieser Schwierigkeiten erfolgreich (im Unterricht) zu verwenden. Es sollte gleichzeitig darum gehen, von Nutzerseite gegenzusteuern. Das kann einmal geschehen, indem geeignete Problemstellungen das Lernen mit Hypertexten lenken. Hinweise dazu, welche Lernsituationen zum Lernen mit Hypertext geeignet sind, werden in Teil C gegeben. Auf der anderen Seite kann dadurch gegengesteuert werden, dass die Lernenden zunehmend befähigt werden, sich selbst Ziele zu setzen, ihren Lernweg zu planen und die gefundenen Informationen miteinander zu einem Ganzen zu verbinden. Denn genau diese Tätigkeiten beim Lernen mit Hypertext scheinen es zu sein, die Lernende kognitiv sehr stark fordern (überfordern) und die, wenn sie trotz hoher kognitiver Anstrengungen nicht bewältigt werden, zu Orientierungslosigkeit im Hypertext führen können. Daher wird sich das folgende Kapitel mit der Frage beschäftigen, welche Lernvoraussetzungen nötig sind, um erfolgreich mit Hypertext zu lernen.

## 6. Orientierungssicherheit und kognitive Entlastung beim Lernen mit Hypertext

### 6.1. Wo Licht ist, da ist auch Schatten – Die Sonnenseiten von Hypertext als Ursache seiner schwierigen Verwendung

Das Kapitel zu den Schattenseiten beim Lernen mit Hypertext machte deutlich, dass die Lernenden nur wenig auf die Besonderheiten von Hypertext vorbereitet sind. Es bestehen offenbar Zusammenhänge zwischen dem, was in den vorangegangenen Kapiteln als typische Hypertexteigenschaften herausgearbeitet wurde, und den Schwierigkeiten beim Nutzen von Hypertext.

Um dies zu erklären, werden die Ergebnisse der Kapitel 3 und 4 in Erinnerung gerufen und mit den im Kapitel 5 genannten Schwierigkeiten verglichen.

Im 3. Kapitel wurde Hypertext als computerbasiertes Lehrmedium betrachtet. Im Ergebnis wurde hervorgehoben, dass sich Hypertexte in zwei Bereichen von anderen computergesteuerten Lernmedien unterscheiden:

- In Hypertexten wird den Lernenden der Lernweg nicht vorgeschrieben. Diese Eigenschaft wurde als geringe Adaptivität bezeichnet.
- In Hypertexten erhalten Lernende an jedem Informationspunkt ein breites Angebot weiterführender Informationen. Diese Eigenschaft wurde als hohe Flexibilität bezeichnet.

Diese Eigenschaften wurden als Grund genommen, um Hypertexte als geeignet für problemlösende Lernsituationen mit hohem Selbststeuerungsanteil der Lernenden vorzuschlagen, denn dort geht es darum, dass die Lernenden selbst ihren Lernweg finden.

Im 4. Kapitel stellte sich im Vergleich hierarchischer Text / Hypertext heraus, dass der entscheidende Unterschied in der Art und Weise der Textverflechtung liegt. Typisch für Hypertexte ist, dass dort kaum sprachliche und inhaltliche Mittel den Text als Ganzes zusammenhalten. Wichtig ist dabei die Funktion der Links. Sie verbinden die Knoten meist, ohne die inhaltlichen Beziehungen zwischen den Textteilen anzugeben. Und sie verbinden nicht einen Knoten mit einem anderen, sondern sie vernetzen oft viele verschiedene Informationseinheiten. Diese Hypertexteigenschaften fordern Leser/innen zur aktiven Mitgestaltung des Textes auf, denn sie bestimmen, welche Inhalte ausgewählt und gelesen werden, sie bestimmen, in welcher Reihenfolge die Informationen gelesen werden, und sie bestimmen, wie die gelesenen Informationen sortiert und zu einem Text zusammengesetzt werden. Durch diese neuen, großen Einflussmöglichkeiten der Nutzer/innen auf die Textentwicklung bezeichnete LANDOW (1994) die Leser/innen von Hypertexten als *wreader*. Die Mitgestaltungsmöglichkeit der Leser/innen an dem, was sie lesen, bestätigte die Eignung von Hypertext als Medium für selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse.

TERGAN (1997) hat als Schwierigkeiten beim Lernen mit Hypertext vor allem Orientierungslosigkeit und kognitive Überforderung beschrieben. Als Möglichkeit von Hypertext wurde das breite Informationsangebot genannt, aus dem die Lernenden durch ihren Leseweg auswählen können. Leider sieht es so aus, als ob die Vorteile des Mediums gar nicht genutzt werden können. Das kann daran liegen, dass die Nutzer/innen nicht in der Lage sind, selbständig nach Informationen zu suchen, Informationen auszuwählen, zu bewerten und zu verbinden. Dieses fehlende Können führt dazu, dass die im Hypertext als Möglichkeit angelegte Freiheit zum Risiko wird, da mit ihr nicht umgegangen werden kann. Soll Hypertext im Unterricht erfolgreich eingesetzt werden, müssen die Lernenden also in der Lage sein oder befähigt werden, Informationen zu suchen, zu finden, auszuwählen, zu bewerten und zu ordnen.

An dieser Stelle fließen die drei Denkströme zusammen, aus denen sich die Hinweise zur Unterrichtsgestaltung mit Hypertext speisen. Das Besondere von Hypertext macht das Medium geeignet für selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse – aber nur unter der Voraussetzung, dass die Lernenden die Vorteile nutzen können. Dazu benötigen die Lernenden Wissen und Können zum Lösen von Problemen im Allgemeinen und zum Verwenden von vernetzt strukturierten Informationsangeboten (z. B. Hypertext) zur Problemlösung im Besonderen.

Sollen Lehrende aber Unterrichtssituationen so gestalten können, dass mit Hypertexten erfolgreich Problemlösen und Umgehen mit Informationen gelernt werden kann, sind Hinweise aus der Psychologie nötig. Entsprechende Fragen der Lehrenden an die Psychologie wären beispielsweise: Wie funktioniert Problemlösen? Was sollten die Lernenden können? Wie können sie das lernen?

Um die ersten beiden Denkströme zu vereinen, werde folgend die in diesem Kapitel herausgearbeiteten Besonderheiten von Hypertext und ihre Verwendungsschwierigkeiten mit Theorien zur Informationsverarbeitung allgemein in Zusammenhang gebracht. Damit erfolgt ein Vorgriff auf Inhalte der Psychologie. Mit dieser direkten und an dieser Stelle nur grob möglichen Verbindung soll der Übergang in den nächsten Teil dieser Arbeit erleichtert werden. Der Übergang in den Bereich der Psychologie wird an Theorien von KRAAK (z. B. 1983, S. 166–168; 2000, S. 51–60) erfolgen. Die von ihm gegebene theoretische Basis ist in der Psychologie des Denkens (Kognitionspsychologie) angesiedelt. KRAAK beschäftigte sich intensiv mit der Frage, was Menschen können müssen, um ihr Denken bewusst und sorgfältig zu benutzen. Nur durch diese bewusste Sorgfalt, so KRAAK (1983), ist es möglich, überlegte Entscheidungen und Urteile zu treffen. Zu diesem sorgfältigen Denken<sup>27</sup> befähigen wir uns, indem wir uns bestimmte Kompetenzen zum Umgehen mit Information und Wissen aneignen. Um kompetent mit Wissen umgehen zu können, sind Strategien nötig, die gelernt, geübt werden müssen. Im Rahmen der Denktheorie steht KRAAK den Problemlösetheorien nahe, denn die Fähigkeit zum Umgehen mit Wissen, so KRAAK (2000, S. 52), sei der Weg zu erfolgreicherer Problemlösungen. Damit ist KRAAKs Theorie zum einen in der Psychologie dort beheimatet, wo auch andere, dazu passende Theorien zur Beschreibung von Denkprozessen beim Problemlösen in komplexen Lernsituationen zu Hause sind. Gedacht sei hier besonders an DÖRNER und ECKERLE, deren Theorien über elementare Denkprozesse und Strategien zum Problemlösen Basis der Überlegungen in Teil B sein werden. Zum anderen bietet die Arbeit von KRAAK eine pädagogische Ausrichtung, denn sie enthält die für eine pädagogische Nutzung so wichtigen Vorschläge, was zum Umgehen mit Information an Wissen und Können wichtig ist und wozu es in der modernen Gesellschaft dringend nötig ist.

## 6.2. Umgehen mit Informationen beim Lernen mit Hypertext

Beim Problemlösen geht es darum, einen Weg zu finden, um den unbefriedigenden Anfangszustand in den gewünschten Zielzustand zu überführen. Bei komplexen Lerngegenständen oder beim Lernen in Informationsnetzen müssen die Lernenden oft viele verschiedene Zusammenhänge berücksichtigen. Das gelingt i. d. R. nicht spontan, sondern erfordert Fähigkeiten zum Umgehen mit Informationen (vgl. zum Beispiel DÖRNER 1975; ECKERLE 1983, S. 93; KRAAK 2000, S. 56).

---

<sup>27</sup> KRAAK und andere bezeichnen dieses sorgfältige Denken als Kritisches Denken (z. B. ASTLEITNER 2000, ECKERLE 2000). Ein guter Einblick in diese Thematik wird von den genannten und anderen Autor/innen im Heft 1 (2000) der Zeitschrift „Pädagogisches Handeln“ gegeben.

Als Fähigkeiten zum Umgehen mit Wissen nennt KRAAK (1983, S. 166):

- Erkennen können, welche Informationen zur Problemlösung benötigt werden
- Erfahrung haben, wo und wie diese Informationen zu suchen und zu finden sind
- Fähigkeiten haben zum systematischen Auswerten von Informationen mittels Strategien zur Urteilsbildung und zum Entscheiden
- Fähigkeiten haben zum Beurteilen der Informationen bezüglich ihres Vertrauensgehaltes

Als Ursachen von Orientierungslosigkeit nennt TERGAN (1997):

- Unklarheit der Nutzer/innen über die Bedeutung der Information für die eigene Aufgabe
- Unklarheit über semantische Beziehungen zwischen den Knoten
- Unklarheit über weitere nötige Knoten, also über den weiteren Navigationsweg
- Schwierigkeiten beim Umgehen mit dem Medium Hypertext selbst (technische Orientierungslosigkeit)

Werden die Fähigkeiten zum Umgehen mit Wissen (KRAAK) mit den von TERGAN beschriebenen Orientierungsschwierigkeiten in Beziehung gesetzt, können folgende Zusammenhänge hergestellt werden:

- Können Lernende erkennen, welche Informationen zur Lösung des Problems benötigt werden, dann können sie aus den vorhandenen Informationsangeboten genauer auswählen, welche Information für die eigene Lösung von Bedeutung ist.
- Haben Lernende Erfahrungen, wo sie die gewünschte Information finden können, und wie sie beim Suchen vorgehen müssen, dann können sie ihren Navigationsweg technisch und konzeptionell sicherer bestimmen.
- Können die Lernenden Informationen nach systematischen Strategien auswerten, dann können sie damit die Bedeutung der gefundenen Information im Rahmen des Ganzen besser einschätzen, und sie können die Information mit anderen in Beziehung setzen.
- Können die Lernenden Informationen bezüglich ihres Vertrauensgehaltes beurteilen, so können sie die Bedeutung der Information für die eigene Lösung besser einschätzen.

Im Vergleich wird deutlich: Sowohl TERGAN (1997) als auch KRAAK (1993) betonen, dass die Lernenden in der Lage sein müssen, selbständig Informationen zu suchen, auszuwählen, zu ordnen und zu bewerten. Unterschiedlich ist das Gewicht, das bei KRAAK oder TERGAN den einzelnen Bereichen zugemessen wird. Während KRAAK die Fähigkeiten zur Informationsgewichtung und Bewertung hervorhebt, betont TERGAN vor allem die Schwierigkeiten, die das Herstellen von semantischen Beziehungen beim Lesen von Hypertexten bereitet.

Die Nutzer/innen von Hypertexten benötigen daher Strategien, um Informationen zueinander in Beziehung zu setzen und Gedankengänge zu gliedern. Dazu gibt es bei KRAAK kein direktes Pendant auf Kompetenzebene. Das bedeutet aber nicht, dass KRAAK das Herstellen semantischer Beziehungen nicht für nötig hält, sondern dass entsprechende Strategien besonders beim Lernen mit Hypertexten wichtig werden. Bei KRAAK, der die Schwierigkeiten beim Umgehen mit Wissen eher in kritischer Urteilsbildung sieht, ist der semantische Aspekt lediglich Bestandteil der anderen Kompetenzen – besonders der Informationsgewichtung und der Informationsbewertung. In einem Kontext, in dem es um das Lernen mit Hypertexten geht, ist der Aspekt der semantischen Verknüpfung der Inhalte durch die Nutzer/innen jedoch explizit hervorzuheben und zu den anderen Aspekten zum Umgehen mit Wissen zu ergänzen, wenn nicht gar voran zu stellen.

Wenn die Lernenden sicher mit Wissen umgehen können, dann werden sie sich im Hypertext besser orientieren können und es wird ihnen leichter fallen, ihre Handlungen parallel zur Informationsaufnahme zu steuern. In Teil B sind daher auf kognitionspsychologischer Grundlage Strategien zu suchen und in ihrer Eignung für das Lernen mit Hypertexten zu prüfen, die dem

- Suchen und Finden von Informationen,
- Erkennen von Informationen,
- Beurteilen von Informationen bezüglich ihres Vertrauensgehaltes,
- Herstellen des Sinnzusammenhangs zwischen den Informationen dienen.

## 7. Hypertext – Ein Informationsbaukasten ohne Bastelanleitung: Zusammenfassung von Teil A

### 7.1. Typische Merkmale von Hypertexten

#### *Beschreibung von Hypertext*

Im Kapitel 1 wurde zusammengefasst, dass die vernetzte Struktur von Knoten und Links als charakteristisches Merkmal für Hypertexte/Hypermedien anzusehen ist. Differenzierter können Hypertexte/Hypermedien beschrieben werden als Informationsmaterialien, die gekennzeichnet sind durch computerbasierte Vernetzung von Informationseinheiten (Knoten) und durch den Einsatz von elektronischen Verbindungen (Links, Verweisen) zum Erreichen einer benutzergesteuerten interaktiven Form des Informationszugriffs.

Im Kapitel 2 wurde Hypertext genauer untersucht. Als typische Hypertexteigenschaft wurde seine vernetzte Struktur herausgearbeitet. Sie entsteht dadurch, dass die in Informationseinheiten – allgemein als Knoten bezeichnet – enthaltenen Inhalte über elektronische Verweise (Links) netzartig verknüpft werden.

Das Design der Knoten und Links bestimmt die Verwendungseigenschaften des Hypertextes. Durch das Linkdesign wird die Transparenz und die Vernetzung des Hypertextes festgelegt. Werden die Links benannt (typisiert), dann ist der Hypertext transparenter, als wenn keine Bezeichnung der Verweise erfolgt. Gibt es im Hypertext sowohl hierarchische, gliedernde als auch assoziative Links, so stehen mehr und besser planbare Möglichkeiten zum Bewegen im Informationsnetz bereit, als wenn „nur“ über assoziative Links auf die Inhalte zugegriffen werden kann. Die Gestaltung der Knoten unterscheidet sich hauptsächlich im Umfang der Knoten (eher umfangreich oder eher kurz). Vom Umfang hängt auch ab, ob die Inhalte als Fenster (mit Scrollbalken usw.) oder als Karte (und damit auf eine Bildschirmseite begrenzt) dargestellt werden. Typisch für die „Informationseinheiten“ (Knoten) ist, dass im Hypertext die Inhalte der Knoten sprachlich/grammatisch und inhaltlich geschlossen sind. Die Eigenschaften von Hypertext wurden zu zwei Gestaltungsprinzipien des Mediums zusammengefasst:

- Prinzip der Vernetzung von Informationseinheiten (Knoten) durch elektronische Verweise (Links) auf der Ebene des Textganzen (globale Ebene)
- Prinzip der Zerteilung von Informationen in relativ geschlossene, kurze Informationsinseln (Knoten) auf der Ebene der Informationseinheit (lokale Ebene)

Je nach Art der enthaltenen Knoten- und Linktypen können im Hypertext verschiedene Möglichkeiten genutzt werden, um Informationen zu suchen oder wiederzufinden. Eher strukturierte Zugriffsvarianten auf Informationen stellen die Datenbankabfrage und das Nutzen von Browsern dar. Sie dienen oft als Einstieg oder werden verwendet, wenn ganz bestimmte Informationen gesucht werden. Eher hypertexttypisch ist die Verwendung assoziativer Links. Die Nutzer/innen bewegen sich beim Informationszugriff über assoziative Links zwischen den Polen einer streng zielgerichteten und einer datengetriebenen Navigation.

#### *Eigenschaften von Hypertexten als computerbasiertes Lernmedium*

Welche besonderen Eigenschaften hat Hypertext, wenn er als ein Beispiel für ein computerbasiertes Lernmedium mit anderen computerbasierten Lernmedien verglichen wird? Im Vergleich traditioneller computerbasierter Lernmedien mit Hypertext wurde deutlich, dass Gemeinsamkeiten auf technischer und organisatorischer Ebene bestehen. Entsprechend sind aus traditionellem

computerbasiertem Unterricht die Erfahrungen übertragbar, die das Arbeiten an und mit dem Computer thematisieren. Die wesentlichen Unterschiede von Hypertext und traditionellen Lernmedien sind, dass Hypertexte flexibler sind und kaum adaptive Komponenten enthalten. Es zeigte sich, dass Erfahrungen, wie sie beim Lernen mit traditionellen Lernprogrammen gemacht wurden, auf das Lernen mit Hypertexten kaum übertragen werden können. Traditionelle Lernprogramme werden als Trainings- und Übungsmedien eingesetzt. Hypertext scheint durch die geringe Adaptivität besonders für selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse geeignet zu sein. Die hohe Flexibilität von Hypertext ermöglicht es, auch komplexe Sachverhalte abzubilden oder einen Sachverhalt aus verschiedenen Perspektiven zu darzustellen. Hypertext wurde als geeignetes Medium für selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse eingeordnet, weil in ihm kein Lernweg vorgegeben wird (geringe Adaptivität), sondern eine breite Auswahl weiterführender Information angeboten wird (hohe Flexibilität).

### ***Eigenschaften als Text***

Welche besonderen Eigenschaften hat Hypertext, wenn er als Beispiel für Texte (Lehrtexte) angesehen wird? Im Kapitel 4 wurden traditionelle und eher hierarchische Texte mit Hypertext auf struktureller Ebene verglichen. Die Gemeinsamkeit zwischen traditionellen, eher hierarchischen Texten und Hypertexten liegen auf der sprachlichen Ebene. Sowohl hierarchisch strukturierte Texte als auch Hypertexte sind sprachbasiert und dienen der Informationsübermittlung. Daher können die grundlegenden Erfahrungen zum Erkennen sprachlicher Zeichen und zum Verarbeiten von Informationen auch auf globaler Ebene des Textverstehens genutzt werden. Weiterhin gibt es in beiden Strukturformen indexierende Hilfsmittel, mit denen gezielt auf Informationen zugegriffen werden kann. Das Verwenden von Schlagwortregistern in hierarchischen Texten und in Hypertexten ist ähnlich. Auch im Bereich der Strukturen und Mittel, mit denen die sprachlichen Zeichen so gespeichert werden, dass sie kohärent wirken und als Ganzes eine kommunikative Funktion signalisieren, wurden Gemeinsamkeiten deutlich. Es gibt große Ähnlichkeiten von traditionellen Texten und den innerhalb eines Knotens enthaltenen Texten. Dort können auch Erfahrungen aus dem Umgang mit hierarchischen Texten genutzt werden.

Verschieden sind Hypertextstrukturen und Textstrukturen, wenn der einzelne Knoten verlassen wird. In Hypertexten wird das Textganze mit anderen Mitteln hergestellt als bei hierarchischen Texten. Entscheidend ist dabei die Funktion der Links. Sie verbinden die Knoten, ohne dass in der Regel auf inhaltlicher oder sprachlicher Ebene Zusammenhänge zwischen Ausgangsknoten und Zielknoten benannt werden. Und sie verbinden nicht einen Knoten mit einem anderen, sondern sie vernetzen die Informationseinheiten. Beide Unterschiede haben Auswirkungen auf das, was die Leser/innen tun müssen, um einen Sinn kontinuierlich zu entwickeln. Daher werden besonders zum inhaltlichen Verbinden der Einzelknoten zu einem Textganzen und zum Steuern des Leseweges andere Voraussetzungen nötig sein als von hierarchischen Texten gewohnt.

In traditionellen Texten wird Sinn auf ein zu erwartendes Ganzes hin entwickelt. Die entscheidende Rezeptionsleistung ist das Verstehen der im Text angebotenen Sinnzusammenhänge durch das Kennen und Umgehen mit Mitteln der textinternen Kohärenz und Kohäsion. Im Hypertext gibt es diese Bindung an eine Rezeptionsrichtung und eine schrittweise Sinnentfaltung nicht. Daher wurden Hypertexte mit „Baukästen ohne Bastelanleitung“ verglichen. Die Nutzer/innen haben selbst die Möglichkeit, ihren Leseweg zu bestimmen und die Inhalte aufzurufen, die sie benötigen und verstehen. Dadurch tragen sie auch mehr Verantwortung dafür, einen geeigneten Leseweg auszusuchen, Informationen auszuwählen, zu bewerten und in Zusammenhänge einzuordnen.

## Überblick über typische Hypertexteigenschaften

Die herausgearbeiteten Eigenschaften sind nicht feststehende Merkmale von Hypertext. Sie beschreiben eher die Tendenz, eine ungefähre Einordnung zwischen zwei Polen. Entsprechend wird zusammenfassend auch keine klare Definition von Hypertext versucht, sondern die typischen Merkmale werden als Tendenz zwischen zwei Polen angegeben.

Hypertext soll hier zwischen gedachten Polaritäten eingeordnet werden. Er tendiert dabei zum Pol B, was grafisch veranschaulicht werden kann:

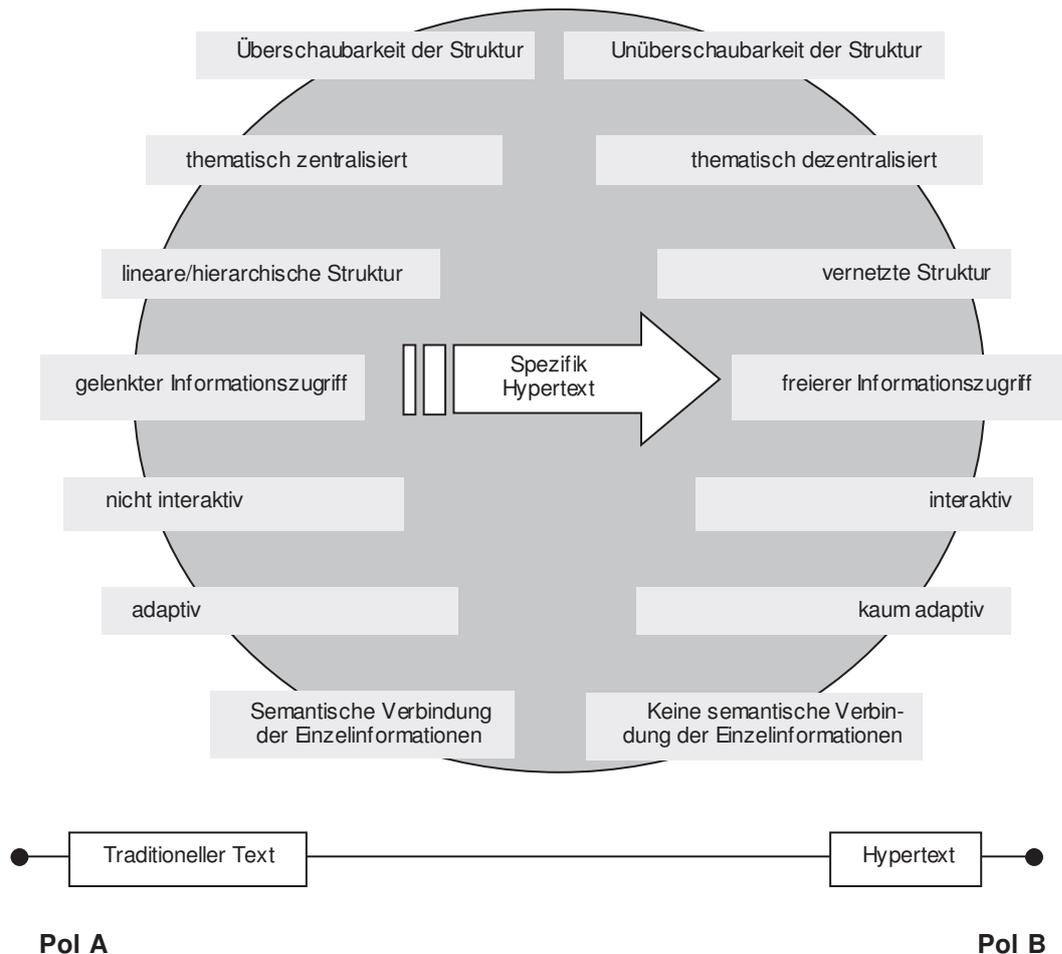


Abb. 2: Typisch Hypertext

## 7.2. Erwartete positive Folgen der Hypertextnutzung für Lernprozesse

Als positive Eigenschaften für Lehr-Lernprozesse bieten Hypertexte:

- *Umfangreiche Informationen (hohe Flexibilität) und oft einen leichten, schnellen Informationszugang*, denn in Hypermedien können sehr viele Informationen gespeichert und über einfache Eingabegeräte schnell abgerufen werden. Dadurch wird zeitaufwendiges Aufsuchen von Informationen vermieden.

- *Freiheit des Leseweges (geringe Adaptivität)*, denn in Hypertexten werden Informationsbausteine angeboten, mit denen die Nutzer/innen je nach Anliegen und Voraussetzungen eigene Gedankengebäude konstruieren können.
- *Informationsvernetzung*, denn durch die vernetzte Struktur können Informationen, Sachverhalte usw. aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden.

Dabei werden Informationen sowohl nach dem eigenen Interesse (Wahl der Exempel) als auch nach dem Anliegen und Leistungsstand (Wahl des Auflösungsgrades zwischen Vogelperspektive und Nahaufnahme) ausgesucht. Informationsnetze bieten damit eine technische Grundlage für die Darstellung und für das Umgehen mit Komplexität (systemisches Denken)<sup>28</sup>.

Insgesamt wurden Hypertexte als geeignete Medien zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lehren und Lernen und zum Lernen in komplexen Zusammenhängen beschrieben, denn Hypertextnutzer/innen folgen nicht rezeptiv einem Angebot, sondern sie sind Produzent/innen, Problemlöser/innen, Konstrukteure. Sie haben die Möglichkeit und die Verantwortung, sich ihren Weg zu ihrem Ziel zu suchen.

### **7.3. Erwartete negative Folgen – Welche Nachteile können die typischen Eigenschaften für die Nutzung haben?**

Mit der Entscheidungsfreiheit über Lernweg und Lerninhalt übernehmen die Nutzer/innen auch Verantwortung. Zur Verantwortung über den Lernweg gehört die Planung der Informationssuche, das Auswählen und Bewerten von Informationen und die Steuerung und Kontrolle der Themenentfaltung und Sinnentwicklung.

Aber diese Verantwortungen können die Nutzer/innen auch überfordern. So beschrieben beispielsweise CONKLIN (1987) und TERGAN (1997) zwei Probleme, die Nutzer/innen die Verwendung von Hypertexten erschweren: die Orientierungslosigkeit, bei der die Nutzer/innen nicht mehr wissen, wo im Textnetz sie gerade sind und wohin sie müssen, und die kognitive Überforderung, denn wenn Hypertexte verwendet werden, müssen die Nutzer/innen sich selbst orientieren und ihre Ergebnisse zu einem Ganzen zusammenbauen. Sie können also nicht mehr die gesamte Aufmerksamkeit auf den Inhalt richten, sondern müssen auch planen, kontrollieren, sortieren usw.

Wenn die Schwierigkeiten größer sind als die Vorteile, dann kann Lernen mit Hypertext als ergebnislos, erfolglos und frustrierend erlebt werden. Selbststeuerung des Lernweges kann aussichtslos erscheinen, wenn ein chaotischer Berg gesammelter Informationen nur darauf verweist, es allein nicht geschafft zu haben. Das Bild, ohne vorgegebene Lernwege erfolglos zu sein, kann das Vertrauen der Lernenden in ihre Lernfähigkeit – kann also einen Teil ihrer Selbstkompetenz – erheblich schwächen. Weiterhin kann auch das Potenzial von Hypertext für Lehrer/innen und Schüler/innen verdeckt bleiben oder sogar eine strikte Ablehnung gegen das „ineffektive“ Medium entstehen. Einstellungen wie „Das ist mir zu komplex, damit kann man bzw. damit kann ich nicht arbeiten“, „Interdisziplinäres Denken ist Quatsch, das führt zu nichts“, „Es ist einfach besser, wenn jemand sagt, wo es langgeht. Da kommt wenigstens was bei raus“, „Hypertexte sind vielleicht eine lustige Sache, aber lernen kann man damit nicht“ usw. wären eine fatale Folge von ergebnislosem und damit negativ erlebtem Lernen mit Hypertext. Daher ist es nötig, Strategien zu entwerfen, die das Lernen mit Hypertext erleichtern. Und es ist nötig, den Lehrenden Hilfen zu geben, wann Hypertext sinnvoll eingesetzt werden kann, was die Schüler/innen zum

---

<sup>28</sup> Zu den Begriffen systemisches Denken, multiple Perspektiven siehe C/2.2.1.

erfolgreichen Nutzen des Mediums an Voraussetzungen benötigen und wie diese Voraussetzungen erworben werden können.

#### **7.4. Handlungsmöglichkeiten**

Es ist nötig, die bereits in anderen Gebieten vorhandenen Strategien zum Umgehen mit Wissen aufzugreifen und für die Gestaltung von Lehr-Lernprozessen mit Hypertexten verwendbar zu machen. Ziel ist dabei, vor allem Probleme der kognitiven Überforderung und der konzeptionellen Orientierungslosigkeit zu mindern. Das bedeutet, dass Strategien zum Suchen, Auswerten/Bewerten und Ordnen von Informationen nötig sind. Recht gut erforschte Bereiche, in denen diese Strategien wichtig sind, sind Handlungsentscheidungen bei der Informationsverarbeitung und darauf aufbauend das Gestalten (Initiieren, Steuern und Kontrollieren) beim Problemlösen.

Mit Hilfe der in diesen Bereichen bekannten Strategien können Aussagen zu Lernvoraussetzungen beim Lernen mit Hypertexten erarbeitet werden. In dieser Arbeit werden als entscheidende theoretische Grundlage die von KRAAK (1983, 2000) formulierten Fähigkeiten zum Umgehen mit Wissen genutzt. Sie bieten Ansatzpunkte für Strategien, die dem Lernen mit Hypertexten im Besonderen und dem selbständigen Umgehen mit Wissen als Teil von Problemlösungen im Allgemeinen dienen können. Hinzuzufügen sind den von KRAAK formulierten Fähigkeiten die Strategien zur semantischen Verknüpfung von Informationen.

In Teil B sind daher auf kognitionspsychologischer Grundlage Strategien zu suchen und in ihrer Eignung für das Lernen mit Hypertexten zu prüfen, die dem Suchen und Finden von Informationen, dem Erkennen geeigneter Informationen, dem Beurteilen von Informationen bezüglich ihres Vertrauensgehaltes und dem Herstellen des Sinnzusammenhangs dienen.

Wenn der Mensch kein Kulturwesen wäre, so könnte man das Problemlösen als den Prototypen der kognitiven Tätigkeit überhaupt bezeichnen. [...] Wo anders sollte Anlaß zum Denken entstehen, als wo dem Menschen sein Handeln, sein Rechnen, sein Wahrnehmen und sein Denken problematisch wird?

(AEBLI 1981)

## **Teil B**

# **Kognitionspsychologische Grundlagen und praktische Vorschläge für systematisches Vorgehen (Strategien) zum problemlösenden, selbstgesteuerten Lernen mit Hypertext**



## Inhaltsverzeichnis Teil B

<b>1. Einführung</b>	<b>57</b>
1.1. Worum wird es gehen?	57
1.2. Vorgehen	58
1.3. Einordnung und Grenzen	58
1.4. Kontexte – Begriffe und Theorien	59
1.4.1. Lernen, Wissen, Informationen – Einführung in oft genutzte Begriffe	59
1.4.2. Überblick	62
<b>2. Modelle zum Denken und Problemlösen</b>	<b>63</b>
2.1. Lernen durch Nicht-Weiter-Wissen? – Kennzeichen, Bedingungen und Folgen problemlösenden Lernens	63
2.2. Suche nach einem Modell	65
2.3. Modellauswahl	66
<b>3. Wissensrepräsentation im Gedächtnis</b>	<b>70</b>
3.1. Die kognitive Struktur – eine Einführung	70
3.2. Die epistemische Teilstruktur (ES)	70
3.2.1. Funktion und Struktur	70
3.2.2. Bestandteil 1: Die Knoten	70
3.2.3. Bestandteil 2: Die Relationen	71
3.2.4. Das epistemische Netz und seine didaktische Nutzung	74
3.3. Die heuristische Teilstruktur	77
3.3.1. Funktion und Struktur	77
3.3.2. Äußere Bedingungen beim Problemlösen – Problemklassifikation	78
3.3.3. Die äußeren Bedingungen und ihre didaktische Nutzung beim Verwenden von Hypertexten	84
3.3.4. Die inneren Bedingungen beim Problemlösen – die elementaren kognitiven Prozesse	88
3.3.5. Die elementaren Denkprozesse und ihre didaktische Bedeutung beim Lernen mit Hypertexten	95
<b>4. Der Informationsverarbeitungsprozess</b>	<b>98</b>
4.1. Die erste Phase der Informationsverarbeitung: Wahrnehmung	98
4.2. Die zweite Phase der Informationsverarbeitung: Informationsgewichtung	99
4.3. Die dritte Phase der Informationsverarbeitung: Informationsprüfung	100
4.4. Didaktische Überlegungen zum Informationsverarbeitungsprozess	101
<b>5. Heuristische Strategien zum problemlösenden Lernen mit Hypertext</b>	<b>102</b>
5.1. Funktion und Struktur	102
5.2. Fragearten als Heuristiken	102
5.3. Vorstellung der Strategien	103
5.3.1. Zunächst ein Beispiel	103
5.3.2. Aufbau der Fragearten	105
5.4. Skizze einer möglichen Systematisierung der Fragearten (nach ECKERLE 1983, 1987)	109
<b>6. Systematisch Probleme lösen: Zusammenfassung von Teil B</b>	<b>110</b>
6.1. Ausgangssituation	110
6.2. Wie ist das menschliche Gedächtnis organisiert? Gibt es Wege, die durch das Wissen führen? Wie sehen diese Denkwege aus?	110

- 6.3. Welche verschiedenen Typen von Problemlösesituationen gibt es? Gibt es Problemgruppen, die mit Hypertexten besser gelöst werden können, und solche, für deren Lösung sich das Medium weniger eignet? 112
- 6.4. Welche Anforderungen werden in den jeweiligen Problemsituationen an die Lernenden gestellt und welche Lösungsverfahren scheinen geeignet, um Lernende beim Problemlösen zu unterstützen? 114

# 1. Einführung

## 1.1. Worum wird es gehen?

In Teil A wurde nach dem Typischen von Hypertext gesucht. Dazu wurden Hypertexte mit anderen computerbasierten Lernmedien verglichen. Insgesamt sind in computerbasierten Hypertexten oft mehr Informationen enthalten als in linearen Papiertexten, die Informationen sind in der Regel kürzer, so dass sie oft auf eine Bildschirmseite passen. Im Vergleich von Hypertext mit anderen Lehrtexten wurde herausgearbeitet, dass der entscheidende Unterschied darin besteht, wie stark und mit welchen Mitteln in den vernetzt strukturierten Hypertexten die Textbausteine zusammengehalten werden. Hypertexte sind nicht, wie in traditionellen Lehrtexten üblich, entsprechend der beabsichtigten Sinnentwicklung geordnet. Nutzer/innen von Hypertexten haben es daher mit einem Material zu tun, das sehr umfangreich ist. Sie erhalten im Unterschied zum Lernen mit hierarchisch gegliederten Texten keinen Text, in dem sie systematisch zu einem Ziel geführt werden, sondern relativ wenig zusammenhängende Textbausteine, aus denen sie auswählen und die sie nach ihrem Bedürfnis ordnen können.

Wenn Lernende sich schnell einen bestimmten Stoff einprägen sollen, scheinen Hypertexte ungeeignet. Wenn sie aber selbständig Lösungen entwickeln sollen, dann kann Hypertext durchaus ein geeignetes Medium sein. Allerdings nur, wenn die Lernenden die Inhalte, die im Hypertext angeboten werden, verstehen und zueinander in Beziehung setzen können. Daher wurde in Teil A auch ausführlich auf die Schwierigkeiten beim Nutzen von Hypertexten eingegangen. Fehlende Such- und Ordnungsstrategien, fehlendes Überblickswissen und unzureichende Bewertungskriterien zum Auswählen aus dem reichen Angebot an Informationen können zu kognitiver Überforderung und Orientierungslosigkeit führen und es den Lernenden schwer machen, das umfangreiche Angebot vernetzter Informationen für sich nutzbar zu machen. Erfolgreich werden Problemlösungen mit Hypertext dann, wenn sich die Nutzer/innen sicher in Textnetzen orientieren können und dabei ihr Arbeitsgedächtnis nicht überlasten. Dazu brauchen sie Strategien zum Umgehen mit Wissen, denn sie müssen erkennen können, welche Informationen zur Problemlösung benötigt werden, Informationen suchen und finden können, Informationen beurteilen und systematisch auswerten können.

Wenn Lehrer/innen Hypertexte im Unterricht einsetzen wollen, müssen sie also wissen, ob Hypertexte überhaupt für das Ziel und die Methode geeignet sind, und sie müssen einschätzen können, ob die Schüler/innen die Voraussetzungen haben, das Medium entsprechend zu nutzen. Als Grundlage solcher Überlegungen dienen lernpsychologische Theorien. In diesem Teil sollen daher auf lernpsychologischer Ebene Problemlösesituationen so genau beschrieben werden, dass deutlich wird, *wann* Hypertexte ein geeignetes Medium für selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen wären und *was* die Lernenden dazu bereits wissen und können müssen. Entsprechend werden folgende Fragen gestellt:

Zur Organisation des Wissens:

- Wie ist das menschliche Gedächtnis organisiert? Welche didaktischen Möglichkeiten ergeben sich daraus? Gibt es Wege, die durch das Wissen führen? Wie sehen diese Denkwege aus?

Zum Problemlösen

- Welche verschiedenen Typen von Problemlösesituationen gibt es? Gibt es Problemgruppen, die mit Hypertexten besser gelöst werden können, und solche, für deren Lösung sich das Medium weniger eignet?

- Welche Anforderungen stellen sie an die Lernenden?
- Welche Lösungsverfahren scheinen geeignet, um Lernende bei der Lösung entsprechender Lernsituationen zu unterstützen?

## 1.2. Vorgehen

Die Auseinandersetzung mit lerntheoretischen Grundlagen aus der kognitiven Psychologie erfolgt in drei Schritten:

*Schritt 1:* Auswahl und Vorstellung eines theoretischen Modells zur kognitiven Struktur.

*Schritt 2:* Erarbeitung der zum selbständigen Problemlösen mit Hypertexten notwendigen Lernvoraussetzungen. Im anschließenden Teil C sind diese Voraussetzungen der Lernenden wichtige Indikatoren für die Unterrichtsplanung. An der Differenz zwischen den hier erarbeiteten nötigen Voraussetzungen und den in der konkreten Unterrichtssituation gegebenen Bedingungen kann entschieden werden, ob und in welchem Ausmaß Hypertext eingesetzt werden soll, welcher Schwierigkeitsgrad angemessen ist, welche Strategien vorher zu üben sind bzw. welche Lernhilfen in Form von Methodenkarteen oder Arbeitsblättern angeboten werden sollten usw.

*Schritt 3:* Erarbeitung und Vorstellung von Strategien zum Umgehen mit Wissen beim selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen mit Hypertext.

Wissenschaftstheoretisch entspricht das Vorgehen der Suche nach einem geeigneten Weg, der auf Hinweise zum erfolgreichen Einsatz von Hypertext in selbstgesteuerten, problemlösenden Lernsituationen zielt. Kern dieses Vorgehens ist, dass Bedingungen gesucht und geprüft werden, die zum Erreichen des Ziels schrittweise hergestellt werden müssen.

## 1.3. Einordnung und Grenzen

### ***Selbstgesteuertes Lernen ~ angeleitetes Lernen***

Ab wann ein Lernprozess selbstgesteuert verläuft, wird unterschiedlich definiert.<sup>29</sup> Im Kontext des schulischen Lernens wird es immer auch ein angeleitetes, initiiertes und begleitetes Lernen sein. Für die weitere Arbeit wird daher ein „dynamischer Selbstlernbegriff“ zugrunde gelegt, der das selbstgesteuerte Lernen nicht radikal auf absolute Eigentätigkeit einschränkt und daher für schulisches Lernen realisierbar ist. Einen solchen Selbstlernbegriff bietet zum Beispiel ECKERLE (1981, S. 2) an, wenn sie schreibt:

Eine Lerngruppe denkt umso selbständiger, je weniger sich die Funktion der Steuerung auf den Lehrer konzentriert, je gleichmäßiger sie statt dessen auf die Gruppe verteilt wird.

ECKERLES Selbstlernbegriff ist aus drei Gründen für die weitere Arbeit geeignet. Erstens wird mit dieser Definition das selbständige Denken betont. Selbständiges Denken meint dabei das Suchen nach geeigneten Lösungsschritten. Es bestimmt damit genau, wo Selbststeuerung ansetzen muss, damit Lernen zum problemlösenden und produktiven Lernen werden kann – bei der selbständigen Suche nach Lösungswegen. Zweitens nimmt diese Definition viele Nuancen zwischen den Polen Selbststeuerung/Fremdsteuerung auf, so dass selbstgesteuertes Lernen in verschiedenen

---

<sup>29</sup> Der Begriff „selbstgesteuertes Lernen“ wird im deutschsprachigen Diskurs oft synonym zu „selbstorganisiert“ genutzt. Die Wortwahl folgt DOHMEN (1996, S. 47) und nutzt „selbstorganisiertes Lernen“ mehr für den sozialen, gruppengemeinschaftlichen Aspekt des Lernens. Selbstorganisiertes Lernen, so DOHMEN, „wäre dann mehr eine Bezeichnung für soziale Spielarten des selbstgesteuerten Lernens“ (ebd.).

Ausprägungen in fast allen Lernprozessen entdeckt und weiterentwickelt werden kann. Drittens ist in dieser Definition der Selbstlernbegriff so in den unterrichtlichen Kontext eingebettet, dass Rollenentwicklungen von Lehrer/innen und Schüler/innen darauf aufgebaut werden können. Das ist besonders für Teil C wichtig, wenn es darum geht, wie Lehrende es initiieren können, dass sie mehr und mehr ihrer Steuerungsfunktionen an die Lernenden übergeben können.

### ***Problemlösendes Lernen ~ Lösen von Aufgaben***

Dass ein Lernprozess in einem bestimmten Maße selbstgesteuert abläuft, sagt noch nichts über die Ziele und Bedingungen des Lernens aus. Diese sind abhängig davon, was Lernende erreichen sollen und dafür tun müssen. In diesem Zusammenhang wird weiterhin problemlösendes (produktives) und aufgabenlösendes Lernen unterschieden. Die Unterscheidung baut auf dem Modell von D. DÖRNER (1975, S. 85 f.) auf, der als Aufgaben jene Anforderungen an Lernende bezeichnet, zu denen den Lernenden die Verfahren bekannt sind. Im Unterschied dazu müssen beim Problemlösen die Lernenden erst nachdenken, wie sie vorgehen sollten, und eventuell auch, was genau ihr Ziel ist. Hypertexte wurden als geeignetes Material zum problemlösenden Lernen beschrieben. Daher werden routiniertes Anwenden von Wissen, Üben und Einschleifen von Verfahren folgend nicht berücksichtigt.

### ***Sachkompetenz ~ Sozialkompetenz***

Bei dieser Unterscheidung wird das Kompetenzmodell von ROTH (1971) zugrunde gelegt. Dort werden als Bestandteile der gesamten personalen Kompetenz eines Menschen seine Sachkompetenz und seine Sozialkompetenz unterschieden. In dieser Arbeit steht die sachlich-kognitive Komponente und nicht die soziale oder insgesamt personale im Vordergrund. Die Vertiefung erfolgt in diesem Teilbereich, weil der planende und kognitive Aspekt für selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse sehr wichtig ist (vgl. z. B. DÖRNER 1995, S. 295 ff.).

### ***Kognition ~ Emotion***

Kognition wird nicht als Gegensatz zu Motivation und Emotion verstanden, sondern wie in der Theorie ROTHs mit dieser als Einheit gesehen. Kompetent ist, wer das zur Lösung wichtige Wissen und Können hat und sich zutraut, damit die Lösung zu finden. Die Vorschläge, wann und wie im Unterricht Hypertext für erfolgversprechendes Problemlösen der Lernenden eingesetzt werden kann (Teil C), dienen daher auch dazu, Zutrauen in die eigene Problemlösefähigkeit der Lernenden zu fördern und damit ihr emotionales Wissen und Können zu stärken.

## **1.4. Kontexte – Begriffe und Theorien**

### **1.4.1. Lernen, Wissen, Informationen – Einführung in oft genutzte Begriffe**

Teil B handelt davon, wie so gelernt werden kann, dass mit vorhandenem Wissen neue Informationen verarbeitet und dadurch das vorhandene Wissen entwickelt werden kann. Entscheidend sind dabei die Begriffe Lernen, Information und Wissen.

#### ***Lernen***

Lernbegriff – erste Näherung

Als Lernen wird allgemein ein Prozess verstanden, bei dem ein Mensch das, was er weiß und kann, nutzt und verändert, um den Erfordernissen der Umwelt gerecht zu werden (vgl. ROTH 1971, S. 204). Dabei wird das vorhandene persönliche Wissen verändert – indem es durch neue

Informationen bestärkt und vertieft oder indem es korrigiert, ergänzt, zusammengefasst wird<sup>30</sup>. Welche Zusammenhänge dabei beachtet werden müssen und wie sie beeinflusst werden können, dazu gibt es unterschiedliche Theorien.

#### Lernbegriff – zweite Näherung

In Teil A wurde herausgearbeitet, dass in dieser Arbeit selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen wichtig ist, da Hypertexte besonders für dementsprechende Lernsituationen geeignet erscheinen. Ziel der Auseinandersetzung mit den Theorien des Lernens ist letztlich eine Pädagogik des Problemlösens. So unterscheidet AEBLI beispielsweise das Problemlösen, bei dem geforscht, entdeckt und entwickelt wird von Lernprozessen, in denen es um Prozesse wie Einschleifen, Behalten, Erinnern geht. Als theoretische Grundlage eignen sich daher solche Theorien, die das thematisieren, was im Kopf der Lernenden vorgeht, wenn sie sich Ziele setzen, wenn sie nach Wegen suchen, mit Unerwartetem umgehen und neue Informationen ordnen. Entsprechende Theorien werden im Kontext der Psychologie, vor allem der Gestaltpsychologie und der darauf aufbauenden Kognitionspsychologie, entwickelt. Auch der Pädagoge und Psychologe ROTH, einer der „Väter“ der Kognitionspsychologie und ein „Sohn“ der Gestaltpsychologie, definiert Lernen mit Blick auf die dabei ablaufenden Prozesse (1961, S. 205):

Pädagogisch gesehen bedeutet Lernen die Verbesserung oder den Neuerwerb von Verhaltens- und Leistungsformen und ihren Inhalten. Lernen meint aber meist noch mehr, nämlich die Änderung bzw. Verbesserung der diesen Verhaltens- und Leistungsformen vorausgehenden und sie bestimmenden seelischen Funktionen des Wahrnehmens und Denkens, des Fühlens und Wertens, des Strebens und Wollens [...] Die Verbesserung oder der Neuerwerb muß aufgrund von Erfahrung, Probieren, Einsicht, Übung oder Lehre erfolgen und muß dem Lernenden den künftigen Umgang mit der Welt erleichtern, erweitern oder vertiefen [...]

Die Definition von ROTH hat für die Weiterarbeit folgende wichtige Aspekte:

- Lernen wird nicht allein als eine Wandlung von beobachtbarem Verhalten betrachtet, wie z. B. in behavioristisch orientierten Lerndefinitionen<sup>31</sup>, sondern Lernen ist ein subjektiver kognitiver Prozess. Die Betonung des Subjektiven ist in dieser Arbeit nötig, um die Rolle des Lernenden und also seine Steuerungsmöglichkeiten zu bestimmen.
- Lernen wird nicht allein auf das zu erwerbende Wissen hin gedacht, sondern es werden ebenfalls die Prozesse auf dem Weg zu diesem Wissen hin thematisiert. ROTH (ebd.) bezeichnet diese Prozesse als seelische Funktionen des Wahrnehmens, Denkens, Fühlens, Wertens und Wollens. Hier werden die Prozesse benannt, mit denen die Lernenden ihr Lernen steuern. Auch für praktisches pädagogisches Handeln werden damit Orientierungsanker gegeben.

---

<sup>30</sup> PIAGET bezeichnet jene Prozesse, in denen neues problemlos in vorhandenes Wissen eingepasst werden kann, als Assimilationsprozesse. Wird Umordnung oder Korrektur des Vorhandenen nötig, müssen vorhandene Schemata oder Begriffe neu angelegt werden, nennt es PIAGET Akkomodationsprozesse (PIAGET 1976, S. 14 f.).

<sup>31</sup> GAGNE als ein bedeutender Vertreter behavioristischer Lerntheorien betrachtet Lernen als eine Veränderung in „menschlichen Dispositionen oder Fähigkeiten, die erhalten bleibt und nicht einfach dem Reifungsprozess zuzuschreiben ist. Die Art des Wandels, die man Lernen nennt, zeigt sich in einer Verhaltensänderung, und man zieht den Schluß auf Lernen, indem man vergleicht, welches Verhalten möglich war, bevor das Individuum in eine Lernsituation gebracht wurde, und welches Verhalten nach einer solchen Behandlung gezeigt wird“ (zit. in STRAKA 1981, S. 76). GAGNES Definition entspricht der behavioristischen Lerntheorie. Der Lernerfolg konnte durch den Vergleich des Verhaltens vor dem Lernen mit dem Verhalten nach dem Lernen gemessen werden. Die Lernenden wurden „konditioniert“, indem sie in Lernsituationen „gebracht wurden“. Eine Lerndefinition dieser Art eignet sich wenig für die Beschreibung und Bewertung selbstgesteuerter, problemlösender Lernprozesse. Das Tun des Lernenden beim Lernen wird zu wenig berücksichtigt. Probleme des Lernens, Methoden und verschiedene Folgen bei unterschiedlichen Strategien des Lernens können mit dieser Definition nicht untersucht werden.

Beim selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen können die Lehrenden nicht mehr in gewohnter Form Wissen vermitteln. Sie müssen statt dessen den Lernprozess der Lernenden vorbereiten und begleiten. Implizit werden in ROTHs Definition grundlegende Hinweise gegeben, was die methodische Arbeit der Lehrenden dabei sein muss: die Planung, Vorbereitung und Unterstützung der Prozesse des Wahrnehmens, des Denkens, Fühlens, Wertens und Wollens. Konkret bedeutet das beispielsweise, dass Lehrende Materialien daraufhin auswählen, wie sie wahrgenommen werden, und Anweisungen so vorbereiten und formulieren, dass die Lernenden die zur Lösung nötigen Denkprozesse leisten können. In Teil C werden zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen mit Hypertext systematisch methodische Hinweise ausgearbeitet, die auf den Wahrnehmungs- und Denkprozessen der Lernenden aufbauen.

### **Wissen ~ Information**

Wissen wird in der kognitiven Psychologie nicht als eine Abbildung dessen betrachtet, was von außen gegeben wird. Wissen wird erst durch das Wahrnehmen und Denken als Form des Handelns im Kopf von jedem Menschen individuell ausgebildet. Für den *Wissenserwerb* ist daher die kognitive Struktur der Lernenden entscheidend. In ihr werden die Gedächtnisinhalte vernetzt. Wissen ist in diesem Netz subjektiv organisiert. Erst durch diese subjektive Organisation im Gedächtnis werden Wissen und Information unterscheidbar. Informationen sind dann all jene Inhalte, die außerhalb der Lernenden z. B. als Texte in Büchern oder Hypermedien existieren. Indem die Lernenden die Informationen aufnehmen und mit ihrem vorhandenem Wissen in Beziehung setzen, werden diese externen, intersubjektiven Informationen zu subjektivem Wissen (siehe auch ECKERLE 1987, S. 51). Diese Unterscheidung ist wichtig, um Prozesse der Sinnentfaltung zu beschreiben. Sinnentfaltung und Bedeutungsentwicklung sind an die Einordnung neuer Informationen in Bedeutungskontexte gebunden (siehe auch Teil A/2.1). Während beispielsweise die Aussage „Durch Hypertexte können selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse unterstützt werden“ aus dem subjektiven Wissenskontext gelöst und notiert wird, steht sie als Information zur Verfügung. Sie ist aber kein Wissen, sondern muss dazu erst von den Rezipient/innen mit Wertungen und Sinn belegt, mit anderen Aussagen ergänzt und in deren Wissensvorrat eingeordnet werden<sup>32</sup>.

### **Können**

Für die weitere Arbeit ist es wichtig, Wissen vom Können abzugrenzen. Als Wissen werden die im Gedächtnis gespeicherten Fakten, Einstellungen, Interessen verstanden. Als *Können* gelten dagegen die Fähigkeiten, mit diesem Wissen umzugehen. In diesem Sinne wird heute auch der Begriff der Kompetenz genutzt. Das Kompetenzmodell von LEHMANN und NIEKE (2001), das im Land Mecklenburg Vorpommern derzeit pädagogisch zielweisend ist, baut beispielsweise auf einer Unterscheidung zwischen Wissen und Kompetenz auf. Während dort unter Kompetenz das Handelnkönnen in der Welt verstanden wird, geht es in dieser Arbeit um ein Handeln im Kopf. Um zu erarbeiten, wie dieses denkende Handeln im Kopf gelehrt und gelernt werden kann, sind einige Vorüberlegungen dazu nötig, wie das Gedächtnis strukturiert ist. Dazu dient das folgende Kapitel.

---

<sup>32</sup> Ein Überblick über die Prozesse beim Verarbeiten von Information zu Wissen wird in Kapitel 4 gegeben.

## 1.4.2. Überblick

Die in diesem Teil thematisierte Auswahl ist in Abb. 3 grau hinterlegt.

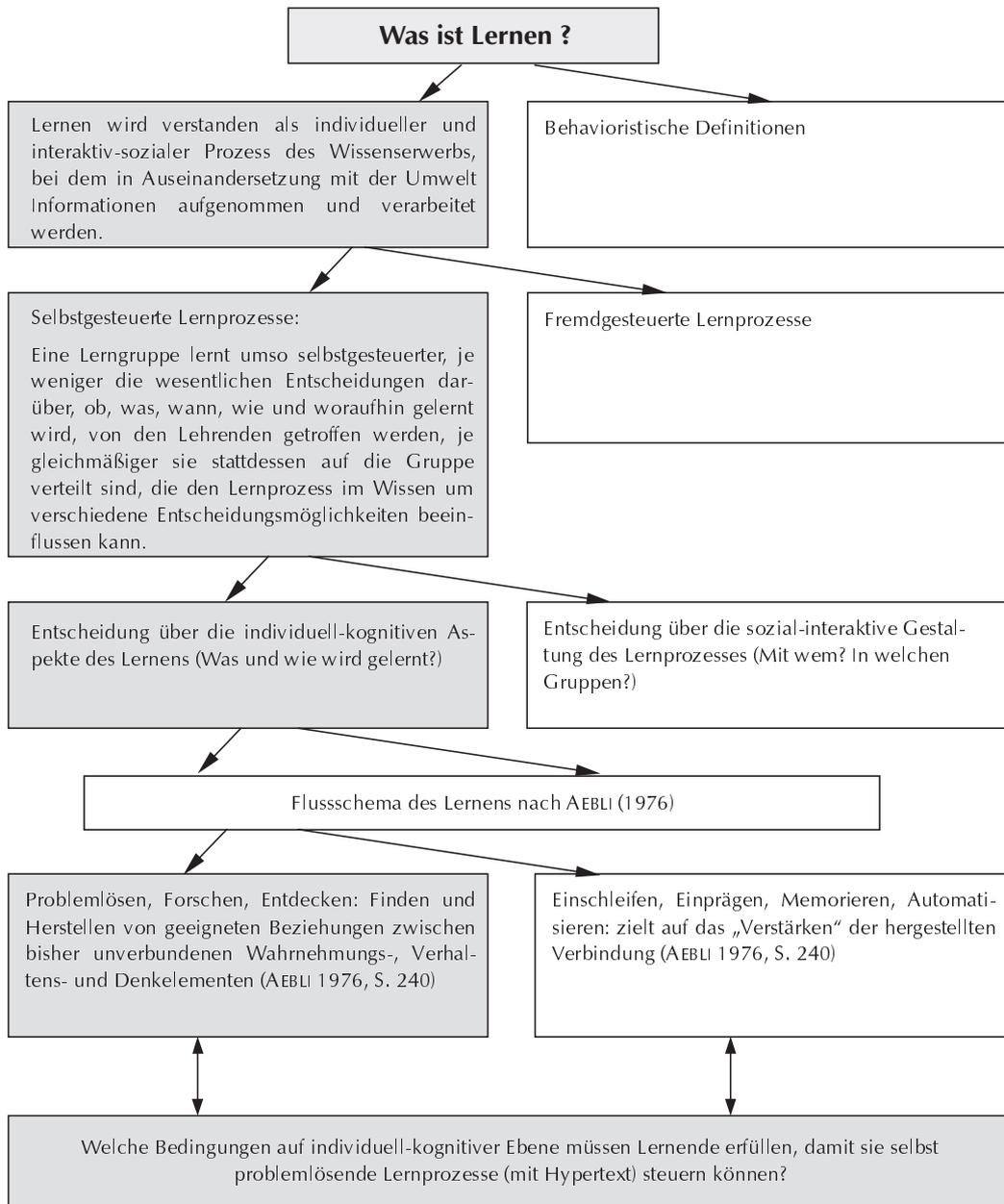


Abb. 3: Überblick zur thematischen Eingrenzung

## 2. Modelle zum Denken und Problemlösen

### 2.1. Lernen durch Nicht-Weiter-Wissen? – Kennzeichen, Bedingungen und Folgen problemlösenden Lernens

Wann kann eine Lernsituation überhaupt als problemlösende Lernsituation bezeichnet werden? Gibt es verschiedene Definitionen von Problemen? Welche davon ist geeignet, um zu beschreiben, was Lernende wissen und können sollten, wenn sie selbstständig mit Hypertexten arbeiten? Das sind die Fragen, auf die in diesem Kapitel Antworten gegeben werden. Es geht zunächst um die Definition des Problembegriffs in der Psychologie. Problemlösen erfordert eigenständiges Denken. Allein eine Definition des Problembegriffs genügt daher als theoretische Grundlage nicht. Daher wird anschließend nach einem Modell gesucht, mit dem die geistigen Prozesse beim Problemlösen beschrieben werden können. Das Modell wird im Kapitel 3 ausführlich vorgestellt. Dabei geht es hier nicht um Theorie an sich. Dieses und die darauf aufbauenden Kapitel bieten die theoretische Grundlage für eine verantwortungsvolle pädagogische Praxis. Das Modell hilft zu verstehen, was beim Problemlösen im Kopf vor sich geht. Verständnis dafür, was Lernende denken und wissen müssen, um mit einem Hypertext Probleme zu lösen, ist wichtig, wenn es darum geht, geeignete Bedingungen für einen erfolgreichen Lernprozess zu schaffen. Eine gründliche Auseinandersetzung mit psychologischer Theorie zum Denken und Problemlösen dient daher letztendlich der täglichen, ganz konkreten Unterrichtsplanung. Die deskriptiven Aussagen der folgenden Kapitel sind daher vor dem Hintergrund ihrer späteren pädagogischen Verwendung zu betrachten.

#### **Kennzeichen**

Umgangssprachlich wird unter einem Problem eine Situation verstanden, in der ein Mensch nicht weiß, was er tun soll. Es fehlen Lösungswege.

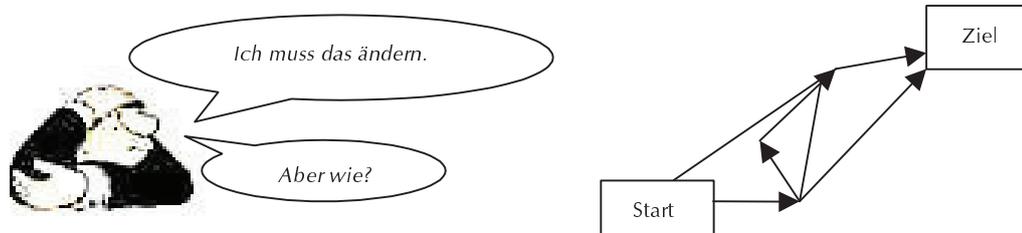


Abb. 4: LORiot und Problemlösen

DÖRNER bemerkt, dass trotz der Vielzahl von Problemdefinitionen<sup>33</sup> die meisten Forscher übereingekommen sind, als Problem eine Situation zu bezeichnen, die durch drei Merkmale gekennzeichnet ist (vgl. DÖRNER 1975, S. 85):

- Das Individuum steht in einer Ausgangssituation, die ihm unbefriedigend erscheint.
- Das Individuum strebt eine Zielsituation an, die ihm befriedigend erscheint.
- Das Individuum weiß im Moment nicht, wie es die Ausgangssituation in die Zielsituation überführen soll.

Dabei steht das „unbefriedigend“ bei DÖRNER nicht für eine emotional unangenehme Situation, wie sie als Gegenteil für Knobellust empfunden werden kann. Unbefriedigend bezieht sich auf die Struktur der Situation, in der alltägliches und gewohntes Handeln nicht genügt und Planen und Erfinden wichtig werden.

Entscheidend für den Problembegriff bei DÖRNER ist die Abgrenzung von Problem und Aufgabe. Ausgangsgedanke der Theorie ist ein Mensch (Subjekt), der ein mehr oder weniger bewusstes oder klares Ziel hat. Stehen dem Erreichen des Zieles Hindernisse im Weg, für die dem Menschen keine Methoden und Wege bekannt sind, um sie zu beseitigen, so liegt für ihn ein Problem vor. Kann der Mensch das Ziel auf gewohnte Art und Weise – also ohne viel zu nachzudenken – erreichen, dann löst er eine Aufgabe. Im Rahmen der hier vorgestellten Problemdefinition kann die unter 1.3 gegebene Differenzierung von Aufgabe und Problem konkretisiert werden. Im Gegensatz zum Problem ist eine Aufgabe dadurch gekennzeichnet, dass bekannt ist, wie man die unbefriedigende Ausgangssituation in die befriedigende Zielsituation überführt, bei Problemen nicht.

Und genau hier ist die Kontaktstelle zwischen problemlösendem Lernen auf der einen Seite und Lernen mit Hypertexten/Hypermedien auf der anderen. Hypertext ist vor allem deshalb für problemlösende Lernprozesse geeignet, weil in ihm der Leseweg und also der Lösungsweg nicht vorgegeben wird. Hypertexte/Hypermedien haben keine „Bastelanleitung“ im Sinne eines vorgefertigten roten Gedankenfadens. Sie bieten thematisch geordnet eine Vielzahl an Informationen an, geben aber nicht deren Struktur vor. Sie lassen so die „Überführung“ der Ausgangslage zu Beginn der Rezeption in die Endlage nach der Rezeption in der Verantwortung der Lesenden/Lernenden und erlauben dadurch das selbständige Suchen nach Lösungswegen. Sie erlauben und erfordern Nachdenken und planendes – und also problemlösendes – Vorgehen.

---

<sup>33</sup> Es gibt neben der Definition von DÖRNER noch viele – ähnliche – Definitionen von „Problemen“. Einige seien hier vorgestellt:

*Definition von DUNCKER:*

DUNCKER (1935, S. 21), einer der Väter der Problemlösungstheorie, formulierte 1935: „Ein ‚Problem‘ besteht z. B. dann, wenn ein Lebewesen ein Ziel hat und nicht ‚weiß‘, wie es dieses Ziel erreichen soll.“

*Definition von KLIX:*

KLIX (1971, S. 636 f.) differenziert in seiner Definition drei verschiedene Zustände, die eine Problemsituation kennzeichnen:

- den Anfangszustand, der durch bestimmte physikalische oder abstrakte Eigenschaften (aufgenommen als Merkmale mit bestimmten „Veränderbarkeitseigenschaften“) gekennzeichnet ist,
- den Zielzustand, der ausgehend vom Anfangszustand herzustellen ist,
- die Differenz, Schwelle, die zwischen Anfangs- und Zielzustand auftritt und eine „unmittelbare Überführung der Anfangssituation in die Zielsituation“ verhindert.

### **Bedingungen: Wann wird eine Situation als problematisch empfunden?**

Ausgehend von den theoretischen Grundlagen sind folgende Bedingungen vorzubereiten, um problemlösendes Lernen zu initiieren<sup>34</sup>:

- Nötig ist ein mehr oder weniger genaues und klares Lernziel, zu dem diejenigen, die es erreichen sollen, den Weg nicht kennen.
- Nötig ist eine Ausgangssituation, in der diejenigen, die das Ziel erreichen sollen, es auch wollen und sich zutrauen.
- Nötig sind Strategien im Sinne von Verfahren, mit denen das Ziel erreicht werden kann. In Teil A wurden Verfahren herausgearbeitet, die beim Problemlösen allgemein und beim Lernen mit Hypertexten speziell nötig sind, um mit Informationen und Wissen umgehen zu können (siehe Teil A/6.2).

### **Folgen**

Wozu aber sollten die Lernenden mit Anforderungen konfrontiert werden, die sie nicht auf Anhieb lösen können? Diese pädagogisch-normative Frage sei in dem hier eher lerntheoretisch-deskriptiven Umfeld erlaubt, denn von ihrer Beantwortung ist abhängig, ob Lehrer/innen (und damit ein Teil der angenommenen Leser/innen) überhaupt weiter mitgehen und sich in die Grundlagen problemlösenden Lehrens und Lernens vertiefen<sup>35</sup>.

Probleme lösen heißt, dass Wissen und Können genutzt werden, um neue Situationen durch Denken zu bewältigen (vgl. DÖRNER 1995, S. 295). Dabei werden sowohl der Wissensvorrat als auch die Fähigkeiten, ihn zu benutzen, entwickelt. Im Ergebnis wird dabei nicht nur Sachwissen, sondern es werden gleichzeitig Erfahrungen im Umgehen mit Wissen erworben. Kognitiv muss auf der Suche nach Lösungswegen geplant und der Weg muss kontrolliert, nützliche Informationen müssen ausgewählt und geordnet werden usw. Weiterhin müssen sich die Problemlöser/innen selbst motivieren, sie müssen ihre Ressourcen (wie z. B. die verfügbare Zeit) kontrollieren und oft auch mit anderen in soziale Interaktion treten. An dieser Aufzählung an Voraussetzungen wird deutlich, dass selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen die ganze Person fordert (vgl. FRIEDRICH 1997, S. 98 f.) und auch fördert.

## **2.2. Suche nach einem Modell**

Um Strategien benennen zu können, mit denen selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen mit Hypertext erleichtert wird, ist ein Modell nötig. Das Modell soll anschaulich machen, wie vorhandenes Wissen im Gedächtnis strukturiert ist – dabei geht es hier um begriffliche<sup>36</sup> Repräsen-

---

<sup>34</sup> Im Kontext dieser Arbeit wird an Problemsituationen gedacht, die in unterrichtliche Lernsituationen eingebettet sind.

<sup>35</sup> Eine ausführlichere und gründlichere Auseinandersetzung auf pädagogischer Ebene bietet z. B. ROTH (1961, S. 170 ff.) im Kontext des produktiven Denkens.

<sup>36</sup> Was soll unter „begriffliche Repräsentation“ verstanden werden?

In dieser Arbeit wird ein sehr weiter Definitionsansatz von „Begriff“ verwendet, der auch „Handlungsschemata“ oder schematisierte Vorstellungsbilder mit einschließt. Begriffe seien auf hierarchische oder nicht-hierarchische Weise miteinander verbundene Gedächtnisinhalte. Das bedeutet, dass die Verbindungen der Gedächtnisinhalte nicht allein nach hierarchischer Ordnung erfolgt (Abstraktheitsbeziehungen im Sinne von *ist-ein*-Beziehungen: „Ein Baum ist eine Pflanze“) oder Teil-Ganzes-Hierarchien (im Sinne: „Eine Pflanze hat Blätter“). Begriffe können auch durch nicht-hierarchische Beziehungen zwischen Gedächtniseintragungen gebildet werden. Solche nicht-hierarchischen Beziehungen sind räumliche, zeitliche und kausale Beziehungen. Sie werden oft als Schemata repräsentiert. Ein Schema wird als ein ausgrenzbares konzeptuelles Teilsys-

tion von Wissen – und darum, welche kognitiven Voraussetzungen seitens der Lernenden zum problemlösenden Lernen mit Hypertexten benötigt werden.

Gesucht wird daher ein Modell der kognitiven Struktur. Dreh- und Angelpunkt sind die Denkprozesse und Denkstrukturen der Lernenden.

Mit dem Modell zur kognitiven Struktur sollen Antworten gefunden werden auf die Fragen:

- Was sollte man wissen – wie sieht „gut strukturiertes Wissen“ aus? Welche Struktur hat es? Welche Arten von Verbindungen zwischen den Wissensbestandteilen gibt es?
- Was sollte man können – welche Verfahren zur Suche nach Lösungen (heuristischen Strategien) scheinen geeignet, um beim Navigieren im Hypertext Aufmerksamkeit zu lenken und den Lernweg zu planen?

In kognitiven Informationsverarbeitungstheorien wird Wissen in verschiedene Wissensarten eingeteilt. Ausgehend von den verschiedenen Formen von Wissen (Faktenwissen, algorithmisches Wissen, heuristisches Wissen, Meta- und Kontrollwissen) wird vermutet, dass es nicht nur eine, sondern unterschiedliche Repräsentationsformen von Wissen gibt, die auch nicht in nur einer kognitiven Struktur, sondern in verschiedenen kognitiven Teilstrukturen organisiert sind.

Da in dieser Arbeit Strategien zum Lernen mit Hypertexten erarbeitet werden sollen, sind Modelle geeignet, in denen *Wissensbasis* (im Kopf, im Hypertext) und *Strategien* zum Umgehen mit dieser Wissensbasis getrennt betrachtet werden.

### 2.3. Modellauswahl

Dieser Anforderung entsprechen Modelle, in denen unser Wissen als Begriff gespeichert ist<sup>37</sup>. In diesen Modellen wird in der Regel unterteilt in

- Deklaratives Wissen / Faktenwissen: Es beinhaltet sogenanntes *Was-Wissen*. Deklaratives Wissen oder Faktenwissen meint die Kenntnis von Sachverhalten oder von Aussagen über einen Sachverhalt (vgl. JARZ 1997, S. 72). Es ist nach RYLE (1969) das „*knowing that*“. Es ist deklarativ, weil man damit (vermeintliche) Tatsachen erklärt. Die Bezeichnung „statisches Wis-

---

tem in einem Netzwerk aufgefasst, in dem aufgrund von Erfahrungen typische Zusammenhänge eines Realitätsbereiches verallgemeinert repräsentiert sind (MANDL, FRIEDRICH 1993, S. 150). Schemata zeigen Teile des semantischen Netzes, die nicht durch Einordnung in Hierarchien gebildet werden, sondern durch Erfahrungen (vgl. ECKERLE 1987, S. 53). Indem ein solch weites Verständnis von Begriff genutzt wird, können Inhalte von Schematheorien hier unter den Oberbegriff „Begriffliche Repräsentation“ eingeordnet werden.

Eine engere Definition von „Begriffen“ gibt KLIX (1971, S. 228), wenn er Begriffe als „quasi stationäre Strukturbildungen des menschlichen Langzeitgedächtnisses“ definiert. Diese „Gedächtniseintragungen“ sind „Klassenbildungen über Mengen von Objekten. Objekte können Gegenstände des täglichen Wahrnehmens sein, Szenen, Ereignisse oder Vorgänge aber auch Inhalte des Gedächtnisses wie Worte, Urteile, Handlungen oder Denkwege. Grundlage der Begriffsbildung sind die einer bestimmten Objektmenge gemeinsamen oder invarianten Eigenschaften, eben die Merkmale“. In dieser Definition werden die nicht-hierarchischen Bedingungen für Wissen noch nicht berücksichtigt.

Die Bezeichnungen Schema und Begriff werden hier synonym genutzt – beide Bezeichnungen verweisen darauf, dass Wahrnehmungen der Umwelt im Gedächtnis codiert werden. „Schemata werden ... als ‚Bausteine‘ unserer kognitiven Welt aufgefaßt. Sie werden aufgrund von Erfahrungen gebildet und bilden typische Zusammenhänge in einem Realitätsbereich ab“ (vgl. MANDL, zit. bei ECKERLE 1987, S. 88). Auf Unterscheidungen zwischen Begriff und Schema, nach dem Schemata nicht bewusst werden, Begriffe demgegenüber bewusst gewordene Schemata sind (z. B. bei SPONSEL 2002) wird hier nicht eingegangen. Im Sinne schulischen Lernens und Problemlösens geht es hauptsächlich um bewusste Abbildung von Zusammenhängen.

<sup>37</sup> Zum Beispiel DÖRNER (1975, 1979), KLIX (1971), MANDL, FRIEDRICH, HRON (1988).

sen“, wie z. B. KLIX (1971) sie wählt, meint nicht, dass diese Wissensselemente unveränderlich sind, sondern bezieht sich auf ihre relativ feste Speicherung und darauf, dass Faktenwissen zwar ergänzt oder erweitert werden kann, aber aus sich heraus nicht zum Ursprung von neuem Wissen wird. Deklaratives Wissen kann sprachlich-symbolisch (in Propositionen/Netzwerken) oder bildlich (z. B. in Form einer Landkarte mit farblich-symbolischen oder ikonografischen Eintragungen) repräsentiert werden. Typisches Faktenwissen ist z. B. Kenntnis von chemischen Reaktionen (Ammoniaksynthese) oder historischen Daten. Zu deklarativem Wissen (bei KLIX „statisches Wissen“) zählt auch strukturiertes Wissen über relativ allgemeine Zusammenhänge und Regeln. Beispielsweise zählt das Kleine Einmaleins oder die Tatsache, dass Rostock eine Stadt in Deutschland ist, zum Faktenwissen (FORTMÜLLER 1991, S. 142; MANDL, FRIEDRICH, HRON 1988, S. 137 ff.).

- **Prozedurales Wissen / Anwendungswissen:** Es beinhaltet sogenanntes *Wie*-Wissen. Es ist prozedural, weil es auf der Kenntnis von Verfahren zur Problemlösung beruht, und dynamisch, weil als Ergebnis neues Wissen ausgebildet werden kann. Prozedurales Wissen ist dadurch gekennzeichnet, dass es zielgerichtet und handlungsorientiert ist. Dabei wird das Gesamtziel in Teilziele zerlegt, und es werden Operationen (Handlungen) ausgesucht und beschrieben, durch die das Ziel erreicht werden kann. Prozedurales Wissen kann sprachlich (propositional) oder in Form von kognitiven „Landkarten“ (*mental maps*) ausgedrückt werden (vgl. JARZ 1997, S. 75).

Die Modelle unterscheiden sich voneinander vor allem durch die Merkmale, anhand derer die Teilstrukturen voneinander abgegrenzt werden. In den meisten Modellen wird allein nach dem Merkmal statisch und dynamisch unterschieden. Diese Trennung ist aber für eine speziell auf Problemlöseprozesse ausgerichtete Arbeit nicht ausreichend, denn anhand dieser Modelle kann Problemlösen noch nicht vom Aufgabenlösen unterschieden werden. Um diese Unterscheidung strukturell umzusetzen, wird hier ein Modell gewählt, das aus einem Teil besteht, in dem alles routinierte, algorithmisch nutzbare Wissen gespeichert ist, egal ob es Fakten oder Handlungsabläufe<sup>38</sup> enthält. Diese Struktur bietet die Grundlage zum Aufgabenlösen. Um Probleme zu lösen, gibt es in dem ausgewählten Modell eine zweite Struktur. Sie wird aktiv, wenn der Mensch nicht mehr weiter weiß und bietet gemeinsam mit der ersten Struktur die Grundlage zum Problemlösen.

Das Modell, das Aufgabenlösungen, wo spontan verfügbares Wissen eingesetzt wird, und Problemlösesituationen voneinander abgegrenzt, ist das Modell der kognitiven Struktur von DÖRNER (z. B. 1975, 1979, 1995).

#### Lösen von Aufgaben

Zum *Lösen von Aufgaben* wird spontan verfügbares Wissen benötigt. Im Modell von DÖRNER (ebd.) ist dieses Wissen in der epistemischen, der Wissensstruktur, gespeichert. Das Modell beinhaltet sowohl hierarchische Ordnungsstrukturen als auch nicht-hierarchische Beziehungen zwischen Wissensteilen, wie die kausalen, zeitlichen oder räumlichen Beziehungen. Der Aufbau der Wissensstruktur ist übersichtlich. Pädagogisch hilfreich ist das Modell, weil es Hinweise dazu gibt, in welcher Reihenfolge neue Informationen vermittelt werden sollten oder an welcher Stelle

---

<sup>38</sup> In manchen Modellen wird das aus Erfahrung aufgebaute, routinierte „Handlungswissen“, wie beispielsweise das Radfahren, Sprechen usw., in einer gesonderten Struktur – der Handlungsstruktur – ergänzt. Diese Ergänzung ist für das hier gesuchte Modell nicht hilfreich. Grund ist, dass auch die als routinierte Handlungen gespeicherten Prozesse Teil der Wissensstruktur sein sollten. Nur so wäre auf theoretischer Seite eine Trennung von Aufgabe und Problem möglich, denn um Rad zu fahren muss ja der, der es kann, kein Problem lösen.

und damit auch *wie* Informationen in den vorhandenen Wissensvorrat eingeordnet werden können.

### Lösen von Problemen

Zum Problemlösen ist zusätzlich zu diesem spontan verfügbaren Wissen noch „Suchwissen“ nötig, mit dem nach Lösungen und Lösungswegen gesucht werden kann. Dieses „Suchwissen“ ist nicht in der Wissensstruktur gespeichert. DÖRNER (1979, S. 26 ff.) nennt die Struktur, in der das Suchwissen gespeichert wird, die heuristische Struktur – die Suchstruktur. Sie enthält sozusagen „Suchwissen“, durch das das spontan nutzbare Wissen neu zusammengestellt werden kann. Solches „Suchwissen“ ist das Können eines Menschen und umfasst seine Werkzeuge zum Denken<sup>39</sup>.

### Vorteile des Modells

Die Unterscheidung von Wissensstruktur und Suchstruktur erleichtert die Trennung von Aufgaben- und Problemlösungen. Mit Hilfe eines differenzierten Modells, in dem das Denken beim Problemlösen eine besondere Stellung erhält, kann das problemlösende Lernen aus kognitiver Sicht geplant, gesteuert und kontrolliert werden. Die Unterscheidung der Suchstruktur von der Wissensstruktur ermöglicht es zum Beispiel, Problemstellungen für entsprechende Lernsituationen zu planen und je nach Wissensstand zu differenzieren beziehungsweise den Lernenden entsprechendes Hilfsmaterial zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig kann das Modell sowohl für Aufgabenstellungen als auch für problemlöseorientierten Unterricht genutzt werden, um geeignete Lerninhalte auszuwählen, geeignete Lernbedingungen zu schaffen, und auch, um Lernergebnisse auf ihre Struktur hin zu kontrollieren.

Die Unterscheidung der Suchstruktur von der Wissensstruktur gibt dem Problemlösen eine besondere Stellung. Die Konzentration auf das, was beim Problemlösen vor sich geht, lässt diese Denkprozesse besser verstehen und unterstützt dadurch auch das zielgerichtete Planen, Steuern und Kontrollieren entsprechender Lernsituationen.

Für dieses Modell spricht neben der Unterscheidungsmöglichkeit Aufgabe ~ Problem auch die Komplexität der abgebildeten Beziehungen. Trotz dieser im Modell enthaltenen Komplexität wirkt es übersichtlich und bleibt für die Pädagogik präskriptiv nützlich. Dabei bietet die systematische und übersichtliche Struktur des Epistemischen Wissens eine Basis, wie Inhalte sinnvoll geordnet werden können. Dieser Aspekt ist für die Förderung problemlöseorientierter Lernprozesse mit Hypertext wichtig. Zum Ersten ist es die Orientierungslosigkeit im Hypertext, die selbstgesteuerte Informationssuche erschwert und der mit Hilfe der Gedächtnisstruktur eine über dem konkreten Inhalt liegende Ordnung gegeben werden kann. Zum Zweiten ist es die Verwendung der aus Hypertexten entnommenen Informationen, die zueinander erst in Beziehung gesetzt werden müssen, um ein sinnvolles Ganzes zu ergeben. Auch dafür kann die Ordnung der Epistemischen Struktur als Vorbild genommen werden. Als Drittes bleibt die Gestaltung von Unterricht, in dem bestimmte Denkprozesse bewusst verabredet und angeregt werden müssen. Auch dafür bietet die Epistemische Struktur des Gedächtnisses eine sichere und systematisch nutzbare Basis.

Die Untersuchung der heuristischen Struktur zeigt, welche verschiedenen Arten und Ausprägungen von Problemen und wie viele Werkzeuge es zu ihrer Lösung gibt. Die Kenntnis dieser theoretischen Zusammenhänge erleichtert es, in Problemsituationen die geeigneten Wege zu erken-

---

<sup>39</sup> In den Kapiteln 3 und 5 werden solche Werkzeuge als elementare kognitive Prozesse und als lose Folge von komplexeren Prozeduren ausführlicher beschrieben.

nen und zu gehen beziehungsweise Lernende auf diesen Wegen zur erfolgreichen Problemlösung zu begleiten.

Mit der in den folgenden Kapiteln angelegten ausführlichen und differenzierten Beschreibung der Wissensstruktur (besonders ihrer Relationen) und der heuristischen Struktur wird der theoretische Boden für konkrete Hinweise zum Lehren und Lernen mit Hypertext bereitet.

## 3. Wissensrepräsentation im Gedächtnis

### 3.1. Die kognitive Struktur – eine Einführung

DÖRNER (1975, S. 86) beschreibt die Funktion und den Aufbau der kognitiven Struktur (synonym werden z. B. verwendet: „Wissensvorrat“, „Wissenskontext“, „kognitive Repräsentation“) wie folgt:

Um Aufgaben und Probleme in einem beliebigen Realitätsbereich zu lösen, ist eine kognitive Struktur notwendig, welche aus zwei Teilstrukturen besteht, nämlich aus einer epistemischen (ES) und einer heuristischen (HS) Struktur. Die ES enthält das Wissen eines Individuums über einen Realitätsbereich, die Verfahren zur Lösung von Aufgaben eingeschlossen. Die HS dagegen besteht aus einer mehr oder minder großen Anzahl von mehr oder minder gut organisierten Denkprozeduren, die dazu dienen, das in der ES gespeicherte Wissen zum Lösen von Problemen zu verwerten.

### 3.2. Die epistemische Teilstruktur (ES)

#### 3.2.1. Funktion und Struktur

Die ES „ist für den interpretativen Prozess“ (Denkprozess) beim Problemlösen die „Datenbasis“. Sie umfasst „die Gesamtmenge der Bilder der Sachverhalte eines Realitätsbereichs und die Menge der Handlungsprogramme“ (DÖRNER 1979, S. 31 f.) und entspricht damit dem „inneren Abbild“ eines Realitätsbereiches bzw. dem „mental Modell“.

DÖRNER beschreibt die ES als Netz aus Inhalten (Knoten, in denen Daten gespeichert sind) und Verweisen (Relationen), durch die die Inhalte miteinander verbunden werden.<sup>40</sup>

In der semantischen Komponente baut DÖRNER auf frühe Netzwerktheorien der Wissensspeicherung wie der von COLLINS und QUILLIAN (1969) auf. Die in diesen Modellen angelegten Abstraktheitsrelationen und Teil-Ganzes-Relationen werden bei DÖRNER zu Hierarchien ausgebaut und innerhalb dieses einen Systems um ihre raum-zeitlichen Relationen ergänzt. So werden

- hierarchische Systeme miteinander vernetzt darstellbar und
- hierarchische und assoziative (raum-zeitliche und kausale) Relationen in einem System darstellbar.

#### 3.2.2. Bestandteil 1: Die Knoten

Die Knoten der ES bilden sozusagen den „Wissensvorrat“. Sie enthalten das gespeicherte Wissen. Die Knoteninhalte dienen als Handlungsgrundlage beim Lösen von Aufgaben und Problemen.

---

<sup>40</sup> Oft werden Modelle der semantischen Netze aus der kognitiven Psychologie mit Modellen der Hypertextstruktur verglichen (vgl. z. B. SCHNUPP 1992, S. 34). Beide Strukturen sind Netze aus Inhalten (Knoten) und deren Verbindungen (als Links und Verweise bei Hypertexten, als Relationen oder Beziehungen im Kontext der kognitiven Psychologie bezeichnet). Diese Übertragung sollte allerdings auf die strukturellen Ähnlichkeiten begrenzt bleiben. Hypertexte sind im Unterschied zu semantischen Netzwerken nur eine strukturierte Datenbasis. Sie enthalten keine Regeln bzw. auf ihnen operierende Prozesse (vgl. GERDES 1997, S. 59 f.).

Bei DÖRNER werden Knoten nochmals in zwei Gruppen eingeteilt (DÖRNER 1979, S. 39)<sup>41</sup>:

- in Knoten, die Wissen über Sachverhalte (Fakten, Objekte, Ereignisse) beinhalten. Die Summe dieser Knoten ist der sensorische Teil der ES.
- in Knoten, die Wissen über Handlungsprogramme (prozedurales, motorisches Wissen) beinhalten. Die Summe dieser Knoten nennt DÖRNER motorischer Teil der ES.

Nach DÖRNER enthält der sensorische Teil „... Informationen über Dinge und Vorgänge, die in dem jeweiligen Realitätsbereich als Sachverhalte auftreten können“ (DÖRNER 1979, S. 35 f.). Der motorische Teil beinhaltet demgegenüber „... Informationen darüber, wie das Individuum in das Geschehen im Realitätsbereich eingreifen kann, welche Folgen dies hat (Ausgangssachverhalte) und unter welchen Bedingungen es geschehen kann (Eingangssachverhalte)“ (ebd.).

### 3.2.3. Bestandteil 2: Die Relationen

Die Relationen sind die Verbindungen zwischen den Wissensseinheiten. Ohne Relationen wären die Knoten ein „Konglomerat“ oder – wie in Teil A im Rahmen der Informationsordnung beim Lernen mit Hypertext gesagt wurde – ein ungeordneter Haufen von Wissensbausteinen.

Die Relationen ähneln den Links in Hypertexten (oder genauer: die Links der Hypertexte sind ein Versuch einer technischen Umsetzung der Relationen). Da es in dieser Arbeit um gezielte Suche von Informationen und ihre Umwandlung in Wissen geht, sind die Relationen entscheidend für das Vorgehen. Sie sind die Wege, auf denen die Suche erfolgen kann. Folgend werden die Relationen im Einzelnen genauer vorgestellt, denn sie ermöglichen es, systematisch nach Informationen oder vorhandenem Wissen zu suchen oder gefundene Informationen systematisch in den Wissensvorrat einzuordnen. Die weiterhin ausgeführten Eigenschaften der Relationen bzw. der Strukturen, in denen sie auftreten, funktionieren als theoretische Basiselemente, mit denen letzten Endes Lernprozesse mit Hypertexten gesteuert werden sollen (siehe dazu Teil C).

DÖRNER unterscheidet drei Gruppen von Relationen (DÖRNER 1979):

- Oberbegriffs-Unterbegriffs-Relationen/Abstraktheitsrelationen
- Teil-Ganzes-Relationen
- raum-zeitliche Relationen

Die ersten beiden Gruppen sind hierarchisch angelegt und bilden die „doppelt hierarchische Struktur“ des Gedächtnisses. Die dritte Gruppe – die der raum-zeitlichen Relationen – ist nicht-hierarchisch angelegt und beinhaltet auch kausale Beziehungen.

#### ***Die Oberbegriffs-Unterbegriffs-Hierarchie (Abstraktheitshierarchie)***

Kennzeichen:

- Oberbegriffs-Unterbegriffs-Hierarchien bauen auf Abstraktheitsbeziehungen auf.

---

<sup>41</sup> Der sensorische Teil der Epistemischen Struktur des Langzeitgedächtnisses nach DÖRNER (1974) ähnelt dem stationären Teil des Langzeitgedächtnisses im Modell von KLIX (1971). Da KLIX das Langzeitgedächtnis nach dem Merkmal der Prozeduralität unterteilt, gibt es bei ihm keine Trennung von sensorischem/motorischem Teil. Nach KLIX besteht das Langzeitgedächtnis aus einem prozeduralen und einem stationären Teil. Innerhalb des stationären Teils findet man daher bei KLIX nicht die „Handlungsprogramme/Operatoren“, die DÖRNER im motorischen Teil der ES als fest eingetragene Prozeduren angesiedelt hat. Dieser strittige Punkt soll weiterhin jedoch nicht erörtert werden. Er ist für die Unterrichtsgestaltung über die Idee hinaus, dass sich zunehmend die Wichtigkeit von algorithmischem, abrufbarem Handlungswissen hin zur Übung heuristischer Fähigkeiten und zur Entwicklung heuristischer Strukturen verschieben wird, nicht von Belang.

- Abstraktheitsbeziehungen zwischen Begriffen verschiedener Stufen werden sprachlich ausgedrückt durch „ist-ein“-/„ist-kein“-Bezeichnungen.

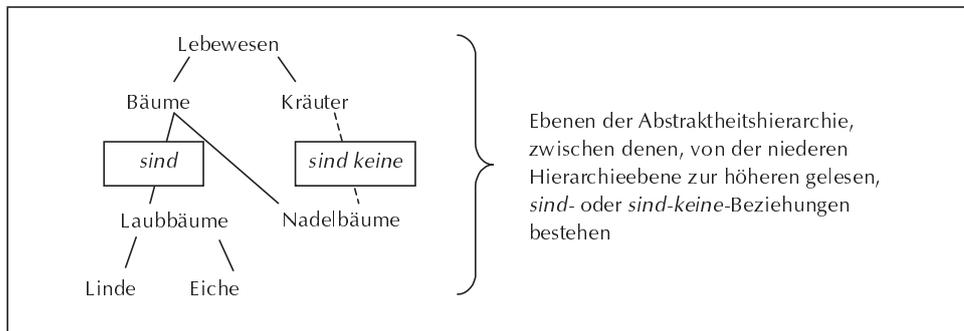


Abb. 5: Beispiel einer Abstraktheitshierarchie

DÖRNER (1995, S. 308) verweist auf Untersuchungen von KLIX (1992) und hebt hervor, dass Ober-/Unterbegriffs-Hierarchien im Gedächtnis im Allgemeinen nicht „fest gespeichert“ sind. Die Ober- und Unterbegriffsbeziehungen (und die dazugehörigen Ober-Unterbegriffsrelationen) werden durch Merkmalsvergleich berechnet. Die Berechnung erfolgt entlang der Abstraktheitshierarchie. Das Vorgehen, bei dem vom Spezifischen zum Allgemeinen vorgegangen wird, ist als abstrahierendes Vorgehen bekannt. Die andere Richtung, vom Allgemeinen zum Spezifischen, wird als konkretisierendes Vorgehen bezeichnet.

Welche konkreten Knoteninhalte aktiviert werden, ist abhängig vom Kontext und vom Ziel des Denkens. Welches Abstraktionsniveau gewählt wird, ist abhängig von dem Wissenskontext und der Anwendungssituation.

### **Die Teil-Ganzes-Hierarchie**

Kennzeichen:

- Teil-Ganzes-Hierarchien bauen auf den Beziehungen zwischen dem Ganzen und seinen Teilen auf (vgl. DÖRNER 1975, S. 87).
- In Teil-Ganzes-Hierarchien werden die Beziehungen zwischen Ganzem und seinen Teilen sprachlich durch Bezeichnungen wie „hat ein, besteht aus, ist Teil von, gehört zu“ ausgedrückt.
- Teil-Ganzes-Beziehungen sind im Gedächtnis als Relationen fest gespeichert. Es existiert also ein Gedächtnisbild bzw. Begriff zum Ganzen. In diesem Gedächtnisbild sind die Teile enthalten.

Die Ausbildung der Teil-Ganzes-Hierarchie geschieht beim Erleben. Sie passt zur Lebenswelt und zu den Erfahrungen. Die Hierarchiebildung ist eine Form der Zusammenfassung von Einzelteilen zu einem Ganzen oder der Lösung von Teilen aus dem Ganzen. Zu welchem Ganzen ein Teil geordnet wird, ist auch kontextabhängig. Beispielsweise kann als Ganzes zu Baum sowohl ein Park oder ein Wald als auch ein Bild, eine Geschichte usw. aufgerufen werden. Ein Mensch wird in der Regel verschiedene komplexe Vorstellungsbilder besitzen, in denen ein Baum vorkommt. Welche davon aktiviert werden, ist abhängig von der gewählten Sichtweise und der aktuellen Situation.

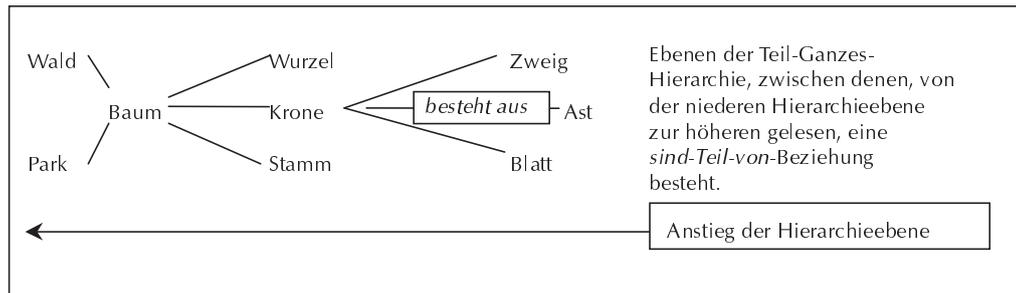


Abb. 6: Beispiel einer Teil-Ganzes-Hierarchie

### Die raum-zeitlichen Relationen

Kennzeichen:

- Raum-zeitliche Relationen sind keine hierarchischen, sie sind assoziative Beziehungen.
- In raum-zeitlichen Relationen werden räumliche, zeitliche oder raum-zeitliche Beziehungen zwischen Begriffen ausgedrückt, wobei die kausalen Beziehungen im Sinne von wenn A, dann B den raum-zeitlichen Beziehungen zugerechnet werden (vgl. DÖRNER 1979, S. 33).
- Raum-zeitliche Relationen sind im Gedächtnis innerhalb einer Schicht der Teil-Ganzes-Hierarchie zwischen Inhalten, die ein und derselben Komplexion<sup>42</sup> angehören, angesiedelt (vgl. DÖRNER 1975, S. 87).

Im Rahmen der raum-zeitlichen Relationen sind für das Aufstellen von Hypothesen und Lösen von Problemen vor allem die kausalen Beziehungen interessant, weil sie Inhalte zueinander in Ursache-Folge-Beziehungen setzen. Die Denkprozesse der Hierarchien folgen der Abstraktheits-hierarchie, sie führen entweder vom hierarchisch Höheren zum hierarchisch Niederen (Konkretisieren, Analysieren) oder umgekehrt (Abstrahieren, Synthetisieren). Innerhalb der raum-zeitlichen Beziehungen gibt es keine Hierarchie. Die Denkprozesse können dennoch in zwei Richtungen vorangetrieben werden. Grundlage ist die Zeit. Auf der Zeitachse zurückgehend erfolgt das Suchen von Ursachen. Auf der Zeitachse in die Zukunft gehend erfolgt das Suchen von Folgen.

Zum Verständnis der weiteren Ausführungen soll der Begriff „kausaler Zusammenhang“ genauer erklärt werden. Was damit gemeint ist, lässt sich am besten grafisch illustrieren (Abb. 7).

<sup>42</sup> Als Komplexion bezeichnet DÖRNER (1979, S. 33) Abbilder von Sachverhalten im Gedächtnis. Diese Gedächtnisbilder bestehen aus Teilen, die „in einer bestimmten raum-zeitlichen Ordnung miteinander verknüpft sind. [...] Innerhalb von Komplexionen finden sich räumliche, zeitliche und raum-zeitliche Relationen“. DÖRNER beschreibt die Gedächtnisbilder, die in unserer Sprache mit einem Substantiv bezeichnet werden, als Komplexionen, bei denen die räumlichen Relationen der Teile zueinander bedeutsam sind. Gedächtnisbilder, die in unserer Sprache mit einem Verb bezeichnet werden können, sind Komplexion, bei der die zeitlichen Relationen zueinander bedeutsam sind. Ob etwas für jemanden als ein einheitliches Gebilde angesehen wird oder nicht, hängt davon ab, ob der Mensch über ein Gedächtnisbild der entsprechenden Komplexion verfügt oder nicht. DÖRNER erläutert dies mit der Aufstellung von Schachfiguren auf dem Spielfeld, die für geübte Schachspieler zu Komplexionen wie beispielsweise zu einer als königsindisch bezeichneten Konstellation zusammengefasst werden können, während die selbe Figurenaufstellung für Uneingeweihte lediglich eine Ansammlung von Einzelfiguren bleibt.

## Vernetzte kausale Zusammenhänge

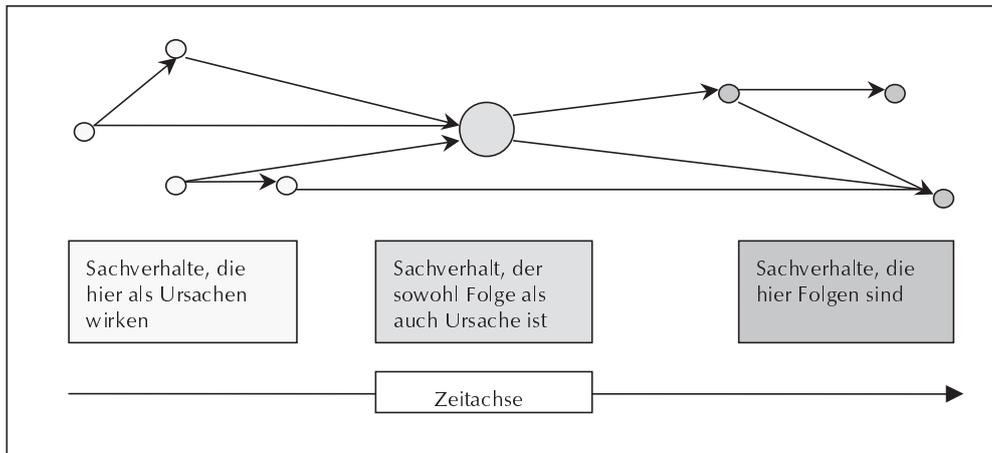


Abb. 7: Beispiel vernetzter kausaler Zusammenhänge (siehe auch Eckerle 1983, S. 15)

Es wird deutlich:

- Ein Sachverhalt kann in einem System Ursache und Folge zugleich sein. Der Sachverhalt in der Mitte ist Folge der Sachverhalte, die links gezeichnet sind (Bedingungen), und Ursache für Sachverhalte, die rechts gezeichnet sind (Folgen).
- Ein Sachverhalt hat in der Regel mehrere Ursachen und mehrere Folgen. Allen Ursachen ist aber eine theoretische Grundlage gemeinsam: Sie sind Voraussetzung für den Sachverhalt. Allen Folgen ist ebenfalls eine theoretische Grundlage gemeinsam: Sie werden (mindestens) durch den Sachverhalt hervorgerufen.
- Die Einflussfaktoren auf einen Sachverhalt können sich auch gegenseitig beeinflussen. Dadurch verändern sich die Bedingungen des Sachverhaltes, ohne dass in das System eingegriffen wurde.

Die Schwierigkeit beim kausalen Denken ist, dass für Zielsetzungen, Wegentscheidungen, Bewertungen usw. nicht allein ein Denkprozess wie das Finden verschiedener möglicher Folgen oder Ursachen genügt. Wenn Ziele gesetzt und Wege entschieden werden, müssen kausale Denkprozesse zusammen mit hierarchischen Denkprozessen zu Strategien verbunden werden. Daher werden im Kapitel 5 für diesen Bereich Strategien entwickelt, die dem gerichteten Suchen von Folgen, Zielen, Wegen usw. dienen.

### 3.2.4. Das epistemische Netz und seine didaktische Nutzung

Knoten und Relationen ergeben zusammen das kognitive Netz. Wichtig für das Modell dieses Netzes ist, dass es kein einfaches Netz ist, sondern ein vielsträngiges. Ein „vielsträngiges Netz“ enthält zu einem Begriff oft viele verschiedene Bedeutungsvarianten. Welche Wege innerhalb des Wissensnetzes gegangen werden sollten, ist oft auch eine didaktische Frage. Daher werden folgend zu den einzelnen Relationen entsprechende didaktische Nutzungsmöglichkeiten vorgestellt.

Dabei geht es darum, *wozu* man das Wissen über die ES bei der Gestaltung von Unterricht nutzen kann. *Wie* dies geschehen kann, wird im Kapitel 3.3.4 beschrieben.

## Didaktische Bedeutung von Abstraktheitshierarchien

Abstraktheitshierarchien dienen der Bewältigung von Komplexität und unterstützen flexibles Denken. Durch sie können Denkräume erweitert oder umstrukturiert oder auch eingengt werden. Wozu nützt dieser Gestaltungsspielraum?

Nutzung zum exemplarischen Lernen:

Beim exemplarischen Lernen wird Wissen am Beispiel erworben. Vom Beispiel wird abstrahiert, das am Beispiel erworbene Wissen wird einer Klasse zugeordnet. In dieser Klasse wird in abstrahierter Form das am Beispiel Gelernte aufgehoben. Von dort aus kann es auf andere, strukturell gleichartige Beispiele übertragen werden. ECKERLE spricht daher von einer „dreipoligen Wissensgestalt“ (ECKERLE 1987, S. 94).

Ein Pol ist das Exempel, an dem gelernt wird. Ein zweiter Pol ist der Oberbegriff, auf den das Gelernte verallgemeinert wird. Der dritte Pol steht stellvertretend für alle analogen Beispiele, auf die das Wissen der gebildeten Klasse anwendbar ist. Klassenbildung dient damit der Reduktion von Wissen. Es muss nicht jeder einzelne Begriff gemerkt werden, sondern Begriffe mit ähnlichen Merkmalen können zu Klassen zusammengefasst werden.

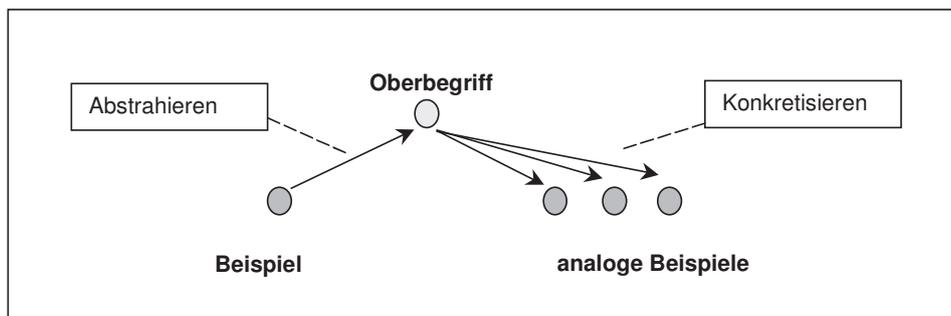


Abb. 8: Dreipolige Wissensgestalt

Nutzung zum gezielten Erweitern des Denkraumes durch Abstraktion und Analogiebildung:

Besitzt man z. B. einen Oberbegriff für Tasse, kann man von der gerade gesuchten konkreten Tasse abstrahieren und nötigenfalls einen Ersatzgegenstand finden – beispielsweise eine andere Tasse oder ein Glas oder gar einen Topf (Gefäß) oder eben, damit gelangen wir bereits auf die Ebene von Analogiebildungen, einen halbierten Ball, einen Schuh, einen Tropenhelm. Bei Analogiebildung ist typisch, dass ein relativ schlecht strukturierter Begriff probeweise nach dem Prinzip eines relativ gut strukturierten Begriffs organisiert wird. Die Schwierigkeit liegt strukturell gesehen darin, einen geeigneten Oberbegriff für den unstrukturierten Gegenstand zu bilden und von diesem einen Unterbegriff abzuleiten, der (a) dem gesuchten strukturähnlich und (b) in seinem Aufbau bekannt ist. Die Strukturähnlichkeit wird dabei durch Merkmalsvergleich hergestellt. Indem MENDELEJEV die Ordnung der chemischen Elemente strukturähnlich der zweidimensionalen Ordnung eines Kartenspiels organisierte, hat er sowohl von den einzelnen Elementen als auch von den einzelnen Spielkarten abstrahiert. Die Ähnlichkeit beider Ordnungen besteht darin, dass die Einzelteile anhand von zwei Merkmalen unterschieden und geordnet werden können. Die Unterscheidung von Spielkarten nach Wert und Farbe der Karte wurde zur Ordnung der Elemente nach Wertigkeit und Masse genutzt.

## **Didaktische Bedeutung von Teil-Ganzes-Hierarchien**

Teil-Ganzes-Hierarchien dienen der Speicherung von Erfahrungen und der Balance zwischen dem spezialisierten „Alles-über-Nichts“-Wissen und dem „Nichts-über-alles“-Wissen. Denkstrukturen der Teil-Ganzes-Hierarchien sind Basis für das Erkennen von Sachverhalten, Dingen usw. und für die Einstellung der Betrachtungsschärfe. Folgend einige Möglichkeiten dazu:

### Nutzung zum Anknüpfen an Vorwissen und zur Binnendifferenzierung

Durch das Einstellen des Auflösungsgrades kann an Vorwissen und Interessen der Lernenden angeknüpft werden. Binnendifferenzierung basiert auf der Teil-Ganzes-Hierarchie. Gemeint ist hier, dass Lernende anhand eines Themas dessen Ausgestaltung ihren eigenen Möglichkeiten und Interessen und ihrem Anliegen gemäß „einstellen“ können. Sie wählen auf der Teil-Ganzes-Hierarchie den Auflösungsgrad, der für sie übersichtlich und zielführend ist. Sie entscheiden dabei, ob sie den Lerngegenstand eher im Detail oder eher auf einer sehr komplexen Ebene betrachten. Dadurch kann das Vorwissen der Lernenden berücksichtigt werden. In der Regel geht DÖRNER (1998, S. 155 f.) von Kenntnissen in einem „mittleren“ Auflösungsgrad aus – das heißt, meist ist der Auflösungsgrad zwischen den Polen Expertenwissen einerseits und allgemeines Überblickswissen andererseits angesiedelt. Im Unterschied zu den Denkprozessen auf der Oberbegriffs-Unterbegriffs-Hierarchie sind hier die Gedächtniseintragungen gespeichert. Sie müssen nicht errechnet werden, sondern es kann hier vorhandenes Erfahrungswissen der Lernenden aufgegriffen und daran angeknüpft werden. Dabei ist zu beachten, dass die verschiedenen Auflösungsgrade nicht wie Beispiele wirken. Ein betrachtetes Teil kann ein anderes nicht ersetzen. Die methodische Form der Auswertung muss daher beim exemplarischen Lernen und beim differenzierten Lernen verschieden sein!

### Nutzung zum kreativen Arbeiten

Das Nutzen der Teil-Ganzes-Hierarchie kann *Kreativität* erleichtern. Die Bildung von Teilen aus einem Ganzen erhöht den Auflösungsgrad bei der Betrachtung von Sachverhalten. DÖRNER (1995, S. 309) bemerkt:

Wenn man einen Tisch nicht mehr als Ganzes betrachtet, sondern als aus Teilen zusammengesetzt, so fällt es bei weitem leichter, ein Tischbein von ihm „loszusehen“.

Indem das Ganze in seine Teile zerlegt wird, werden die Teile frei und können als selbständige Objekte behandelt werden. Die Schwierigkeiten bei „Zergliederung“ bezeichnet DUNCKER als „funktionale Gebundenheit“ (DUNCKER 1935). In einer Kindergeschichte von SUTEJEV wird dieses Prinzip eindrucksvoll dargestellt: Hahn, Frosch, Igel und Mücke finden im Wald einen Wagen. Als sie ihn mitnehmen wollen, stellen sie fest, dass er fahruntauglich ist. Seine Räder sind unterschiedlich groß. Der Wagen kann nicht fahren. Ein anwesender Hase weist darauf hin, wie unnützlich daher der Fund ist. Doch die anderen Tiere bauen die einzelnen Räder ab und rollen sie in ihre Behausung – unter dem Spott des Hasen. Sie bauen aus den Wagenrädern Ziehbrunnen, Spinnrad, Schubkarre und Wasserrad und beschenken den „funktional gebundenen“ Hasen mit den Früchten ihrer Ideen – mit kühlem Wasser, wasserkraftgemahlenem Getreide, gestrickten Socken und Pilzen, die der Igel mit der Schubkarre aus dem Wald geholt hatte.

### Nutzung zum Planen von Lösungsschritten

Didaktisch ist die Teil-Ganzes-Hierarchie zum Planen von Lösungswegen und Teilzielen ausgesprochen wichtig. Indem ein Ganzes in seine Teile zerlegt wird, können Arbeitsschritte festgelegt werden. Der ganze Baum besteht z. B. aus Wurzel, Stamm und Krone. Der ganze Brennprozess besteht aus Teilprozessen wie Initiieren, Brennen, Verlöschen. Arbeitsorganisatorisch ist es hilfreich, zu entscheiden: Soll ein Teilprozess ausgewählt vertiefend betrachtet werden? Oder sollen

alle Teilprozesse bearbeitet werden, so dass eine Reihenfolge der einzelnen Betrachtung festzulegen ist? Wenn auf der Ebene der Teil-Ganzes-Hierarchie einzelne Teile von Ganzen genauer betrachtet werden, muss am Ende der Arbeit der Blick das genau betrachtete Teilergebnis fassen und wieder in das Ganze einordnen.

### ***Didaktische Bedeutung der raum-zeitlichen Relationen und des systemischen Denkens<sup>43</sup>***

Wozu dient das Herstellen kausaler Zusammenhänge beim Problemlösen? Es ist neben anderen Fähigkeiten eine Voraussetzung zum systemischen Denken. Systemisches Denken oder komplexes Denken ist derzeit zu einem Modewort geworden. Vielleicht, weil es immer wieder so vernachlässigt wird, dass es fast mit logischer Konsequenz zum Misslingen von Problemlösungen führt (siehe DÖRNER 1998). Was aber ist genau mit „systemischem“ Denken gemeint? Was nutzt es wirklich? Wie kann man es ausbilden? Und: Was spielt das kausale Denken dabei für eine Rolle?

Nutzung zum systemischen Denken

Ein systemisch betrachteter Sachverhalt (Begriff, Handlung) ist ein komplexer Zusammenhang, der aus verschiedenen Einzelteilen besteht, wobei sich die Einzelteile wechselseitig beeinflussen<sup>44</sup>.

Eine gute Ausbildung raum-zeitlicher Relationen ist die kognitive Grundlage für systemisches Denkenkönnen und damit eine entscheidende Voraussetzung zum Planen von Handlungen. Systemisches Denkenkönnen bestimmt, welche Bereiche bei der Planung im Blick behalten werden, wie viele Einflussfaktoren erkannt werden und wie viele mögliche Störfaktoren oder Nebenfolgen mitgedacht werden. Es bestimmt damit auch, wie wahrscheinlich der Erfolg der geplanten Handlung ist (vgl. DÖRNER 1998).

## **3.3. Die heuristische Teilstruktur**

### **3.3.1. Funktion und Struktur**

Das Typische für Problemsituationen ist, dass die Lösungswege nicht mehr nach bekannten Lösungsmustern (Algorithmen, Routinen) beschränkt werden können, sondern vorhandene Lösungskonzepte oder Teile aus ihnen neu kombiniert werden müssen. Eine heuristische Handlung ist daher eine Neukombination, ein Erfinden eines Lösungsweges. Die heuristische Struktur dient dabei dazu, die in der Wissensstruktur gespeicherten Inhalte „in immer neuer Weise zu verknüpfen und flexibel und zweckmäßig zu verbinden“ (DÖRNER 1975, S. 90). Heuristisches Vorgehen lenkt die Konzentration weg vom Inhalt und hin zu inhaltsunspezifischen, formalen Strategien (vgl. FRIEDRICH 1995, S. 128).

DÖRNER (1975, S. 90) definiert die heuristische Struktur als eine „mehr oder minder festgefügte Aneinanderreihung von elementaren kognitiven Prozessen“. Er erklärt gleichzeitig, dass es noch ungeklärt ist, welches genau die elementaren Prozesse menschlicher Geistestätigkeit sind. Gemeinsam ist diesen Operationen, dass sie aus den vorhandenen Inhalten neue Inhalte herstellen. Werden die einzelnen elementaren kognitiven Prozesse (Denkoperationen) aneinandergereiht, so

---

<sup>43</sup> Zur Klärung des Begriffs siehe C/2.2.1. In der Literatur gibt es eine Reihe von weitgehend synonymen Begriffen für „systemisches Denken“. VESTER (1988) nennt es *Vernetztes Denken*, WINKELMANN (1992) *Systemdenken*; DÖRNER (1998) benutzt auch den Begriff *Denken in Systemen*, und FUNKE (1986) bezeichnet es als *Komplexes Problemlösen*.

<sup>44</sup> Differenziertere Definitionen von *System* sind z. B. bei DÖRNER 1998, VESTER 1988 nachzulesen.

ergeben sie Denkprozeduren (DÖRNER 1975, ebd.). Diese Denkprozeduren werden folgend als Strategien bezeichnet (siehe Kapitel 5).

Für Lernen mit Hypertext sind ausgehend von diesen theoretischen Grundlagen jene Fragen zu beantworten, die unter 1.1 unter der Überschrift „Zum Problemlösen“ aufgeworfen wurden:

- Welche verschiedenen Typen von Problemlösesituationen gibt es? Gibt es Problemgruppen, die mit Hypertexten besser gelöst werden können, und solche, für deren Lösung sich das Medium weniger eignet?
- Welche Anforderungen stellen sie an die Lernenden?
- Welche Lösungsverfahren scheinen geeignet, um Lernende bei der Lösung entsprechender Lernsituationen zu unterstützen?

Beantwortet werden diese Fragen, indem zunächst die äußeren, durch das Problem gegebenen Bedingungen untersucht werden. Anschließend geht es um die elementaren kognitiven Prozesse, die Geistestätigkeiten, die hier als innere Bedingungen der Problemsituation bezeichnet werden, weil sie durch die kognitive Struktur des Problemlösenden vorgegeben werden. Die folgend zu erarbeitenden theoretischen Antworten sind Grundvoraussetzung für eine pädagogische Planung von selbstgesteuerten, problemlösenden Lernsituationen. Sie versetzen den Lehrenden in die Lage, problemlösendes Lernen so zu planen, dass die beteiligten Schüler/innen erfolgreich sein können.

Die Ergebnisse dieses Kapitels dienen im Kapitel 5 dazu, heuristische Strategien zum Problemlösen mit Hypertext vorzuschlagen.

### **3.3.2. Äußere Bedingungen beim Problemlösen – Problemklassifikation**

Als äußere Bedingungen gelten diejenigen, die durch die Problemstellung gegeben werden, denn was Lernende wissen und können müssen, um ein Problem zu erkennen und zu lösen, ist nicht bei allen Problemen gleich, sondern vielmehr „problemtypabhängig“. Um beim Lernen mit Hypertext geeignete Lösungen zu entwickeln, ist es daher wichtig, Probleme unterscheiden zu können und eventuell „hypertexttypische“ Problemsituationen zu beschreiben.

Unterscheidungskriterien für verschiedene Problemgruppen sind:

- der Problemtyp, der sich an der Art der Barriere orientiert,
- der Problemraum, der sich an der Binnenstruktur der Problemsituation orientiert,
- die Frageart, auf die im Problemlösungsprozess eine Antwort gesucht wird.

Den einzelnen Problemgruppen werden dann Strategien zugeordnet, die ihre Lösung erleichtern. Durch diese Betrachtungsweise werden Aussagen dazu, welche Problemtypen es gibt, mit Aussagen dazu, welche Fähigkeiten zur Problemlösung wichtig sind, gekoppelt. Diese Kopplung erlaubt es,

- Inhalte einzuordnen und die Denkleistungen zu benennen, die zur Lösung nötig sind,
- Lernsituationen zu initiieren, an denen jeweils bestimmte Denkleistungen geübt werden können.

#### ***Problemtyp und Problemraum***

Die Differenzierung der Probleme durch DÖRNER zielt auf eine solche Kopplung, denn DÖRNER ordnet den einzelnen Problemtypen, so weit es geht, Lösungsstrategien zu. Dazu unterscheidet DÖRNER (1975, S. 91) zwei Gruppen von Bedingungen:

- Unterscheidung von Problemen nach der ihrer Barriere – ihrem Problemtyp (Grobstruktur der gegebenen Bedingungen)
- Bedingungen, die durch den Realitätsbereich gegeben sind, in dem das Problem verankert ist (DÖRNER verwendet 1995 für Realitätsbereich den Begriff „Problemraum“)

Nach DÖRNER sind die Bedingungen des *Problemtyps* für die „Grobstruktur“ und die Bedingungen des *Problemraums* für die „Feinstruktur“ der Problemsituation verantwortlich.

Unterscheidung von Problemen nach Problemtyp (Grobstruktur der gegebenen Bedingungen)

DÖRNER (1979) unterscheidet vier Problemtypen. Kriterium der Einteilung ist die Art der Barriere (des Hindernisses zwischen unbefriedigendem Ausgangszustand und gewünschtem Zielzustand). Sie ist abhängig davon, inwieweit den Problemlöser/innen das Ziel inhaltlich klar und/oder der Weg zur Problemlösung bekannt ist.<sup>45</sup>

Probleme sind abhängig von der individuellen Wissensstruktur. Daher ist es möglich, dass eine konkrete Schwierigkeit bei unterschiedlichen Personen unterschiedliche Barrieren hervorrufen kann.

Bei *analytischen Problemen (Interpolationsproblemen)* ist das Ziel klar, und die Mittel, mit denen es erreicht werden kann, sind bekannt. Nachgedacht werden muss „nur“ darüber, wie die bekannten Mittel zu ordnen und so zu organisieren sind, dass Kreisprozesse im Sinne von nicht notwendigen Wiederholungen vermieden werden. Das Problem liegt in der richtigen Kombination bzw. der treffenden Reihenfolge der einzelnen Prozeduren, wenn deren Zahl zu groß ist, um jede einzeln durchzuprobieren. Der Schwierigkeitsgrad definiert sich aus der Anzahl möglicher

Bekanntheitsgrad der Mittel	Klarheit der Zielkriterien	
	<b>hoch</b>	<b>gering</b>
<b>hoch</b>	Interpolationsbarriere	dialektische Barriere
<b>gering</b>	Synthesebarriere	dialektische Barriere und Synthesebarriere

Abb. 9: Klassifikation der Probleme nach ihrer Barriere, nach DÖRNER 1979, S. 14

Prozeduren und der Menge zu kombinierender Schritte. Dazu müssen Ausgangs- und Zielaspekt analysiert werden. Soll ein Fahrplan für einen bestimmten Tag und eine bestimmte Zeit zu einem bestimmten Zielort zusammengestellt werden und sind die dazu geeigneten Verkehrsmittel ebenso bekannt wie die Verfahren, um deren Abfahrts- und Ankunftszeiten herauszufinden, dann

<sup>45</sup> Die Klarheit bezieht sich auf die Ergebnisse. Es gibt Ziele, deren Kriterien nicht genau festgelegt sind – was ist zum Beispiel ein „schönes“ Zimmer oder wann ist eine Erklärung „vollständig“? Das Ziel selbst kann dabei in seiner formalen Art feststehen, aber die genaue Ausführung der formalen Absicht (z. B. der Erklärung) bleibt unkonkret. Im Unterschied dazu zählen Ziele mit klaren Lösungskriterien, wie z. B. aus Knobelaufgaben bekannt, zu denen mit klar feststehenden Zielen.

entspricht diese Situation einer analytischen Problemstellung. Mittel und Ziel sind bekannt, die Anforderung ist die Koordination und die Kombination der verfügbaren Möglichkeiten.

*Synthetische Probleme* zeichnen sich ebenfalls durch einen festen Zielzustand aus. Aber es fehlt nicht nur die Kombination der geeigneten Operatoren<sup>46</sup>, es fehlen die Operatoren selbst. Das heißt, die Problemlöser wissen von Beginn an oder vermuten nach vergeblichen Lösungsbemühungen, dass die Mittel, die sie kennen und die sie für bedeutsam halten, nicht oder nicht allein hinreichend sind, um das Problem zu lösen (DÖRNER 1979, S. 12). DÖRNER nennt als Beispiel für Synthesprobleme das Bemühen, aus Blei Gold zu machen, und bezeichnet daher solche Probleme auch als Alchimistenprobleme (DÖRNER 1975, S. 91). Die Ratlosigkeit der Problemlöser/innen ist eine doppelte: Sie wissen nicht, mit welchen Mitteln und Verfahren das Ziel erreicht werden kann, und können daher diese Mittel auch nicht zu einer geeigneten Lösungskette kombinieren. Eine große Schwierigkeit besteht darin, die fehlende Synthese als solche zu erkennen. Dabei ist es durchaus möglich, dass die nötigen Operatoren bereits bekannt sind, aber in anderen Zusammenhängen fest eingebunden wurden. Dieses Phänomen ist als funktionale Gebundenheit bekannt (DUNCKER 1935) und wurde im Zusammenhang mit der didaktischen Nutzung der Teil-Ganzes-Hierarchie im Kapitel 3.2.4 bereits angesprochen. In jedem Fall bedarf die Problemlösung eines „neuen Satzes“ von Handlungen bzw. der Loslösung bereits vorhandener Operatoren aus ihren Zusammenhängen. Dazu sind Strategien zur „Suchraumerweiterung“ nötig. Sie dienen dazu, den Blick zu öffnen. Bekannt sind in diesem Zusammenhang zum Beispiel Kreativitätstechniken<sup>47</sup>. In diesen werden oft *Analogien* dazu genutzt, den Raum, in dem Lösungen gesucht werden, zu erweitern<sup>48</sup>.

*Dialektische Probleme* entstehen dann, wenn zu Beginn der Problemlösung das Ziel in seinen Eigenschaften noch nicht vollständig festgelegt ist. Sie sind daran zu erkennen, dass

- sich der Aufgabeninhalt auf einen vielschichtigen Sachverhalt bezieht,
- die Aufgabenstellung meist relativ unspezifische Arbeitsanweisungen enthält, wie z. B. „Führe deinen Standpunkt dazu aus. Mache einen Verbesserungsvorschlag. Gib eine Lösung an“,
- der Endzustand inhaltlich nicht festgelegt ist, sondern explizit offen bezüglich des Umfangs und/oder Inhaltes und/oder der Form (vgl. KRETSCHMER 1983, S. 49).

---

<sup>46</sup> DÖRNER unterscheidet in seinen Arbeiten die Begriffe „Operation“ und „Operator“ wie folgt: „Ein Operator ist die allgemeine Form einer Handlung, wohingegen die Operation die konkrete Realisierung derselben ist. Ein Operator ist ein allgemeines Handlungsprogramm, die Operation die konkrete Ausführung derselben. [...] Die aktuelle Operation ist immer nur eine der meist zahlreichen Realisierungsmöglichkeiten des Operators.“ (Dörner 1979, S. 15 f.) Diese Unterscheidung wird folgend im Kontext der Arbeiten DÖRNERs übernommen.

<sup>47</sup> Andere Varianten zur Suchraumerweiterung sind z. B. das freie Probieren, das Ausfällen des Gemeinsamen (DUNCKER 1935) oder der Codierungswechsel (DÖRNER 1998, S. 234 ff.). Sie werden hier nicht weiter thematisiert, weil das Analogiebilden zu den wichtigsten Strategien der Suchraumerweiterung zählt und durch Hypertextnutzung gut unterstützt werden kann (siehe Teil C/3.3.3).

<sup>48</sup> Denken in Analogien ist eine Form der Hypothesenbildung, bei der ein unbekannter Sachverhalt A durch einen bekannteren Sachverhalt B erklärt wird. Die Analogie funktioniert dabei über abstrahierende und konkretisierende Denkprozesse. Um das zu konkretisieren, soll ein Beispiel dienen, mit dem DÖRNER (1998, S. 113 f.) die Wirkung von Analogiebildungen für Problemlösesituationen beschreibt. Eine Probandin erhielt die Aufgabe, eine Uhrenfabrik zu leiten. Da sie in diesem Bereich vollkommen unerfahren war, zog sie einen „artverwandten“ Bereich aus ihrer Erfahrungswelt zu Rate, um Entscheidungen zu planen. Sie überlegte, dass sie beim Drehen ihrer Zigaretten ebenso produziert, wie sie es in der simulierten Uhrenfabrik tun soll. Produktion war dabei der Oberbegriff, unter dem sie ein vertrautes Beispiel fand. Anhand ihres Schemas zum Zigarettedrehen kam sie den Produktionsbedingungen der Uhrenfabrik auf die Schliche und konnte steuernd eingreifen. Sie hat dabei vom Beispiel ihrer Selbstdrehproduktion abstrahiert und die gewonnenen Einsichten auf das parallele Beispiel der Uhrenfabrik analog angewandt.

Da in dialektischen Problemsituationen die Ziele nicht klar vorgegeben sind, müssen sie durch die Problemlöser/innen entwickelt werden. Beim Lösen dialektischer Probleme wird daher die individuelle, bewertende Komponente stärker betont. DÖRNER (1979, S. 102) schreibt dazu:

Der wesentliche Unterschied des dialektischen Problemlösens zu allen anderen Formen des Problemlösens besteht darin, dass die Kriterien für die Beurteilung des angestrebten Endzustandes mit diesem zusammen entstehen.

Typische Beispiele für dialektische Probleme sind Kompositionen. Komponieren bedeutet, dass die Problemlöser/innen ein Thema *entfalten*. Das geschieht zum Beispiel beim Übersetzen, beim Schreiben von Texten, Komponieren von Musik oder Bildern, beim Planen von Festen, bei Vorführungen oder anderen vergleichbaren Ereignissen. Allen Kompositionen ist gemeinsam, dass die Komponist/innen nach individuellen Bewertungskriterien Prioritäten setzen und das Ziel bestimmen. In diesem Prozess müssen Widersprüche, die bei der Entwicklung von Wissen auftreten, aufgelöst oder vermieden (DÖRNER 1975, S. 91) oder anerkannt (KÖSTER 1994, S. 21 f.) werden.

Widersprüche treten selbstverständlich nicht nur bei dialektischen Problemen auf. Hier aber sind sie besonders schwer zu lösen. In Problemsituationen mit klarem Ziel können Widersprüche anhand der Zielkriterien gelöst werden. Genau aber diese fehlen bei dialektischen Problemen. Es ist daher wichtig, dass die Problemlöser/innen in der Lage sind, unspezifische Arbeitsanweisungen zu konkretisieren und nach eigenen Bewertungskriterien das Ziel in Inhalt, Struktur und Umfang zu definieren. Ihre Zielkriterien müssen sie während der gesamten Lösungsphase vor Augen behalten und mit den Ergebnisse abgleichen, korrigieren – in Einklang bringen. Das genau ist das dialektische an diesem Problemtyp. Zum Lösen dialektischer Probleme sind daher Strategien nötig, die dem Zielsetzen/Bewerten und dem Erkennen und Bearbeiten von Widersprüchen dienen.

In wissenschaftlichen Untersuchungen und in der pädagogischen Praxis wird dieser Problemtyp mit Skepsis betrachtet. Ursache kann nach SCRIVEN (zit. in KRETSCHMER 1983, S. 47) sein, dass dialektische Problemlösungen

Bewertungen enthalten, und Bewertungen rechnet man nicht als einen legitimen Typ rationalen Denkens, sie werden eher in die Nähe von Gefühl und Geschmack gerückt. Dennoch denke ich, dass Bewertungen wahrscheinlich die wichtigsten intellektuellen Fähigkeiten von allen sind, in der Wissenschaft und anderswo [...]

Auch in der *pädagogischen* Praxis sind Lernsituationen, in denen die Lernenden sich selbst Ziele setzen und über diese entscheiden, eher fremd. Es dominieren die lehrergesetzten, klar beobachtbaren und abprüfbar Ziele bzw. Lösungserwartungen. Wenn die Lernenden aber selbst ihre Ziele setzen und bewerten, dann ist die Lernsituation nicht bis zuletzt durch Lehrer/innen steuerbar. Das Ziel wird durch die Schüler/innen konkretisiert. Das heißt: Auch Steuerungsfunktionen über das, was inhaltlich und methodisch gelernt wird, werden an die Schüler/innen übertragen. Die Ziele, die erreicht werden, sind nur begrenzt voraussehbar und können innerhalb einer Lerngruppe unterschiedlich sein.

Sowohl von der Anforderung des Problems selbst als auch aus dem Blick der anwendenden Forschung und der pädagogischen Praxis wird deutlich: Es sind zum Lösen dialektischer Probleme vor allem solide, nachvollziehbare und vergleichbare Strategien zum Bewerten (Zielsetzung, Informationsauswahl, Informationseinordnung) nötig. Solche Strategien geben den Lösungswegen von Bewertungen einen übersubjektiven Rahmen und lassen sie damit kontrollierbarer und vergleichbarer werden.

Es sei daran erinnert, dass zum Beispiel Hypertexte als eine typische Präsentationsform aktueller Inhalte (beispielsweise im World Wide Web) sich dadurch auszeichnen, dass die Leser/innen

bewerten müssen, welche Inhalte sie brauchen und welches Leseziel sie verfolgen. Die Fähigkeiten zum selbständigen Zielsetzen, zur subjektiven Auswahl von Inhalten und deren Verwendung für eine „Gesamtkomposition“ von neuen und vorhandenen Inhalten sind Voraussetzung für eine sichere Orientierung im Hypertext. Es wird daher im Folgenden oft und intensiv um das Stellen und Lösenkönnen dialektischer Probleme gehen.

#### Unterscheidung nach den Problemräumen (Feinstruktur)

Eben wurde die Grobstruktur von Problemsituationen beschrieben. Entscheidend war, wie klar den Problemlöser/innen ihre Ziele und die zur Zielerreichung nötigen Mittel sind. Innerhalb der an diesen Kriterien unterschiedenen Problemtypen gibt es eine Art „Binnendifferenzierung“. Das, was an „inneren“ Umgebungsbedingungen gegeben ist – egal ob beim Interpolationsproblem oder bei dialektischen Problemen – nennt DÖRNER (1995, S. 297 ff.) nach KLIX (1971) den *Problemraum*. Der Problemraum entsteht aus dem Zusammenspiel von gegebenen Bedingungen (den Konstellationen) und den Möglichkeiten, diese Konstellationen zu verändern (den Operatoren).

DÖRNER (1995, S. 298 f.) nennt vier wichtige Merkmale für *Konstellationen*:

- **Umfang und Vernetztheit:** Umfang und Vernetzungsgrad stehen in Zusammenhang. Je mehr Einflussfaktoren auf eine Situation, einen Sachverhalt usw. einwirken, desto mehr Wechselwirkungen können Eingriffe auslösen. Wenn man an einer Seite des Netzes zieht, bewegt sich nicht nur der gegenüberliegende Punkt, sondern noch einiges andere. Daher lassen sich umfangreiche und vernetzte Konstellationen schwerer diagnostizieren als überschaubare und weniger vernetzte. Während es beim Mensch-ärgere-dich-nicht-Spiel beispielsweise nur wenige Regeln gibt und alle Figuren die gleichen Funktionen ausführen, gibt es beim Schach eine Menge Regeln und ein umfangreiches Figurenrepertoire. Die Konstellationen beim Schach sind wesentlich umfangreicher und vernetzter als beim Mensch-ärgere-dich-nicht. Setzt man beim Schach eine Figur, muss man zwangsläufig mehr Folgen beachten.
- **Dynamik:** Die Unterscheidung von dynamischen und stabilen Konstellationen ist wichtig, weil es auch Problemräume gibt, die sich verändern, wenn nichts getan wird. Diese Konstellationen besitzen eine Eigendynamik. Wenn sich Schüler/innen mit ihrer Arbeit in aktuelle Diskussionen einbringen wollen, dann sind sie in eine dynamische Problemsituation eingebunden. Die Diskussion entwickelt sich auch ohne ihr Zutun fort, und sie müssen den richtigen Zeitpunkt für ihre Äußerung finden beziehungsweise dürfen ihn nicht verpassen. Die Ressource Zeit hat in dynamischen Situationen starken Einfluss auf das Problemlösen. Unter Zeitdruck ist es nötig, auch „Ungefährlösungen“ zu akzeptieren. Weiterhin reicht es bei dynamischen Situationen nicht, die Situation zu verstehen. Es muss ebenso geprüft werden, wie und wohin sie sich tendenziell entwickelt. Das erfordert vorausschauendes, visionäres Denken.
- **Transparenz:** Je nachdem, inwieweit die einzelnen Charakteristika einer Konstellation beobachtbar sind, wird sie als transparent (beobachtbar/überschaubar) oder intransparent bezeichnet. Um intransparente Konstellationen dennoch überblicken zu können, werden Hypothesen gebildet und getestet. Wenn verschiedene Personen an der Lösung eines intransparenten Problems beteiligt sind, dann stellen sie wahrscheinlich verschiedene Hypothesen auf und nehmen das Problem wegen seiner Intransparenz eher unterschiedlich wahr.

Ebenso gibt es vier wichtige Merkmale für die *Operatoren* eines Problemraumes:

- **Bedingtheit:** Unbedingt anwendbar sind Operatoren, die immer gültig sind. Operatoren, die nur unter bestimmten Bedingungen gelten, nennt DÖRNER (1995, S. 299 f.) bedingte Operatoren. Bei bedingten Operatoren sollten Zwischenziele gebildet werden. Die Zwischenziele sollen helfen, die nötigen Bedingungen herzustellen. Bei Operatoren, für die viele Bedingungen geschaffen werden müssen, wird das Arbeitsgedächtnis stark beansprucht. Man muss stets

im Kopf haben, welche Voraussetzungen man noch erfüllen oder vorbereiten muss und welche nicht mehr.

- **Wirkungssicherheit:** Operatoren können weiterhin mit hoher oder geringer Sicherheit zur gewünschte Wirkung führen. Geringe Wirkungssicherheit haben Operatoren, wenn sie verschiedene Folgen haben können und man vor der Anwendung nicht genau abschätzen kann, welche es gibt bzw. welche eintreten werden. Operatoren mit geringer Wirkungssicherheit stellen hohe Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis, weil zu jedem Operator verschiedene Wirkungen gedacht werden müssen – die „Planungsbäume“ verzweigen sich mehr.
- **Wirkungsbreite:** Operatoren können einzelne Charakteristika einer Problemsituation verändern oder viele. Bei vernetzten Konstellationen sind sie fast immer breitbandig – sie verändern nicht allein einen Bereich (den beabsichtigten), sondern meist mehrere.
- **Reversibilität:** Reversible Operatoren lassen sich wieder rückgängig machen, irreversible nicht. Reversible Operatoren ermöglichen ein spielerisches Versuch-Irrtum-Verhalten. Irreversible Operatoren lassen sich lediglich im Planen oder in nicht-realen Simulationen zurücknehmen.

### ***Unterscheidung der Probleme nach der Problemfrage***

Zusätzlich zu den Unterscheidungskriterien DÖRNERs nach Problemtyp und Problemraum können Probleme auch danach unterschieden werden, welche Frage ihnen zugrunde liegt. Da es an dieser Stelle zunächst um eine erste und eher allgemeine Annäherung an das komplexe Bedingungsgefüge beim selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen mit Hypertext geht, werden die Fragearten hier nur kurz behandelt. Entsprechend ihrer entscheidenden Rolle für gelingende Problemlösungen mit Hypertext werden später (Kapitel 5) genauere Erläuterungen zur Funktion, Struktur und Verwendung der Fragearten gegeben. Der Aspekt der Frageart wird hier zu den Theorien von DÖRNER ergänzt, weil auch durch die Art der Problemfrage die Suche nach Antworten gelenkt wird. Dieser Gedanke geht davon aus, dass „der größte Teil der Fragen, die wir als Problemfragen (also Fragen, für die der Weg zu einer Antwort zunächst unklar ist) aufwerfen, zu bestimmten Fragetypen zusammengefasst werden können“. ECKERLE (1987, S. 122) nennt als entsprechende Fragearten:

- Wie erkläre ich einen Sachverhalt?
- Wie prognostiziere ich aus einem oder mehreren Sachverhalten?
- Wie bewerte ich einen Sachverhalt?
- Welchen Weg wähle ich?
- Welches Ziel / welche Ziele setze ich mir?

Zu allen diesen Fragen gibt es geeignete Muster, nach denen Antworten entwickelt werden können. Diese Muster schlagen Handlungsfolgen vor. Sie sind in sich geschachtelt. Als Basismuster funktionieren diejenigen für Erklärungen, Prognosen und Bewertungen. Aus diesen drei Basismustern können die Antwortverfahren für Wegfragen und Zielfragen kombiniert werden (ebd.).

So gesehen lassen sich Problemsituationen auch danach unterscheiden, ob die Problemlöser/innen nach Ursachen suchen oder nach Folgen, ob sie einen Weg suchen oder eine Bewertung beziehungsweise eine Entscheidung über ein Ziel vornehmen müssen. Je nach Ausrichtung des Interesses werden verschiedene Inhalte gesucht, es werden aber auch, das ist dabei noch wichtiger, verschiedene Verfahren zum Finden dieser Antworten genutzt. Und genau das ist für Lernen mit Hypertexten ausgesprochen wichtig. Denn durch die Art der Frage wird auf formale Weise die Aufmerksamkeit der Problemlöser/innen gelenkt. Und zwar nicht auf konkrete Inhalte,

sondern auf die Beziehung, in der die gesuchten Inhalte zum Ausgangssachverhalt stehen sollten. Damit erhalten Problemlöser/innen Kriterien zur Auswahl neuer Inhalte auf überinhaltlicher und damit vergleichbarer Ebene.

### **3.3.3. Die äußeren Bedingungen und ihre didaktische Nutzung beim Verwenden von Hypertexten**

Während im Bereich der Wissensstruktur die didaktische Nutzung allgemeine Nutzungsvarianten vorgestellt hat, geht es folgend um konkrete Möglichkeiten der Hypertextverwendung. Aufbauend auf der Klassifikation verschiedener Problemtypen und ihrer Binnenstruktur kann nun überlegt werden, wozu *Hypertexte* innerhalb der verschiedenen Problemtypen genutzt werden können. Es wird dabei so vorgegangen, dass in der gleichen Reihenfolge wie im Kapitel 3.3.2. die Merkmale der Problemsituation durchgearbeitet werden.

#### ***Hypertextnutzung entsprechend der Problemtypen***

In Teil A, Kapitel 3.2, wurde herausgearbeitet, dass Hypertexte selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse unterstützen können. Eine entscheidende Frage zum problemlösenden Lernen mit Hypertext ist, ob es *Problemtypen* gibt, die mit Hypertexten besser gelöst werden können und solche, für deren Lösung sich das Medium weniger eignet. Daran schließt sich die Frage an, welche Anforderungen daraus für selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen mit Hypertexten folgen. Diesen Fragen wird anhand der verschiedenen Klassifikationsmöglichkeiten von Problemlösesituationen nachgegangen. Dazu werden Problemlösesituationen nach den Kriterien Zielklarheit und Mittelklarheit geordnet und jeweils befragt, zu welchem Zweck sich Hypertexte innerhalb dieses Problemtyps nutzen lassen und auf welche Art und Weise der Informationszugriff im Hypertext erfolgen sollte.

Ziel bekannt, Mittel bekannt (Interpolationsprobleme)

Sind Ziel und Mittel klar (Interpolationsprobleme), kann Hypertext als Datengrundlage genutzt werden, um aus den bekannten Mitteln auszuwählen bzw. um diese zu konkretisieren. Zum Zusammenstellen eines Reiseplanes könnte über Hypertext aus den bekannten Mitteln wie Busfahrplänen, Zugfahrplänen, Taxirufnummern usw. ausgewählt werden. Ebenso wäre es möglich, innerhalb eines Mittels genauer zu recherchieren – z. B. wie die Busse ausgestattet sind, wie teuer die Tickets sind usw. Als Informationszugriff wird man in der Regel Datenbankabfragen nutzen. In der epistemischen Struktur wird die Abstraktheitshierarchie genutzt werden, um von allgemeinen Annahmen ausgehend konkrete Entscheidungen zu treffen – beispielsweise wenn es bei einer Reiseplanung darum geht, ein bestimmtes Fahrzeug auszuwählen oder eine bestimmte Reiseroute festzulegen. Die Teil-Ganzes-Hierarchie kann genutzt werden, um Zusatzinformationen zu bestimmten Details einzuholen. In beiden Hierarchieebenen ist allgemein eine Bewegung vom hierarchisch Höheren zum hierarchisch Niederen geeignet. Die raum-zeitlichen Beziehungen werden wichtig, wenn es um die richtige zeitliche Ordnung der Mittel geht, so dass Kreisbewegungen vermieden werden. Die Verknüpfung der recherchierten Informationen wird den Nutzer/innen wahrscheinlich nicht schwer fallen. Sie wissen, in welchem Kontext die Rechercheergebnisse stehen, und haben ein Raster – eine Idee von einem „Reiseplan“ – in das sie neue Informationen einordnen können.

Ziel bekannt, Mittel eher unbekannt

Wenn die Mittel nicht bekannt sind und neue Mittel entworfen werden müssen (z. B. Synthesbarriere, dialektische Barriere), ist Hypertext als „Impulsgeber“ für Analogien und als Informationsbasis geeignet. Als *Impulsgeber* können Hypertexte Denkanstöße geben. Dazu genügt planlo-

ses Surfen. Dieses wurde in Teil A auch als assoziatives Browsing bezeichnet (A/2.3.2). Weiterhin können Hypertexte als *Informationsbasis* genutzt werden, um innerhalb eines Themas Detailinformationen zu erhalten. Fehlende Informationen können z. B. über Übersichtsbrowser eingeholt werden. Das ist dann sinnvoll, wenn das Ergebnis vorgegeben wird und zu überlegen ist, wie man dahin kommt. In echten Problemsituationen ist dieser Weg in der Regel wirklich völlig offen. In schulischen Lernsituationen kann das Problem so konstruiert werden, dass ein *bestimmter* Lösungsweg mit wirklicher Einsicht erarbeitet wird. Der Weg wird dann von den Lernenden nachentdeckt. Hypertexte können dabei als Informationsbasis eingesetzt werden. In Teil C wird aus pädagogischer Sicht eine solche Lernsituation beschrieben (siehe C/4.2.3). Dort soll die Formel zur Berechnung des Erdumfangs erarbeitet werden. Dazu werden das Ziel und auch einige der Mittel vorgegeben (zum Beispiel die Informationen, dass am 21. Juni 12 Uhr mittags in Syene die Schatten verschwinden und dafür das Spiegelbild der Sonne im Brunnenloch zu sehen ist). Die Nutzung von Lineal und Zirkel können angeregt werden – beispielsweise durch Vergleiche mit anderen Problemlösungen in der Mathematik. Im Sinne dieses Problemtyps wäre zu fragen: „Ein Mathematiker mit Namen Eratosthenes hat mit diesen Mitteln eine Rechenregel zur Ermittlung des Erdumfangs entdeckt. Wie kam er darauf?“ Das Ziel ist dann den Lernenden klar – sie sollen mittels der gegebenen Bedingungen den Erdumfang errechnen. Wie sie die einzelnen Mittel verbinden, wissen sie noch nicht. In diesem Beispiel könnte ein geeigneter Hypertext genutzt werden, um Zusatzinformationen über Brunnentiefe oder die Entfernung zwischen Syene und Alexandria herauszubekommen oder um sich einen antiken Brunnen genauer anzuschauen. Um in der Wissensstruktur die geeigneten Informationseinheiten aufzurufen und neu zu verbinden, sind alle beschriebenen Relationen wichtig. Sie müssen allerdings durch komplexere Strategien zum Planen des Weges ergänzt werden. Da assoziative Links genutzt werden, sind Strategien zum Prüfen und Einordnen der Inhalte wichtig.

Ziel eher unbekannt, Mittel bekannt

Zum Lösen dialektischer Probleme bieten Hypertexte eine geeignete Datenbasis, weil in Hypertexten die Themenentfaltung mehr von den Rezipient/innen mitbestimmt werden kann, als es in hierarchischen Texten möglich ist. So können die Leser/innen in der Regel den Sachverhalt aus verschiedenen Perspektiven betrachten, Beispiele auswählen, Details vertiefen oder das Betrachtete in einen oder auch in verschiedene Kontexte einordnen. Auch hier sind alle elementaren kognitiven Prozesse wichtig. Sie können durch die Verwendung von Hypertexten erleichtert werden, wenn Hypertexte genutzt werden, um eindimensionale Sichten aufzubrechen, vertraute Denkmuster zu verlassen, Zusammenhänge, Wechselwirkungen und Widersprüche wahrzunehmen. Allerdings bieten Hypertexte dafür allein die Daten und zum Teil die Struktur. Die Problemlöser/innen müssen ihrerseits in der Lage sein, aus diesem Angebot auszuwählen und die Ergebnisse in den Lösungsprozess einzubinden. Und das ist schwierig, denn das Lösen dialektischer Probleme stellt sehr hohe kognitive Anforderungen. Zum Beispiel müssen die recherchierten Informationen zueinander in Beziehung gesetzt werden. Das ist für die Nutzung von Hypertext normal (siehe Herstellen textinterner Kohärenz, Teil A/4). Beim Lösen dialektischer Probleme müssen die Nutzer/innen aber *zusätzlich* auch ihr Ziel stets neu evaluieren. Sie haben keine klaren Zielkriterien, sondern entwerfen das Ziel während der Lösung mit. Hypertextnutzer/innen müssen daher während der Lösung stets neu verorten, was sie als nächstes lesen wollen und ob bzw. wie ihr Rechercheergebnis, ihr Nutzertext, zum Ziel passt. Gerade in solchen Lernsituationen sollten Verfahren geplant werden, welche Relationen wozu genutzt werden. Es genügt nicht, innerhalb des Wissensnetzes „umhergehen“ zu können, das „Gehen“ benötigt eine planvolle und kontrollierbare Verfahrensweise. Wichtig sind Strategien zum Umgehen mit Wissen und besonders zum Gewichten und Prüfen von Informationen.

## ***Hypertextnutzung entsprechend der Problemräume***

Im Rahmen der Problemtypen hat sich gezeigt, dass je nach Problemtyp unterschiedliche Verwendungsbereiche von Hypertext geeignet sind. Wenn die Wahl des Problemtyps als allgemeines Lernarrangement gesehen wird, so ist die konkrete Lernsituation davon abhängig, wie innerhalb dieser die gegebenen Bedingungen aufeinander wirken und wie sie von den Lernenden beeinflusst werden können. Jeder Lehrer, jede Lehrerin kennt das: Auch wenn Ziel und Mittel klar sind, ist die eine Situation schwerer zu bewältigen als die andere. Das kann daran liegen, dass die Situation komplexer ist und mehr bedacht werden muss oder auch daran, dass die Problemlöser/innen einfach unerfahrener sind. Es genügt also noch nicht, die Probleme allgemein zu klassifizieren und geeignete Anwendungssituationen von Hypertexten herauszuarbeiten. Es ist zum Gelingen des Unterrichts ebenso nötig, die konkrete Lernsituation zu beleuchten und die „Regelknöpfe“ ausfindig zu machen, an denen der Schwierigkeitsgrad der Lernsituation eingestellt werden kann. Welche Eigenschaften aber sind für die Binnenstrukturen von Problemen zu erwarten, wenn Hypertexte genutzt werden? Wo sind die Regelknöpfe in diesen Systemen? Wie kann geregelt werden? DÖRNER (1995) nannte als entscheidende Eigenschaften von *Problemräumen* deren allgemeine Bedingungen (Konstellationen) und die möglichen Verfahren der Löser/innen, diese zu verändern (Operatoren; vgl. 3.3.2.). Ausgehend von dieser Theorie werden nun zuerst die in der konkreten Situation allgemein gegebenen Bedingungen beleuchtet. Das sind der Umfang und Vernetztheit, die Dynamik, die Transparenz. Im Anschluss wird nach den Kriterien der Bedingtheit, Wirkungssicherheit, Wirkungsbreite und Reversibilität der Verfahren beim Lernen mit Hypertext gefragt.

### Konstellationen eines Problemraumes beim Lernen mit Hypertext

Welche Ausgangsbedingungen (Konstellation) eine Lernsituation bietet, ist abhängig davon, was wie woran gelernt werden soll und welches Vorwissen die Lernenden einbringen wollen und können. Hypertexte beeinflussen Lernbedingungen in ihrer Funktion als Lernmaterial. Sie bringen dabei in der Regel einen hohen Umfang an Informationen, hohe Vernetztheit und mitunter hohe Intransparenz ein.

Mit Blick auf die in Teil C angestrebten Hinweise dazu, wie Unterricht mit Hypertexten gestaltet werden sollte, geht es hier um die Auswahl einiger entscheidender Kriterien, mit denen abgewogen werden kann, wie gut ein konkreter Hypertext für den Einsatz im Unterricht geeignet ist. Solche Eigenschaften sind der Grad an Hierarchien im Hypertext (Hypertextstruktur), die Gestaltung der Links bezüglich ihrer Beschriftung und die Möglichkeiten, die es im Hypertext gibt, wenn bestimmte Informationen aufgerufen werden sollen (Informationszugriff).

- Umfang und Vernetztheit des Problemraumes sind ausgehend vom Hypertext zunächst durch seine Seiten- und Linkzahl zu erkennen. Zusätzlich ist entscheidend, nach welcher Struktur die einzelnen Knoten vernetzt sind. In Teil A wurden strukturierte Hypertexte und Knoten-Link-Hypertexte unterschieden (A/2.1). In strukturierten Hypertexten werden komplexe Zusammenhänge übersichtlicher dargestellt. In Knoten-Link-Hypertexten ist jeder Knoten mit jedem anderen Knoten verbunden. Strukturierte Hypertexte bieten bereits einige Oberbegriffe an und lenken dadurch das Lesen und Verstehen. Entsprechende Hypertexte sind als Lernmaterial geeignet, wenn ihre Struktur dazu dient, den zu lernenden Inhalt leichter zu erschließen und in seinen wesentlichen Zusammenhängen zu verstehen beziehungsweise je nach Vorwissen oder Interesse systematisch durchzuarbeiten. Knoten-Link-Hypertexte sind dagegen intransparenter. Sie bieten viele Möglichkeiten zum Weiterlesen an, können aber gerade für Laien völlig chaotisch wirken und eher abschrecken als dem Verständnis dienen. Sie sind als Lernmaterial dann geeignet, wenn frei assoziiert werden soll oder wenn die Lernenden bereits Vorwissen als Muster haben, in das sie die neuen Inhalte einsortieren können.

- **Dynamik:** Hypertexte, die nicht online verfügbar sind, verändern sich aus sich heraus kaum. Sie sind in ihrem Inhalt und ihrer Struktur stabil. Online verfügbare Hypertexte, wie zum Beispiel im Internet zu finden, können durchaus dynamisch sein. Das bedeutet, dass sich die Inhalte und Verknüpfungen verändern können, ohne dass die Schüler etwas dazu getan haben. Lernende, die dynamische Hypertexte nutzen, können in Entwicklungen mit verfolgen und werden angeregt, sich mit Veränderungen auseinander zu setzen. Stabile Hypertexte bieten dagegen ein höheres Maß an Sicherheit und Struktur an, da die Lernenden an dem Punkt, an dem sie aufgehört haben, weiter arbeiten können.
- **Transparenz:** Wie transparent ein Hypertext als Teil des Problemraumes ist, hängt von seiner Struktur und dem Linkdesign ab. Strukturell sind gegliederte, hierarchisierte Hypertexte, die mit Übersichtsbrowsern usw. arbeiten, transparenter als ungegliederte Hypertexte ohne Übersichten. Beim Linkdesign ist die Unterscheidung in typisierte und nicht typisierte Links wichtig. Wird benannt, wozu der Link dient, ist das Lernmaterial transparenter. Im Rahmen der Knotengestaltung ist zu prüfen, ob der Hypertext eher kurze, bildschirmgroße Informationseinheiten haben soll oder ob er auch längere Inhalte enthalten kann. Kurze Knoten sind oft stark verlinkt und damit unübersichtlich, denn was nicht auf den Bildschirm passt, wird mitunter einfach ausgelagert. Dafür ist oft mit einem Blick das Wesentliche zu erkennen – was den Überblick fördert und wodurch vermieden wird, dass längere Texte halb gelesen und halb verstanden wieder verlassen werden, um einer neuen Anregung zu folgen.

Diese Auswahlkriterien von Hypertext betreffen alle die Gestaltung des Lernmaterials, da es in diesem Kapitel um die Gestaltung des Problemraumes sozusagen von „technischer“ Seite aus geht. Methodische Fragen dazu, wie über *den Inhalt, die Methoden und das Ziel* der Schwierigkeitsgrad reguliert werden kann, sind Kernthema des Teiles C.

#### Operatoren eines Problemraumes beim Lernen mit Hypertext

Operatoren sind die Verfahren, mit denen am Hypertext gearbeitet werden kann. Je nachdem, welche Variante eingesetzt werden soll, ist auch das dafür notwendige „Handwerkszeug“ entweder bereitzustellen oder vorzubereiten. Das heißt, wenn der Hypertext über Suchfunktionen verfügt, nutzt das nur etwas, wenn die Lernenden mit den Suchfunktionen umgehen können. Wichtige Kriterien sind hinsichtlich der Verfahren, ob zum Verwenden des Hypertextes erst bestimmte Voraussetzungen geschaffen werden müssen, ob die Verfahren sicher wirken, einen breiten oder eher engen Anwendungsbereich haben und ob sie wieder rückgängig gemacht werden können.

- **Bedingtheit:** Mitunter sind zum Lernen mit Hypertext erst die Lernvoraussetzungen vorzubereiten, die ausgehend von dem Hypertextdesign wichtig sind (Bedienfähigkeit der Software) und die ausgehend von dem Problemtyp als Denkleistungen von den Lernenden her nötig sind. Die Verfahren des Denkens sollten möglichst überschaubare und prüfbare Bedingungen haben, damit die Lernenden sie sicher handhaben können. Geeignet wäre ein Vorgehen, bei dem zuerst die Verfahren geübt werden, bei denen nur wenige Vorbedingungen beachtet werden müssen. Vor der Arbeit mit Hypertext sollte daher durchaus eine Bedingungsanalyse gemacht und die geeignete Ausgangsbedingung eventuell schrittweise vorbereitet werden. Vorschläge dazu gibt es in Teil C.
- **Wirkungssicherheit:** Sie ist bei den verschiedenen Verfahren unterschiedlich. Die Verfahren, die zur Verwendung der Software nötig sind (Bedienfähigkeit), sind sehr wirkungssicher. Auch die Methoden des Denkens können so ausgebildet werden, dass sie relativ sicher wirken. Dazu sollten die Verfahren einerseits den Inhalt offen lassen, andererseits aber für bestimmte Problemfragen geeignete Lösungswege anbieten. Solche Verfahren werden im Kapitel 5 vorgestellt.

- **Wirkungsbreite:** Die Verfahren zum problemlösenden Lernen mit Hypertext sollten sowohl im technischen als auch im kognitiven Bereich eine mittlere Bandbreite haben, also weder so speziell sein, dass sie nur für eine Situation geeignet sind noch so breit, dass sie zwar immer eingesetzt werden können, aber an sich zu „schwammig“ sind, um damit zu arbeiten.
- **Reversibilität:** Sowohl die Denkverfahren als auch die Handlungen am Hypertext lassen sich rückgängig machen. Problemlösen bedeutet immer auch Probehandeln im Kopf – und da gibt es ein „Zurück“. Im Hypertext bieten Sicherungsfunktionen wie Speichern oder das Setzen von Lesezeichen die Möglichkeit, einem gewünschten Ausgangspunkt wieder zu finden.

### ***Hypertextnutzung entsprechend der Fragearten***

Während mit den Konstellationen und Operatoren die Problemsituation beschrieben wurde, geht es bei der Frageart um die Verbindung einzelner Denkhandlungen. Beim Lernen mit Hypertext ist grundsätzlich jede der beschriebenen Fragearten möglich. Dabei sind einige Fragearten eher leicht zu beantworten, andere eher schwer. Das hängt davon ab, wie viele Ausgangsbedingungen beim Suchen der Antworten im Auge behalten werden müssen. Am kompliziertesten sind jene Problemkonstellationen, in welchen Ziel- und Wegfragen geklärt werden müssen. Das Vorgehen entsprechend der Frageart macht die Denkhandlungen an der Struktur der Frage fest und lässt den Inhalt frei. Begründungen beispielsweise können also in ähnlicher Weise durchgeführt werden, egal ob es um den Winterschlaf der Igel oder um das Leuchten einer Kerze geht. Damit erhalten die Lernenden die nötige Freiheit, um die geeigneten Inhalte im Hypertext zu recherchieren, und die nötige Hilfe, um einzuschätzen, ob sie zur Beantwortung der Frage nützlich sind.

Beim Vorgehen entsprechend der Frageart werden solche Operationen verbunden, die in vielen Situationen gültig sind. Sie bestehen aus Teiloperationen, die entsprechend der konkreten Problemsituation zusammengesetzt werden können.

Das Vorgehen entsprechend der Frageart kann je nach Anforderung der Problemsituation gezielt eingesetzt werden. Hilfreich ist, dass die Verfahren aus einfachen, kombinierbaren Teilen bestehen, so dass ihre Wirkung durch die Auswahl und Kombination der Komponenten gut gesteuert werden kann.

### **3.3.4. Die inneren Bedingungen beim Problemlösen – die elementaren kognitiven Prozesse**

#### ***Was wird unter elementaren Denkprozessen verstanden?***

Während bisher von außen auf geeignete Bedingungen zum Problemlösen geschaut wurde, wird im folgenden Punkt der Schritt zu den inneren Bedingungen des Problemlösens vollzogen – zu den Bedingungen, die Lernende mitbringen sollten, um Probleme erfolgreich lösen zu können.

Allein die Bedingungen zu berücksichtigen, die durch die Grob- und Feinstruktur des Problems oder durch die Art seiner Frage gegeben sind, bleibt schematisch und ungenügend. Gerade für Pädagog/innen ist es wichtig, die Voraussetzungen zu betrachten, die von den Lernenden mitgebracht werden. Diese Voraussetzungen auf heuristischer Ebene werden hier als innere Bedingungen beim Problemlösen bezeichnet, weil sie nicht vom Problem aus zu sehen, sondern in den beteiligten Personen angelegt sind. Im Zentrum der Auseinandersetzung stehen dabei die elementaren kognitiven Prozesse, über die ein Lernender / eine Lernende verfügt. Elementare kognitive Prozesse sind die Bausteine, aus denen heuristische Verfahren (Operationen) zusammengesetzt werden. Es sind die Prozesse, mit denen die Wissensstruktur zum Problemlösen sozusagen „in Arbeit“ gebracht wird (vgl. 3.3.1).

Es gibt verschiedene Theorien, was zu den elementaren Denkprozessen zu zählen ist<sup>49</sup>. Folgend werden die Relationen der ES als entscheidende kognitive Prozesse beim Lernen mit Hypertext betrachtet, da sie die „Wege durch das Wissen“ sind.

Um zwischen den Relationen, den Denkprozessen und den Strategien zu unterscheiden, soll das Bild des Weges dienen. Die Wege, die durch das Wissen möglich sind, sind die Relationen. Sie bilden zwischen den Wissensbestandteilen ein Wegenetz. Den Kompass, der durch dieses Wegenetz leitet, bilden die Suchstrategien (Heuristiken). Die elementaren kognitiven Prozesse sind die Einzelschritte, die spontan auf einem Weg gemacht werden können. Ihre Verbindung zu einer Schrittfolge und die Lenkung in eine bestimmte Richtung erfolgt durch gewohnte Routinen oder beim Problemlösen durch die Lösungsstrategien.

Die elementaren Denkprozesse sind typisch für menschliches Informationsverarbeiten und können als grundlegende und spontan verfügbare Tätigkeiten beim Umgehen mit Wissen verstanden werden. Sie werden mehr oder weniger bewusst ausgebildet – indem etwas gezeigt, erklärt, beobachtet, erlebt und in die Wissensstruktur eingeordnet wird. Sie können spontan geleistet werden, weil sie fest gespeichert sind. Das betrifft Situationen, in denen innerhalb der Teil-Ganzes-Hierarchie gedacht wird. Denktätigkeiten auf der Abstraktheitshierarchie sind demgegenüber nicht fest gespeichert und müssen immer wieder neu berechnet werden.

Als Strukturen, auf denen dieses Wegenetz basiert, wurden oben ausführlich die Abstraktheitshierarchie, die Teil-Ganzes-Hierarchie und die Struktur der räumlichen, zeitlichen und raumzeitlichen (kausalen) Beziehungen zwischen Begriffen vorgestellt. Aufbauend auf dem unter 3.2.3 beschriebenen Modell von DÖRNER (1979) lassen sich je nach Bewegungsrichtung innerhalb der Hierarchie vier hierarchische Denkprozesse unterscheiden:

Hinzu kommen die Denkprozesse, die auf der raum-zeitlichen Struktur des Gedächtnisses aufbauen. Dazu zählen die kausalen Beziehungen, welche vor allem für das Begründen und das Folgern wichtig sind.

### ***Wozu sind die elementaren Denkprozesse wichtig?***

Lernende im Schulalter haben bereits eine Wissensstruktur aus Knoten und Relationen erworben und bringen diese (zusammen mit ihrer heuristischen Struktur) sozusagen als Eigen- und Startkapital in den Unterricht mit. Ihre Wissensstruktur ist sicher mit verschiedenen Inhalten ausgefüllt, aber sie basiert auf den eben genannten Beziehungen. Werden bestimmte Beziehungen hergestellt, zum Beispiel die Beziehung „ist Oberbegriff von“, dann wird ein Denkprozess in Gang gesetzt – das Abstrahieren – und mit ihm wird ganz gezielt auf die Knoten orientiert, die in der Abstraktheitshierarchie *über* dem Ausgangsknoten liegen. Damit ist bereits eine wichtige Funktion von Denkprozessen genannt: Mit ihnen können Wissensinhalte gezielt aufgerufen werden. Und das ist sowohl im Kopf als auch im Hypertext wichtig, denn in beiden netzartig strukturierten Speichern sind nie alle gespeicherten Inhalte gleichzeitig aktiv.

---

<sup>49</sup> LOMPSCHER (1972) unterscheidet als elementare kognitive Prozesse:

- Zergliedern (Teile eines Sachverhaltes erkennen)
- Eigenschaftsanalyse (Eigenschaften eines Sachverhaltes erkennen; raum-zeitlich-kausale Beziehungen)
- Vergleichen, Ordnen, Abstrahieren (wesentliche Eigenschaften erfassen)
- Verallgemeinern (Eigenschaften, die mehreren Sachverhalten gemein sind, erfassen)
- Klassifizieren, Konkretisieren

DÖRNER (1979, S. 112–115) kritisiert an den von LOMPSCHER zusammengestellten elementaren Prozessen, dass sie einerseits zwar hohen Erklärungswert besitzen, aber für eine einfache Ursache-Wirkungs-Analyse zu sehr verschachtelt sind.

Mit dem selben Prinzip können Wissensinhalte nicht nur gezielt aufgerufen werden, sondern auch verbunden und geordnet. Ist beispielsweise ein Vortrag auszuarbeiten, dann können mit Hilfe der Denkprozesse die einzelnen Aussagen zu einem verständlichen Ganzen komponiert werden. Eine Variante dafür wäre, dem Denken vom Allgemeinen zum Konkreten zu folgen.

Relation	Denkprozess
Abstraktheitshierarchie aufsteigend	Abstrahieren: Bilden von Oberbegriffen bzw. Einordnen (Erkennen) neuer Informationen als Oberbegriff
Abstraktheitshierarchie absteigend	Konkretisieren: Bilden von Beispielen bzw. Einordnen neuer Informationen als Beispiel
Teil-Ganzes-Hierarchie aufsteigend	Synthetisieren: Verbinden von Teilen zu einem Ganzen bzw. Einordnen von Informationen als Ganzes
Teil-Ganzes-Hierarchie absteigend	Analysieren: Zerlegen eines Ganzen in seine Einzelteile bzw. Einordnen von Informationen als Teilaspekte eines Ganzen

Abb. 10: Relationen und Denkprozesse

Hier wäre das Konkretisieren das entscheidende Strukturprinzip. Diese und andere Kompositionsprinzipien werden weiter unten genauer vorgestellt. Ist nicht das eigene Gedächtnis der Suchraum, sondern zum Beispiel ein Hypertext, können die Denkprozesse gezielt eingesetzt werden, um bestimmte Informationen zu finden und zu erkennen.

Wie beim Arbeiten mit dem eigenen Wissensvorrat können die Denkprozesse auch beim Arbeiten mit externen Informationsquellen zum Ordnen gefundener Inhalte genutzt werden. Dabei gelten die gleichen Strukturprinzipien.

Auf die Metaebene der Informationsverarbeitung beim selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen bezogen, unterstützen die Denkprozesse vor allem:

- das systematische Suchen von Inhalten: Wird systematisch nachgedacht, also bewusst abstrahierend oder bewusst konkretisierend, dann kann während der Informationssuche die Aufmerksamkeit gelenkt werden.
- das systematische Herstellen von textinternen und textexternen Beziehungen zwischen Begriffen: Die Denkprozesse können während der Problemlösung helfen, im Gedächtnis / im Hypertext Inhalte gezielt zu ordnen beziehungsweise umzuordnen. Dann wirken sie als verarbeitende, einordnende Strategien. Sie unterstützen eine kontinuierliche und nachvollziehbare Sinnentfaltung.
- das systematische Einschätzen von Inhalten: Das geschieht dabei nicht inhaltlich, sondern strukturell. Entscheidend ist die Frage, ob die gefundene Information beziehungsweise der gefundene Wissensbaustein einem bestimmten Strukturprinzip (ein Beispiel für etwas sein, ein Teil von etwas sein ...) entspricht.

Wie durch diese Denkprozesse Inhalte systematisch geordnet werden können, wird folgend ausgearbeitet. Dazu wird der Denkfaden aufgenommen, der im Kapitel 3.2.3 ausgelegt wurde, denn es wird direkt an die Wissensstruktur angeknüpft. Während dort im Mittelpunkt stand, in welchen Strukturen Wissensinhalte im Gedächtnis gespeichert sind, wird nun der Blick darauf ge-

richtet, wie man sich innerhalb der Strukturen bewegen und dadurch Inhalte aktivieren und nutzen kann. Diese Gedanken wurden bereits im Kapitel 3.2.3 unter den Teilabschnitten zur didaktischen Bedeutung der einzelnen Strukturen vorbereitet. Während es dort darum ging, welche Bedeutung die ES für die Unterrichtsplanung und -gestaltung haben kann (Basis für Unterricht, der auf exemplarisches Lernen aufbaut oder flexibles Denken anregt), wird es folgend darum gehen, wie man sich die elementaren kognitiven Prozesse in entsprechenden Lernsituationen vorstellen kann.

### **Wie können die Denkprozesse den Relationen der Abstraktheitshierarchie folgen?**

Denkprozesse auf der Abstraktheitshierarchie sind Klassifikationen. Sie sind in zwei Richtungen möglich: Wird der Abstraktheitshierarchie nach oben gefolgt, dann geht es darum, einen Oberbegriff zu finden und dazu Merkmale zu reduzieren. Das ist beispielsweise wichtig, wenn ein Thema / ein Titel für eine Arbeit gefunden werden soll. Die andere Richtung zielt auf Beispiele. Um diese zu finden, muss der Oberbegriff mit Merkmalen angereichert werden.

#### Abstrahieren – Folgen der Abstraktheitshierarchie nach oben

Beim Abstrahieren sollen zu einem Sachverhalt Oberbegriffe gefunden werden. In der Regel geschieht das ohne bewusste Überlegungen. Mitunter ist es jedoch wichtig, systematisch nach Oberbegriffen zu suchen. Die Schwierigkeit besteht dabei darin, dass ein Phänomen der Wirklichkeit unter verschiedene Oberbegriffe eingeordnet werden kann. Feuer beispielsweise kann betrachtet werden als Beispiel für einen physikalischen Prozess, als eine Möglichkeit zur Erzeugung von Wärme und Gemütlichkeit oder als Gefahr.

Welche Sichtweise auf das Feuer gewählt wird, welcher Aspekt in den Vordergrund rückt oder welcher zurücktritt, das ist die Entscheidung derer, die mit dem Sachverhalt – denkend – umgehen. Die Zuordnung zu einem Oberbegriff ist daher auch situations- und interessenbedingt. Indem durch den Blick des Menschen auf ein Phänomen bestimmte Aspekte herausgehoben werden, wird die Vielzahl der Aspekte eingeschränkt. Das geschieht, indem während der Abstraktion bestimmte Merkmale eines Sachverhaltes aus der Betrachtung ausgeklammert werden. Betrachtet man Feuer beispielsweise aus der Sicht der Malerei, treten Aspekte wie Farbe und Form in den Vordergrund und drängen Aspekte der physikalischen Abläufe zurück. Die Leerstellen, die dabei erzeugt werden, sind abhängig von der Blickrichtung, aus der auf den Sachverhalt, den Gegenstand, das Ereignis geschaut wird. Begriffe, die weit oben in der Abstraktheitshierarchie angelegt sind, unterscheiden sich von konkreten Begriffen dadurch, dass sie *mehr* freie „Leerstellen“ aufweisen.

Für eine bewusste und systematische Klassifikation empfiehlt ECKERLE (1987, S. 127) folgendes Vorgehen:

1. Zielanalyse – Was soll durch die Abstraktion erreicht werden?
2. Richtungsbestimmung – Welche Merkmale bestimmen die Sicht, aus der ich auf den Sachverhalt schaue?
3. Prozesskontrolle – Passt der gefundene Oberbegriff? Welche Merkmale hebe ich für den beobachteten Sachverhalt hervor und welche vernachlässige ich, indem ich unter diesen Oberbegriff ordne?
4. Ergebniskontrolle – Passen die mir wichtigen Kriterien des Ausgangssachverhaltes zu den Kriterien des Oberbegriffs?

Das Abstrahieren gehört zu den ersten Denkprozessen im Prozess der Informationsverarbeitung (siehe 4). Es lenkt die Aufmerksamkeit des gesamten Wahrnehmungsprozesses. Die Klassifikation,

also das durch Abstrahieren Gedachte, ist entscheidend für das, was wahrgenommen wird. Erin-  
nert sei auch hier an den Hinweis, den ECKERLE (1987, S. 93) den Lehrer/innen gibt – die Reduk-  
tionsrichtung (also die Klassifikationsrichtung, durch die die Vielzahl an Aspektierungsmöglich-  
keiten eines Phänomens auf eine oder einige reduziert wird) mit den Lernenden zu thematisie-  
ren.

Abstrahieren dient der Entfaltung von Komplexität. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten:

- Wenn zur Problemlösung ein Thema genauer untersucht werden soll, wird ein bestimmter Oberbegriff gebraucht.
- Wenn aber ein Inhalt aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden soll, werden Grup-  
pen von Oberbegriffen gesucht und so verschiedene Aspekte des Phänomens betrachtet. Ler-  
nen anhand verschiedener Perspektiven basiert ebenfalls auf der Abstraktheitshierarchie. Da-  
bei wird ein Sachverhalt aus verschiedenen (multiplen) Perspektiven – also beispielsweise aus  
verschiedenen wissenschaftlichen Richtungen – betrachtet. Jede Perspektive funktioniert als  
Oberbegriff, in dessen Klasse der Sachverhalt eingeordnet wird. Damit wird ein Sachverhalt  
unter verschiedene Oberbegriffe geordnet. ECKERLE (1987, S. 99) beschreibt dieses Denken als  
Ausbildung von Wissensgruppen: „Eine durch ihren gemeinsamen Bezug auf die gleiche  
Grundsituation gegebene Wissensmenge, für die subjektiv verschiedene Reduktionsweisen  
verfügbar sind, nenne ich eine ‚Wissensgruppe‘.“ Wissensgruppen haben „unter dem  
Gesichtspunkt des Denkverhaltens den Effekt, Umstrukturierungen von Wissensmengen  
einzuüben und der gewohnheitsmäßigen, dem spontanen Denken nahe liegenden  
Aspektierung, die immer einseitig informiert, eine Schwelle entgegenzusetzen“ (ebd.,  
S. 101)<sup>50</sup>. Nach ECKERLE (1987, S. 99) kann diese Sicht dazu dienen, verschiedene Dimensio-  
nen eines Phänomens zu begreifen<sup>51</sup>.

Konkretisieren – Folgen der Abstraktheitshierarchie nach unten

In die andere Richtung gehend kann ein Inhalt durch Beispiele konkreter vorstellbar werden. Wie  
beim Abstrahieren können verschiedene Beispiele zu einem Sachverhalt gefunden werden oder  
ein Sachverhalt kann in verschiedene Beispielsachverhalte aufgeteilt werden. Beim Verfolgen der  
Abstraktheitshierarchie vom Allgemeinen zum Besonderen hin werden „Leerstellen“ mit konkre-  
ten Merkmalen ausgefüllt. Indem ein Inhalt konkretisiert wird, wird ein Begriff in eine Klasse  
eingeordnet, die mehr konkrete Merkmale als ihr Oberbegriff hat. Die Beispiele für den Inhalt  
müssen daher strukturidentisch sein – ihre Merkmale müssen in die Leerstellen des Oberbegriffs  
passen.

Es gibt bei der Einteilung in Unterklassen verschiedene Möglichkeiten. Beispielsweise können  
zwischen den Untergruppen die Merkmale so verschieden sein, dass die Einordnung eine Ent-

---

<sup>50</sup> ECKERLE (1987, S. 100) begründet ihre Hoffnung, durch das Denken in Wissensgruppen zu systematischem,  
kritischem Denken anzuregen, damit, dass Wissensgruppen dem realen Situationserleben nahe stehen. Wie  
dieses alltägliche Erleben bieten Wissensgruppen eine Vielzahl an Detailinformationen. In derart komplexen  
Alltagssituationen ist aber systematisches Denken in verschiedene Richtungen nötig, um Entscheidungen  
prüfen und Wirkungen abschätzen zu können. Das Denken in Wissensgruppen könnte eine Möglichkeit sein,  
systematisches Denken in den Alltag und in alltägliche Entscheidungen hineinzutragen.

<sup>51</sup> Oberbegriffe für Feuer wären z. B.: chemische Prozesse, physikalische Prozesse, Symbole usw. Durch den  
Oberbegriff wird bestimmt, als was etwas angesehen wird. Die Wahrnehmung wird auf diesen Bereich einge-  
grenzt. Die gezielte Suche nach Oberbegriffen kann einer differenzierten, vernetzten Klassenbildung dienen.  
Es kann klar werden, dass Feuer ein Beispiel für Symbole und ein Beispiel für Brennprozesse ist. Die dadurch  
entstehenden verschiedenen Perspektiven/Themen können verfolgt werden, so dass ein komplexer Begriff von  
Feuer entsteht, oder eine Perspektive kann vertieft werden, so dass eine Feuer als Beispiel einer Klasse vertieft  
untersucht wird.

weder-oder-Entscheidung verlangt. Es gibt aber auch Untergruppen, deren Merkmale nicht trennscharf unterschieden werden können, sondern fließende Übergänge zulassen.

Für planvolles und systematisches Konkretisieren schlägt ECKERLE (1987, S. 128) folgendes Vorgehen vor:

1. Zielanalyse: Welches Ziel (Ordnungszweck) hat die Suche nach Beispielen?
2. Beispielanalyse: Welches Einteilungsprinzip liegt den gefundenen Unterklassen zugrunde?
3. Ergebniskontrolle: Dienen die Beispiele dem Ziel (Ordnungszweck)? Wurden die Beispiele zu Recht den Oberbegriffen untergeordnet? Haben sie wirklich die Merkmale des Oberbegriffs?

Wenn ein Inhalt am Beispiel vorgestellt wird, wird er oft klarer und leichter verständlich. Denkt man in diese konkretisierende Richtung immer weiter, entsteht eine Klassifikation in Baumstruktur.

### ***Wie können Denkprozesse der Teil-Ganzes-Hierarchie folgen?***

Synthetisieren und Analysieren sind Denkprozesse, die der Teil-Ganzes-Hierarchie folgen. Ihr Prinzip kann durch einen Vergleich aus der Fotografie gut beschrieben werden. Soll ein Haus so fotografiert werden, dass es in seinem Ganzen mit Türen, Fenstern usw. zu sehen ist, wird eine größere Entfernung gewählt. Die Einstellung ist eher auf das Ganze, auf die Komplexion, gerichtet. Soll aber ein Detail des Hauses fotografiert werden, dann wird das Objektiv genau darauf eingestellt, so dass ein Teil des Ganzen selbst zum Ganzen wird.

Beim Denken ist es nicht die Kamera, durch die die Auswahl getroffen wird, sondern es ist die Aufmerksamkeit des Betrachters/ der Betrachterin. Je nach Bedarf können beim Lernen mehr oder weniger differenzierte Gedächtnisbilder aufgerufen werden. Sie unterscheiden sich in ihrem Auflösungsgrad. Der Auflösungsgrad kennzeichnet die Menge an wahrnehmbaren Einzelheiten. Ein Auflösungsgrad von 0 lässt nur „etwas“ von „nichts“ unterscheiden, Einzelheiten fließen nicht ein. Das Bilden von Ganzen (von Komplexen) verringert den „Auflösungsgrad“ eines Sachverhaltes. Je höher der Auflösungsgrad, umso differenzierter wird der Sachverhalt wahrgenommen (vgl. DÖRNER 1979, S. 19; 1998, S. 115 f.).

#### Synthetisieren – der Teil-Ganzes-Hierarchie zum hierarchisch Höheren folgen

Soll ein Gegenstand bei der Betrachtung in sein Umfeld eingeordnet werden, dann nimmt die Kamera der Aufmerksamkeit mehr von seiner Umgebung mit in den Blick. Der Auflösungsgrad des Gegenstandes wird dabei geringer, weil größer. Die Details werden unscharf. Dafür ist das Umfeld gut zu erkennen. Man kann beispielsweise die „Tasse“ auf dem Frühstückstisch sehen, neben Butter und Brot. Oder man sieht sie als Teil von einem im Stil des Bauhauses designten Services. Oder als Teil der großen Palette keramischer Produkte. Dabei ist das Umfeld, in das die Tasse eingeordnet wird, abhängig vom aktivierten Kontext – vom Oberbegriff.

#### Analysieren – der Teil-Ganzes-Hierarchie zum hierarchisch Niederen folgen

Soll der Gegenstand genauer betrachtet werden, dann wird die Kamera der Aufmerksamkeit sozusagen näher an den Gegenstand herangefahren. Details werden sichtbar. Das Umfeld verschwimmt. Das Detail wird „scharf gestellt“ – auf Kosten des Umfeldes. So wird ein Ganzes kontinuierlich in seine Teile zerlegt. Dabei wird ein Gedanke (ein Sinn) kontinuierlich aufgebaut. Wenn beispielsweise die Lieblingsfrühstückstasse genauer analysiert wird, dann sind es ihre Glasur, die Form ihres Henkels, die Wölbung ihrer Form usw., die genau betrachtet werden – es bleibt aber immer die Betrachtung einer bestimmten Tasse. Der Oberbegriff wird beibehalten. Der Ausgangssachverhalt wird in immer höherer Auflösung/Differenziertheit untersucht. Dazu

wird die Teil-Ganzes-Hierarchie verfolgt. Mit steigendem Auflösungsgrad wächst die Zahl der unterscheidbaren Objekte. DÖRNER empfiehlt in diesem Zusammenhang, den Auflösungsgrad beim Problemlösen zunächst niedrig zu halten und ihn bei Misserfolg im Lösen zu erhöhen (vgl. DÖRNER 1979, S. 19). Welcher Grad an Spezialisierung zum Problemlösen geeignet ist und wo daher in eine andere Abstraktheitsebene übergewechselt wird, hängt vom Anliegen (Ziel) ab.

### **Wie können Denkprozesse den raum-zeitlichen Beziehungen folgen?**

#### Kausales Denken

Raum-zeitliche Relationen werden innerhalb einer Ebene der Teil-Ganzes-Hierarchie durch Betrachtung, Erinnerung, Erzählungen ausgebildet und stellen Erfahrungen oder Weltwissen dar. Sie spinnen den Fäden vom „impliziten“ Inhalt des Sachverhaltes weg zu seinem „expliziten“ Umfang: zu seinem Aussehen, seinen Ursachen, seinen Folgen (vgl. auch EDELMANN 1996, S. 243). Entscheidend für Dinge (sprachlich dargestellt als Nomen/Substantive) sind vor allem räumliche Relationen der Teile zueinander (z. B. die Anordnung der Räder am Fahrzeug). Entscheidend für Vorgänge (sprachlich dargestellt durch Verben) sind vor allem die zeitlichen Relationen der einzelnen Teile zueinander. Zu den raum-zeitlichen-Relationen zählt DÖRNER (1975) auch die kausalen Beziehungen.

In dieser Arbeit stehen von den raum-zeitlichen Beziehungen die kausalen im Vordergrund, weil sie zum Planen und Bewerten wichtig sind. Dabei wird ein komplexes Modell von Kausalität benutzt (siehe 3.2.3).

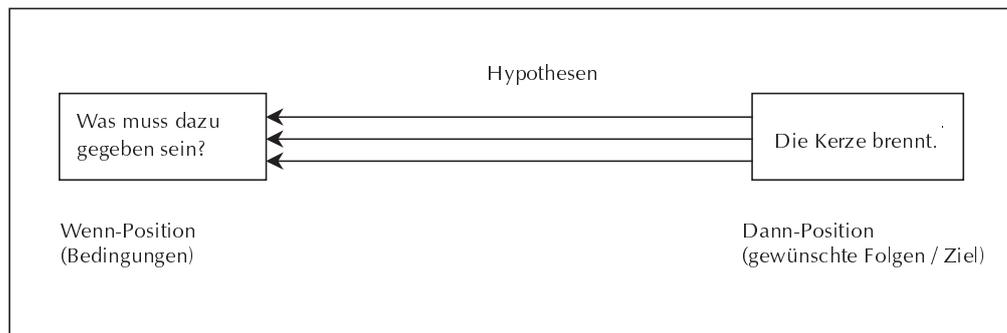


Abb. 11: Denkstruktur beim *Suchen nach* Begründungen

Kausales *Denken* meint, dass im Kopf Zusammenhänge hergestellt werden, die in Wirklichkeit so nicht sichtbar sind, da es in der Wirklichkeit unmöglich ist, gleichzeitig eine Handlung zu planen (vorher) und die Folgen zu erleben (nachher). Beim kausalen Denken kann jedoch eine Handlung (eine Problemsituation, eine Aufgabe, ein Ziel) im Kopf mit den erkennbaren Ursachen und Folgen verbunden werden. Als kausale Denkprozesse werden daher das Folgern und das Begründen angesehen. Das Folgern geht vom Ausgangsgegenstand aus in die Zukunft. Dabei wird der Ausgangssachverhalt in die Wenn-Position gestellt, der zu prognostizierende Sachverhalt tritt in die Dann-Position: „*Wenn* wir ein Lagerfeuer machen, *dann* können wir auch Kartoffeln rösten.“

Dieser Denkbewegung synchron, eben nur in die andere Richtung gehend, funktioniert der Denkprozess des Begründens. Der Ausgangssachverhalt steht in der Dann-Position, gesucht wer-

den Einsetzungen für die Wenn-Positionen. Eine Begründung für ein Feuer kann z. B. sein: „Es brennt, wenn Brennmaterial, eine geeignete Zündtemperatur und Sauerstoff gegeben sind.“

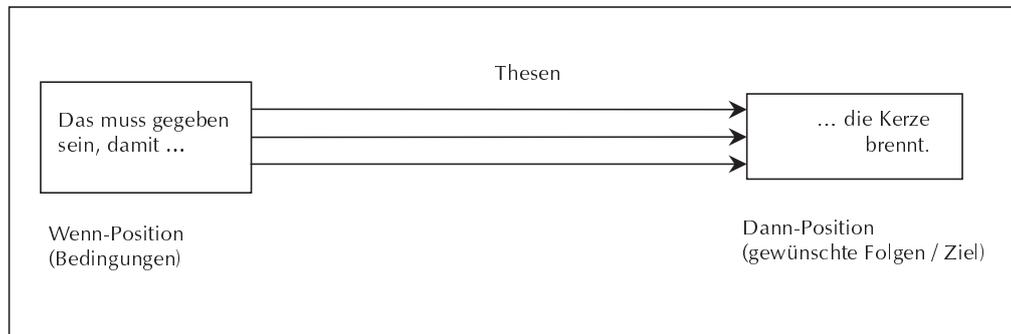


Abb. 12: Denkstruktur beim *Beantworten von Begründungen*

Durch das Denken verschiedener kausaler Zusammenhänge können bei der Handlungsplanung systematisch verschiedene Teilsysteme berücksichtigt werden, die besonders in komplexen Problemsituationen (z. B. bei dialektischen Problemen) aufeinander einwirken. Handlungen können verantwortlich (weil erfolgversprechend) geplant werden.

#### Unterscheidung zwischen Gegenstandsstruktur und Problemstruktur

An dieser Stelle wird der Unterschied zwischen der Struktur des Denkprozesses (nach ECKERLE [1983, S. 41] als Problemstruktur bezeichnet) einerseits und dem Denkergebnis (nach ECKERLE als Gegenstandsstruktur bezeichnet) andererseits besonders deutlich. Mit Problemstruktur wird das beschrieben, was als Denkprozess beim Lernenden abläuft. Als Gegenstandsstruktur wird bezeichnet, wie der zu betrachtende Sachverhalt, der Lerngegenstand, strukturiert ist. Angenommen, jemand soll herausbekommen, warum eine Kerze brennt, dann beginnt er mit dem Phänomen (brennende Kerze) und sucht nach Ursachen. Dabei können strukturell verschiedene, auch für die konkrete Situation nicht geeignete Antworten möglich sein. Die Prüfung erfolgt erst nach dem Aufstellen der allgemein möglichen Theorien.

Die Antwort, die der Lernende geben wird, hat eine andere Struktur. Sie nennt nicht verschiedene Möglichkeiten und prüft diese, sondern gibt das Ergebnis bekannt. Pädagogisch wichtig ist dieser strukturelle Unterschied, um die kausalen Denkprozesse der Lernenden zu verstehen und zu fördern. ECKERLE (1983, S. 41) schreibt dazu:

Die Unterscheidung von Gegenstandsstruktur und Problemstruktur ist didaktisch besonders wichtig. Auf Kategorien der Unterrichtsplanung bezogen entspricht die Gegenstandsstruktur der Analyse des Unterrichtsgegenstandes, die Problemstruktur der Analyse der Schülerarbeit am Gegenstand.

Bei der didaktischen Planung muss daher auf zwei Bereiche geachtet werden – auf das, was als Lernziel gelernt werden soll, und auf das, was während des Lernprozesse gedacht werden könnte, um zu diesem Ziel zu kommen.

#### 3.3.5. Die elementaren Denkprozesse und ihre didaktische Bedeutung beim Lernen mit Hypertexten

Wird einer Hierarchie oder der Kausalität in eine bestimmte Richtung immer weiter gefolgt, erhält man sehr systematische Darstellungen von Wissen bzw. kann man sehr systematisch nach Wissen suchen. Ein Weg dafür läuft entlang der Abstraktheitshierarchie. Dieses Vorgehen gibt

einen Überblick über ein Sachgebiet. Kausale Zusammenhänge oder räumliche und zeitliche werden dabei ausgespart. Der andere Weg folgt nicht der Hierarchie von Ober- und Unterbegriffen, sondern ist an der Hierarchie des Ganzen und seiner Zergliederung in Teile orientiert. Systematisch erforscht und ausgebaut wurde dieses Vorgehen in der „Organizer“-Lehre von AUSUBEL, nach der immer die vorausgehende abstraktere Ebene als *Organizer* für die nachfolgende dient (vgl. DÖRNER 1975, S. 89 f.).

Neben den „reinen“ hierarchischen Such- und Darbietungsformen oder dem schrittweisen Bewegen in eine kausale Richtung existieren viele Mischformen. Diese Mischformen sind besonders dann wichtig, wenn viele verschiedene Informationen von den Lernenden gesucht und/oder miteinander in Beziehung gesetzt werden müssen. Die folgenden zwei Beispiele zeigen solche Lernsituationen. Ausgewählt wurden zwei Situationen, die besonders für selbstgesteuertes Lernen mit Hypertexten typisch sind:

### **Beispiel 1: Exemplarisches Lernen mit Hypertext**

Hypertexte scheinen geeignet, um exemplarische Lernprozesse zu unterstützen. Grund ist, dass im Lernmaterial oft verschiedene Beispiele für einen Oberbegriff angeboten werden.

Exemplarisches Lernen als didaktisches Prinzip hat zum Ziel, Allgemeines am konkreten Beispiel, am Exempel, aufzuzeigen. Unter 3.2.4 wurde das exemplarische Prinzip in seiner dreipoligen Wissensgestalt beschrieben. Diese Wissensgestalt kann durch das systematische Verfolgen der einzelnen Denkprozesse wie folgt aufgebaut werden:

Nehmen wird ein Beispiel, das an der hypermedialen Lernumgebung „Winnie ist Feuer und Flamme“ erarbeitet werden könnte: Die Erarbeitung der physikalischen Abläufe von Brennprozessen. Die Tätigkeiten beim exemplarischen Lernen könnten wie folgt ablaufen:

- Exempel auswählen: Beim allgemeinen Thema „Brennprozesse“ können als Exempel z. B. Lagerfeuer ausgewählt werden. Am Beispiel Lagerfeuer werden Teilaspekte von Brennprozessen (Initiierung des Brandes, der Brand selbst und das Verlöschen/Löschen des Brandes) vertiefend (analysierend) durchgearbeitet.
- Ergebnisse verallgemeinern: Danach wird die Suchrichtung gewechselt: Es wird nicht mehr die Teil-Ganzes-Hierarchie verfolgt, sondern auf der Abstraktheitsebene wird (wieder) ein Schritt nach oben gegangen: Die am Beispiel Lagerfeuer ausgefüllten konkreten Inhalte/Merkmale werden auf den Ablauf von Brennprozessen verallgemeinert.
- Ergebnisse übertragen: Um auch andere Brände nach dem allgemeinen Prinzip des Brennprozesses zu verstehen, wird die Abstraktheitshierarchie wieder nach unten verfolgt. Es werden andere Beispiele für Brennprozesse gesucht – beispielsweise das Brennen einer Kerze.

### **Beispiel 2: Suchen nach Informationen und planendes Vorgehen beim Lernen mit Hypertext**

Es gibt neben dem beabsichtigten und gesteuertem Wechsel der Denkprozesse auch immer die Möglichkeit, ihnen nach spontanem Bedürfnis zu folgen. Besonders beim Lernen mit Hypertext kann dieses unsystematische Vorgehen aber zu Orientierungslosigkeit und zum „lost in hyperspace“ führen. Im Unterschied zu gegliederten Texten sind in Hypertexten die Inhalte nicht nach einem geeigneten Darstellungsprinzip (beispielsweise vom Allgemeinen zum Besonderen) geordnet. Die Nutzer/innen können daher im Text theoretisch ständig zwischen allen Denkprozessen wechseln und zwischen Abstraktheitshierarchien und Teil-Ganzes-Hierarchien beziehungsweise innerhalb dieser zwischen verschiedenen Hierarchieebenen „umherspringen“. Oft wird gar nicht registriert, in welcher Beziehung sich die nacheinander aufgerufenen Informationen zueinander befinden. Werden die Informationen nicht gleich beim Rezipieren geordnet,

dann besteht die Gefahr, dass die Inhalte schlecht eingepägt oder schlecht genutzt werden, weil zwischen ihnen die Zusammenhänge fehlen oder unklar sind. Das Rezeptionsergebnis aus dem Hypertext wäre dann einem strukturlosen Vortrag ähnlich, dem die Hörer/innen nicht mehr folgen können, weil er „durcheinander“ ist. In Teil A wurden diese Schwierigkeiten beim Lernen mit Hypertext als Orientierungsprobleme bezeichnet. Um sie zu bewältigen, sind Strategien zum Umgehen mit Wissen nötig (vgl. Teil A, Kapitel 5 und 6). Die Schwierigkeit, sich in Hypertext zu orientieren, liegt daran, dass die Inhalte nicht (immer) sinnentwickelnd verbunden sind (vgl. Teil A/4.3). Die Sinnentwicklung würde den Relationen der Wissensstruktur folgen und über eine geordnete Folge elementarer kognitiver Prozesse die Inhalte in Arbeit bringen und miteinander in Beziehung setzen. Fehlen in der Hypertextpräsentation diese Gliederungsstrukturen, so müssen die Lernenden selbst kontrollieren, welchen Denkprozess sie gerade vollziehen. Didaktisch bedeutet das, dass Lehrende die Lernsituationen so vorbereiten sollten, dass die Lernenden die elementaren Prozesse ihres Denkens kennen und in ihrer Wirkung verstehen. Die Lernenden müssen in der Lage sein, ihre Aufmerksamkeit vom Inhalt des Hypertextes weg auf ihr Denken zu lenken und einzuschätzen, was sie „gerade gemacht“ haben – Beispiele gefunden, zusammengefasst, Details betrachtet. Sie sollten darüber hinaus in der Lage sein, ihre Denkarbeit mit ihrem Lernziel in Verbindung zu bringen. Das alles sind sehr hohe Anforderungen an Lernende. Sie setzen voraus, dass die Lernenden ihre Aufmerksamkeit immer wieder zwischen Inhalt und Vorgehen wechseln lassen.

### ***Beispiel 3: Systemisches Denken beim Problemlösen mit Hypertext***

Unter 3.2.4 wurde ausgeführt, dass die Ausbildung von raum-zeitlichen und damit kausalen Beziehungen eine wichtige Voraussetzung für systemisches Denken ist. Es gibt allerdings keine separate Fähigkeit „systemisches Denken“. Vielmehr gehört zum systemischen Denken ein Bündel an Fähigkeiten, die es Menschen ermöglichen, komplexe kausale Zusammenhänge zu durchschauen. Als entscheidende Grundfähigkeiten zum systemischen Denken können aber zusammengefasst werden:

- die Fähigkeit zum Diagnostizieren, Identifizieren von Systemen (wie z. B. Fähigkeit zum Denken in vernetzten Strukturen, Fähigkeit zum Denken in Modellen, Fähigkeit zum Denken in Zeitabläufen),
- die Fähigkeit zum Steuern von Systemen.

Kausales Denken bezeichnet die elementaren Denkprozesse, die für das Typische am Problemlösen – für das Wegfinden – nötig sind. Es dient dazu, Folgen abzuschätzen, Ursachen zu erkennen und damit auch dazu, Sachverhalte einzuschätzen, Ziele zu setzen und Lernwege zu planen. In diesem Zusammenhang hat kausales Denken eine Steuerfunktion. Der Blick auf die Folgen einer geplanten Handlung ist beispielsweise wichtig, um ungewünschte Nebenfolgen zu vermeiden. Oft schauen Menschen, die ein Ziel verfolgen, kaum über den Tellerrand ihrer *erwarteten* Ergebnisse (ihres Zieles) hinaus. Andere Folgen – positive wie negative – werden dadurch oft übersehen. Auch die Hypothesen, warum etwas so ist (Ursachen), werden oft nur an einer Variablen festgemacht. DÖRNER (z. B. 1998) illustriert an verschiedenen Beispielen, wie erfolglos, gefährlich und frustrierend Problemlösungen verlaufen, wenn die Suche nach den Ursachen oder das Abschätzen von Folgen nicht gründlich geschieht.

## 4. Der Informationsverarbeitungsprozess

Im vorangegangenen Kapitel wurde die Wissensstruktur vorgestellt, und es wurden im Rahmen der heuristischen Struktur äußere Bedingungen (Problemklassifikation) benannt. Als innere Bedingung wurden elementare kognitive Prozesse erläutert, mit denen nach Lösungen gesucht werden kann. Die sechs beschriebenen Denkprozesse (Abstrahieren, Konkretisieren, Synthetisieren, Analysieren, Folgern, Begründen) können genutzt werden, um Informationen des Hypertextes zielgerichtet zu suchen und um Suchergebnisse sinnentwickelnd miteinander zu verbinden. Sie können gleichzeitig den externen Verbindungen mit dem Vorwissen dienen, indem sie die systematische Einordnung der neuen Information unterstützen und damit den systematischen Aufbau strukturierter Wissensnetze fördern. Damit bieten die elementaren kognitiven Prozesse bereits Grundoperatoren zum Problemlösen an. Jedoch genügen diese elementaren Denkprozesse allein nicht, wenn Wege geplant und Ziele gesetzt werden müssen. Sie bleiben separate Prozesse des Denkens – Einzelbausteine – und geben noch keine Hilfe, um Sachverhalte zu bewerten und die Glaubwürdigkeit und Relevanz von Informationen zu beurteilen. Sie geben keine Hilfe für Wegentscheidungen und Zielentscheidungen. Damit helfen sie beim Lösen dialektischer Probleme nur bedingt. Für Planungen und Bewertungen müssen Verfahren gefunden werden, wie diese Prozesse miteinander kombiniert werden können.

Ehe geeignete Strategien vorgestellt und ausgearbeitet werden, soll an dieser Stelle zusammenfassend überlegt werden, welche Rolle die gezielte Suche und das Einschätzen von Bedeutung und Qualität einer Information bei komplexen Informationsverarbeitungsprozessen spielen und wie sie geleistet werden können.

Der Weg zwischen Eingang der Information und Speicherung des neuen Eingangs als Begriff/Schema in der Wissensbasis wird als Informationsverarbeitungsprozess bezeichnet. Er kann in verschiedene Abschnitte eingeteilt werden. Das hier genutzte Modell stammt von ECKERLE (1987, S. 55 ff.). Es besteht aus drei Teilen, der Wahrnehmung, der Informationsgewichtung und Informationsbewertung. Die beiden letzten Teile bedingen sich gegenseitig oder laufen ineinander verschachtelt ab.

### 4.1. Die erste Phase der Informationsverarbeitung: Wahrnehmung

Wahrnehmung wird hier als kognitiver Prozess verstanden, bei dem neue Informationen durch Klassifikationsleistungen in die kognitive Struktur eingeordnet werden. Die Klassifikation der neuen Information entscheidet, was und wie etwas wahrgenommen wird. Modelle, die das Funktionieren des menschlichen Gedächtnisses so beschreiben, bilden die kognitive Struktur als Netzwerk ab. Ausgehend von Netzwerkmodellen ist einerseits eine große Reduktion der rezipierbaren Informationen möglich, andererseits bleibt das, was wahrgenommen wird, subjektiv bestimmt. Eckerle (1987, S. 64) schreibt dazu:

Wahrnehmung ist eine Konstruktion der Realität, nicht deren sinnlich vermittelter Eindruck.

Nun erzeugen sich die Bilder der Wirklichkeit im Gedächtnis nicht von allein. Damit sie gebildet werden können, braucht der wahrnehmende Mensch vor allem einen gut verknüpften Vorrat an Wissen und Erfahrungen. Zur Klassifikation benutzt er seine bis dahin erworbenen Annahmen über die Welt. Wenn Lernende nur eine Einordnungsmöglichkeit kennen, keine Strategien zum Prüfen besitzen oder Situationen scheuen, in denen bekannte Schemata aufgegeben werden müssen, dann können auch solche Hypothesen aufrecht erhalten werden, die nicht passen und

die geändert werden müssten. Daher sind spontane Wahrnehmungen, wie in den folgenden Schritten beschrieben, gründlich zu verarbeiten und zu prüfen.

Für eine pädagogische Steuerung von Lernprozessen ist es wichtig, dass die Wahrnehmung der Realität subjektiv ist. Oft ist es bei gemeinsamer Arbeit an einem Thema aber günstig, wenn die individuelle Wahrnehmung der Lernenden ähnlich ist. Daher muss bei pädagogischer Tätigkeit die Wahrnehmung gelenkt und die Einordnung geprüft werden. Besonders wichtig ist dies beim Lernen mit Hypertext allgemein und beim Lernen mit Hypertext konkret.

Beim Lernen mit Hypertexten ist die Steuerung der Wahrnehmung wichtig, weil sonst die Sinnentwicklung individuell sehr verschieden sein kann. In Teil A wurde ausgeführt, dass ein Begriff viele Bedeutungen, im jeweiligen Kontext aber nur einen konkreten Sinn hat. Im Hypertext gibt es in der Regel keine kontinuierliche Sinnentwicklung. In welchem Zusammenhang ein Begriff eingeordnet wird und unter welchem Oberbegriff er verwendet werden soll, entscheiden die Nutzer/innen. Für exemplarische Lernprozesse ist z. B. die Steuerung der Wahrnehmung wichtig, weil der gemeinsame Oberbegriff, die gemeinsame Einordnung, Teil des exemplarischen Prinzips ist. Wird beispielsweise das Kaninchen nicht wie beabsichtigt als Haustier wahrgenommen, sondern als Nutztier, dann können daran nicht die Merkmale eines Haustieres exemplarisch erarbeitet werden. Daher ergänzt ECKERLE (1987, S. 93) die Steuerung der Wahrnehmung zu den von WAGENSCHNEIDER (1963) formulierten Elementen exemplarischer Unterrichtssituationen: Gründlichkeit, Selbständigkeit, ergriffenes Ergreifen, genetisches Verfahren, erwartende Aufmerksamkeit. Sie schreibt:

Den von Wagenschein genannten [...] Merkmalen eines exemplarischen Unterrichts füge ich daher ein weiteres, die Explizitheit der exemplarischen Absicht, hinzu. Die Lehrerin sollte die in ihrer didaktischen Absicht liegende Reduktionsrichtung der exemplarischen Arbeit mitteilen und entsprechend auch den Schülern Begrifflichkeit, Konfliktgehalt, Denkkumgebung und Bewertungsalternativen des angebotenen kategorialen Schemas erläutern.

## **4.2. Die zweite Phase der Informationsverarbeitung: Informationsgewichtung**

Die zweite Phase, die Informationsgewichtung, kann mit der dritten Phase, der Informationsprüfung, als kombinierter Weg beschrieben werden (ECKERLE 1987, S. 81). Am Ende dieses kombinierten Weges (Gewichtung/Prüfung) kann man sich eine Schranke denken. Bei positivem Ergebnis von Informationsgewichtung und Informationsprüfung öffnet sich die Schranke, und der Weg hin zum Einordnen der Information in die kognitive Struktur ist frei. Bei negativem Ergebnis bleibt die Schranke geschlossen. Die Information wird nicht weiter verarbeitet.

Nachdem in der ersten Phase eine Information überhaupt verfügbar – wahrgenommen – wurde, wird in der zweiten Phase die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Sinn der Information gelenkt. Es wird festgestellt, wie wichtig sie ist. Wie geschieht das?

Angenommen, ein Mensch sieht etwas in einem Garten. Es bewegt sich. Es ist klein, aber die Größe variiert, wenn es sich bewegt. Es ist rötlich und gelb. Es frisst Holz. Es ist heiß. Es raucht.

Heute werden die meisten Menschen das Etwas als Feuer erkennen können. Sie wissen, es ist kein Tier und keine Zauberei. Die Klassifikation ist geglückt, die Hypothesen sind verfügbar, gewohnt, relativ sicher – das Etwas wurde als Feuer wahrgenommen. Nun wird das Feuer in andere Zusammenhänge gestellt, auch in Handlungszusammenhänge. Und diese beeinflussen den Gang der Informationsverarbeitung erheblich.

Angenommen, das Feuer wird von zwei Autoinsassen in einem Garten bemerkt. Der erste klassifiziert es als Lagerfeuer. So etwas sieht er oft. Und wenn es keines wäre, das wäre schlimm. Dann

müsste angehalten, nachgeschaut, Hilfe geholt werden. Dabei hat man es eilig. Der Beifahrer denkt nicht an Lagerfeuer. In seinem Garten hat es schon einmal gebrannt. Was, wenn das hier auch so wäre? Er widerspricht dem Fahrer aber nicht, der ihm das Feuer als „Lagerfeuer“ zeigt.

Was ist passiert? Beide haben das Gesehene als Feuer wahrgenommen. Sie haben das Unbekannte mit anderem vorhandenem Wissen in Beziehung gesetzt und in bestehende Schemata eingeordnet. Der Fahrer hat verschiedene Schemata, in denen Feuer vorkommt – gefährliche und harmlose. Im Beispiel aktiviert er ein ungefährliches. Er muss daher nicht eingreifen und kann weiterfahren. Der Beifahrer hat ein gefährlicheres Schema vor Augen. Aber er nutzt es nicht. Er findet es nicht bedeutsam.

Bei beiden wird das Ergebnis der ersten Phase ihrer Informationsverarbeitung verschieden gewichtet. Das Gewicht, das die Information in der zweiten Phase erhält, ist hier abhängig davon:

- ob überhaupt verschiedene Schemata vorliegen beziehungsweise als wahrscheinlich angesehen werden. Der Fahrer ordnet das Feuer sofort als Lagerfeuer ein, da ihm ein Brand gar nicht in den Sinn kommt.
- welche Folgen von dieser Einordnung erwartet werden. Während der Fahrer nur ein Schema aktiviert, muss der Beifahrer aus seinem spontanen und dem des Fahrers auswählen. Er übernimmt die vom Fahrer vorgeschlagene Einordnung, möglicherweise, weil sie weniger unangenehme Folgen hat. Würde er widersprechen, müsste er den Fahrer dazu bringen, den Brand zu löschen, zu melden ...

*Gewicht* erhält eine Information aus den verfügbaren (aktivierten) vorhandenen Wissensbeständen und aus den subjektiv gedachten Folgen mit ihren Anreiz- und Erwartungswerten (ECKERLE 1987, S. 65 f.). Geeignete Bedingungen für eine der Situation angemessene Informationsgewichtung sind dann gegeben, wenn die Relationen in den Wissensbeständen gut ausgebildet sind, so dass man verschiedene Kontexte zu einem Inhalt denken kann und nicht auf ein Schema festgelegt ist. Und wichtig ist die Fähigkeit zum Denken von Folgen und Nebenfolgen.

### 4.3. Die dritte Phase der Informationsverarbeitung: Informationsprüfung

Gemeinsam ist bei Fahrer und Beifahrer, dass sie ihre Informationsverarbeitung nicht bewusst prüfen. Sie benutzen ein Schema, mit dem sie der Situation Sinn zuweisen. Dabei kontrollieren sie nicht, ob es wirklich passt. Der Fahrer wird durch seine Eile verleitet, doch recht dogmatisch eine ungefährliche Situation anzunehmen. Der Beifahrer prüft sein Schema nicht, um sich nicht zu streiten – hart gesagt, aus Konformismus. Aber was wäre die Alternative?

Kritisches Denken und Handeln, das abwägt, bei dem geprüft wird, ob das Feuer wirklich ein Lagerfeuer ist. Dafür spräche z. B., wenn Menschen zu sehen wären, die um das Feuer stehen oder sitzen, sich unterhalten oder vielleicht singen. Dagegen spräche, wenn sich das Feuer schnell ausbreitet und kein Mensch in der Nähe ist. Diese Art des Denkens aktiviert Wissen auf der Teil-Ganzes-Hierarchie über die angenommene Situation – beispielsweise für ein Lagerfeuer – und prüft, ob es zur beobachteten Situation passt. Diese Art der Prüfung wird von ECKERLE (1987, S. 82) im Rahmen des Informationsverarbeitungsprozesses als Korrespondenz-Prüfung<sup>52</sup> beschrieben. Sie ist so angelegt, dass eine neue Information mit der Frage geprüft wird: „Was

---

<sup>52</sup> Die Alternative wäre die Informationsprüfung durch „Konsistenzbeurteilung“. Bei einer *Konsistenzprüfung* sollen das neue und das vorhandene Wissen konsistent – zueinander passend – sein. Eine passende Frage wäre z. B. „Weiß ich etwas, was zum neuen Wissen in Widerspruch steht?“ ECKERLE (ebd.) kritisiert an der Konsistenzprüfung, dass durch sie neues Wissen benachteiligt und zurückgewiesen werden kann.

müsste sein, wenn die Information zuträfe?“ Die zu fordernden Beobachtungen sollten den tatsächlich zu beobachtenden entsprechen (mit ihnen korrespondieren).

#### **4.4. Didaktische Überlegungen zum Informationsverarbeitungsprozess**

Menschliche Informationsverarbeitung baut auf auswählendem und einordnendem Denken auf. Es geht nicht darum, alle Informationen in sich aufzusaugen, die angeboten werden. Es geht um Auswahl und Einordnung. Daher sind besonders beim selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen in komplexen und unübersichtlichen Strukturen solche Strategien wichtig, durch die Lernende Sicherheit beim kritischen Prüfen und Verarbeiten von Informationen entwickeln. Sie sollen kein dogmatisches Informationsverhalten ausbilden, bei dem vor allem solche Informationen aufgenommen werden, die mit bereits bestehenden Überzeugungen übereinstimmen. Sie sollen auch nicht Informationen danach aussuchen, ob sie sozial akzeptiert und übernommen werden, um mit dem sozialen Umfeld konform zu gehen und Konflikte zu vermeiden (zu dogmatischem und konformistischem Informationsverhalten siehe ECKERLE 1987, S. 74). Maßstab der Entscheidung für oder gegen eine Information sollte die gründliche und kritische Prüfung der Pro- und Kontraargumente sein. Nötig sind dazu Strategien zum Bewerten und Beurteilen von Glaubwürdigkeit und Relevanz von Informationen. Dazu benötigen die Lernenden vor allem Sicherheit im Klassifizieren, um neue Inhalte einzuordnen. Sie müssen zu den Begriffen/Schemata Teilaspekte denken können („Was gehört zum Lagerfeuer?“). Dazu benötigen sie die Teil-Ganzes-Hierarchie, und sie benötigen die Fähigkeit zum Folgern und zum Finden von Ursachen. Bis dahin genügen die elementaren kognitiven Prozesse. Wenn es aber um das Bewerten von Sachverhalten und um die Entscheidung zwischen verschiedenen Handlungsmöglichkeiten geht, müssen die Lernenden in der Lage sein, diese elementaren kognitiven Prozesse sinnvoll miteinander zu verbinden. Die Kombination der Einzelprozesse macht den Problemraum für die Lernenden unübersichtlicher. Schon der ständige Wechsel zwischen Inhaltsebene und Planungsebene auf der einfachen Ebene der elementaren Prozesse kann die Lernenden verwirren oder überfordern.

## 5. Heuristische Strategien zum problemlösenden Lernen mit Hypertext

### 5.1. Funktion und Struktur

Im Kapitel 3.3.1 wurde die heuristische Struktur als „mehr oder minder festgefügte Aneinanderreihung von elementaren kognitiven Prozessen“ (DÖRNER 1975, S. 90) beschrieben. Durch die Verbindung der elementaren kognitiven Prozesse werden die heuristischen Strategien (Heurismen) gebildet. Sie sind „komplexere Verfahren der Informationssuche bzw. des Informationsgewinns, die in strukturell verschiedenartigen Problemsituationen Lösungen oder Lösungsvorteile ermöglichen“ (KÖSTER 1994, S. 27).

Für orientierungssicheres Lernen mit Hypertext wären in Fortsetzung der bisherigen Ergebnisse die elementaren kognitiven Prozesse so zu verbinden, dass sie ein systematisches Umgehenkönnen mit Wissen ermöglichen. Wichtig ist dabei, die heuristischen Strategien nach ihrer Komplexität zu unterscheiden. Diese Überlegung baut auf der Annahme auf, dass die Ausbildung heuristischer Strategien ein langsam aufbauender Prozess ist, bei dem es sozusagen „einfachere“ Grundlagen und „komplexere“ Aufbaustufen gibt. Das bedeutet, dass die elementaren kognitiven Prozesse so zusammengesetzt sind, dass sie einfache Strategien bilden, die je nach Problemforderung zu komplexeren zusammengesetzt werden können.

In Erinnerung an das Typische von Problemsituationen heißt das: Problemlösestrategien dienen der Verbindung einzelner Denkschritte zu einem Weg und somit dem Suchen des Lösungsweges.

### 5.2. Fragearten als Heurismen

Oft sind die Heurismen losgelöst vom Inhalt. Sie dienen dazu, den Problemraum, in dem nach Lösungen gesucht wird, größer zu machen oder einzuschränken. Sie helfen beim Vorwärts- oder Rückwärtsplanen, sie dienen dazu, bereits erfolgreich genutzte Verfahren zu erkennen und erfolglose Verfahren auszuschließen usw.<sup>53</sup> Beim Lernen mit Hypertexten sollten die Heurismen noch eine zusätzliche Eigenschaft haben – sie sollten auch die inhaltliche Aufmerksamkeit lenken, um die Auswahl und Prüfung von Informationen zu unterstützen. Ein Beispiel für heuristische Strategien, die auf formale Weise die inhaltliche Aufmerksamkeit der Problemlöser/innen lenken, ist das Vorgehen entsprechend der Frageart.

Dieser Gedanke wurde im Zusammenhang mit den äußeren Bedingungen, die Problemsituationen kennzeichnen, bereits vorgestellt (vgl. 3.3.2). Dort wurde der Aspekt der Frageart zu den Theorien von DÖRNER ergänzt, weil auch durch die Art der Problemfrage die Lösungssuche gelenkt wird. Grundannahme war, dass die meisten Problemfragen zu bestimmten Fragetypen zusammengefasst werden können. Durch die zugrunde liegende Art der Frage wird die Suche nach einer Antwort in eine bestimmte Richtung gelenkt. Werden z. B. Prognosen benötigt, dann drängt die Frage danach, dass Folgen beachtet, dafür Ursachen und Bewertungen ausgeklammert werden.

Die weiterhin vorgestellten Lösungsschritte entsprechend der Frageart können als heuristische Strategien betrachtet werden, denn ihre Basis sind die im spontanen Denken angesiedelten kognitiven Prozesse. Im Unterschied zu den elementaren kognitiven Prozessen dienen die heuristi-

---

<sup>53</sup> DÖRNER (1998, S. 234 ff.) stellt in seinem leicht verständlichen Buch „Die Logik des Mißlingens“ verschiedene Strategien an lebensnahen Beispielen vor.

schen Strategien nicht dem Aufrufen oder Einordnen von Informationen. Sie sind vielmehr der Plan, nach dem das Denken gesteuert wird.

Für Lernprozesse mit Hypertext wird ein Vorgehen entsprechend der Frageart als geeignetes heuristisches Vorgehen angesehen, weil:

- die inhaltliche Aufmerksamkeit der Problemlöser/innen gelenkt wird. Damit soll vor allem der Gefahr der Orientierungslosigkeit im Hypertext vorgebeugt werden. Dieses inhaltliche Lenken ist aber nicht auf konkrete Inhalte orientiert<sup>54</sup>, sondern auf die Beziehung zwischen dem gesuchten Inhalt und dem Ausgangssachverhalt. Damit erhalten Problemlöser/innen Kriterien zur Auswahl neuer Inhalte auf überinhaltlicher und damit vergleichbarer Ebene und also Unterstützung bei Auswahl und Prüfung von Informationen.
- eine stufenweise Entwicklung des Lernprozesses unterstützt wird, da die Lösungsschritte aus einfachen Strategien bestehen, die zu komplexeren zusammengesetzt werden können.
- systematisches (nachvollziehbares und wiederholbares) Denken gefördert wird. „Problematische Fragen“ drängen nicht nur in eine bestimmte Richtung, sondern es gibt wissenschaftstheoretisch begründete Lösungsschritte, was besonders für das Lösen dialektischer Probleme von Vorteil ist (vgl. 3.3.2).
- kausale Beziehungen systematisch durchgearbeitet werden können. Kausale Zusammenhänge sind wichtig bei Bewertungen und Ziel-Weg-Entscheidungen – und damit generell beim Problemlösen, besonders aber beim Lösen dialektischer Probleme (vgl. 3.3.2 und 3.3.3).

Die Vorgehen entsprechend der Frageart bieten eine heuristische Möglichkeit, die sich bei komplexen Problemen besonders bewährt. Der Denkende kann sein Material und die jeweiligen Arbeitsschritte aufteilen, das komplexe Ganze also in handhabbare Teilprobleme zerlegen. Diese können ihrerseits, auch aufwendig, bearbeitet werden, ohne dass der Bezug zum Problemganzen verloren geht. Die Organisationsmuster sind Arbeitsrahmen, in die die Teilergebnisse eingesetzt werden können (vgl. ECKERLE 1987, S. 131).

### 5.3. Vorstellung der Strategien

Organisation des Wissens entsprechend der Frageart meint, dass das Vorgehen sich an der dem Problem zugrundeliegenden Frage orientiert. ECKERLE (1987) unterscheidet als Fragearten die Ausrichtung einer Frage auf:

- eine Erklärung
- eine Prognose
- eine Bewertung
- Ziele oder Wege

#### 5.3.1. Zunächst ein Beispiel

Ein großes Angebot an Beispielen, in denen planend gedacht werden soll, bieten die Simulationsspiele von DÖRNER. Aus diesem Kontext stammt auch das hier gewählte Beispiel, das bei

---

<sup>54</sup> Es geht darum, dass die Fragearten auf die Metaebene bezogen an die Struktur der Frage gekoppelt sind. Das Vorgehen bei der Überlegung, warum ein Igel Winterschlaf hält, ist daher nicht an biologisches Wissen gebunden, sondern an das Suchen nach Bedingungen für eine bestimmte Situation. Dieses Suchen nach Bedingungen und deren Prüfung ist allen „Warum“-Fragen gemeinsam und liegt daher über dem Inhalt.

DÖRNER unter der Überschrift „Information und Modelle“ genutzt wird, um die Notwendigkeit systemischen Denkens zu erläutern. Es ist zwar nicht besonders appetitlich, aber strukturell sehr ergiebig: Der stinkende Gartenteich (vgl. DÖRNER 1998, S. 107 ff.). Das Beispiel wird in Teil C weiter verwendet, um zu zeigen, wie die Strategien beim Lernen mit Hypertexten eingesetzt werden können.

Angenommen, ein Gartenbesitzer bemerkt, dass es in seinem Teich zu stinken beginnt. Wie kann er sich dazu äußern? Vielleicht so:

1. *Wenn es im Teich stinkt, kann es sein, dass er fault. Auch für Fische ist das gefährlich. Sie könnten sterben.*
2. *Ich finde es blöd, dass der Teich stinkt. Dass er einmal übel riechen könnte, habe ich schon befürchtet, als wir ihn angelegt haben.*
3. *Der Teich fault, weil Wasser oder Boden verdorben sind.*

Die Vielzahl der mit diesen Antworten angedachten Möglichkeiten kann chaotisch wirken. Wenn die Aussage im Unterricht thematisiert wird und die Lehrenden dieses Chaos nicht wünschen, können sie die Antworten entweder eingrenzend lenken oder ordnen. Lenken kann die Art der Frage. Wenn man weiß, man fragt nach den Folgen eines Sachverhaltes (Bsp. 1), nach Bewertungen (Bsp. 2) oder Erklärungen (Bsp. 3), wird bereits gedankliche Ordnung geschaffen. Als Organisationsmuster dient die Art der Frage. Wenn nicht gezielt nach Ursachen oder Folgen oder Bewertungen gefragt wird, sondern allgemein, könnten theoretisch alle Antworttypen gegeben werden. Sie können nach dem gleichen Prinzip sortiert werden, beispielsweise in Form einer Tabel-

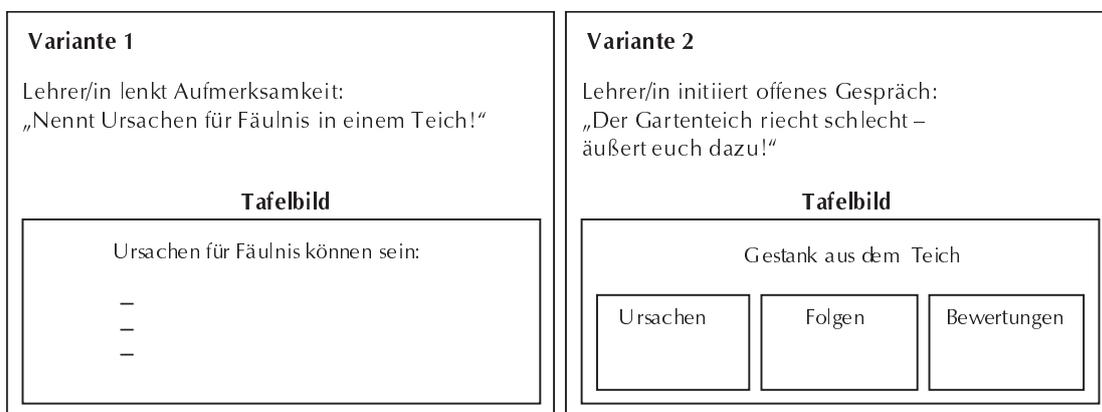


Abb. 13: Beispiele zur Aufmerksamkeitslenkung

le. Dann geraten verschiedene gedachte Folgen, Ursachen, Bewertungen in den Blick.

Unangenehm und demotivierend sind Lernsituationen, in denen die Lehrenden eigentlich eine Einschränkung vornehmen, diese aber nicht bekannt geben. Sie wollen z. B. wissen, was Ursachen für Fäulnisprozesse im Teich sein könnten, fragen aber allgemein, was den Lernenden zum Thema „Der Gartenteich riecht schlecht“ einfällt. Sie erhalten dann wahrscheinlich alle drei Antworttypen, wollen aber eigentlich keine Bewertungen und keine Folgenbetrachtung. So werden die entsprechenden Antworten übergangen, bis ein Schüler die richtige Richtung errät.

### 5.3.2. Aufbau der Fragearten

Im Beispiel wurden bereits die drei Grundmuster der Fragearten genannt: das Folgern, das Begründen, das Bewerten. Aus diesen drei Bausteinen lassen sich die zwei weiteren Antwortmuster, das Zielsetzen und das Wegfinden, zusammensetzen.

Im Unterschied zu den elementaren kognitiven Prozessen geht es beim Folgern und Begründen hier nicht allein um die Denkrichtung, sondern um das Gewichten und Prüfen der durch die kognitiven Prozesse aufgerufenen Inhalte. Es geht nicht darum, alle möglichen Hypothesen aufzustellen, sondern die zur Problemlösung geeigneten herauszufinden. Es geht – wie im Zusammenhang mit den Darstellungen zum Informationsverarbeitungsprozess herausgearbeitet wurde – darum, dogmatisches oder konformistisches Denken zu vermeiden und kritisches Denken zu erleichtern. Wie mit Hilfe von Hypertexten entsprechend der Frageart ein Problem gelöst werden kann, wird am Beispiel einer Begründungsfrage (Erklärung im Teil C/3.4.2 beschrieben).

Die theoretische Grundlage zum Denken von Ursache-Folgen-Beziehungen wurde bereits im Kapitel 3.2.3 (vernetzte kausale Zusammenhänge) vorgestellt. Die entscheidenden Aussagen waren, dass:

- ein Sachverhalt sowohl Ursache als auch Folge von anderen Sachverhalten sein kann. Ob ein Sachverhalt Ursache oder Wirkung ist, hängt damit von seiner Beziehung zu anderen Sachverhalten ab und ist nicht an den Sachverhalt gebunden.
- jeder Sachverhalt in der Regel mehrere Ursachen und mehrere Folgen haben kann.
- allen Ursachen eine theoretische Grundlage gemeinsam ist – sie sind Voraussetzung für den Sachverhalt. Allen Folgen ist ebenfalls eine theoretische Grundlage gemeinsam – sie werden (mindestens) durch den Sachverhalt hervorgerufen.

In sich sind die Antwortmuster in Basissequenzen untergliedert, die je nach Frageart ausgewählt und zusammengesetzt werden können. Diese immer wiederkehrenden Sequenzen sind (vgl. ECKERLE 1983, S. 14 ff.):

- die Feststellung, dass ein bestimmter Sachverhalt vorliegt,
- die Schätzung der kausalen Dichte einer Wenn-Dann-Beziehung,
- die Suche nach möglichen Bedingungen eines Sachverhaltes,
- die Suche nach möglichen Folgen eines Sachverhaltes,
- die Bewertung eines Sachverhaltes.

Die einzelnen Basissequenzen der Strategien werden am Beispiel erläutert.

#### ***(1.) Die Feststellung, dass ein bestimmter Sachverhalt vorliegt***

Ein Mensch will feststellen, ob es im Teich fault. Spontan kann er dabei so vorgehen, dass er einfach riecht – und prüft, ob fauliger Geruch wahrzunehmen ist. Damit wird ein Denkschritt gegangen, der entscheidend für Diagnosesituationen ist: Ein nicht direkt beobachtbarer Sachverhalt wird kausal mit einem direkt beobachtbaren verknüpft. Wenn es stinkt, so die dahinter liegende Theorie, dann fault es wahrscheinlich im Teich. Der Geruch wird als Indikator für einen biologisch-chemischen Prozess genutzt. Es wäre aber auch möglich, dass ein unangenehmer Geruch wahrnehmbar ist, der nicht von Fäulnisprozessen hervorgerufen wird. Oder es wäre möglich, dass der Beobachter einen unangenehmen Geruch feststellt, weil er ihn erwartet. Es wird deutlich: Beobachten allein kann zu unsicheren Interpretationen führen und kann von Bedingungen beeinflusst werden, die der Beobachtende nicht bedacht hat. ECKERLE (1987, S. 112) betont daher:

Mehrdeutigkeit des Indikators, Unsicherheit der Wenn-Dann-Beziehung, die den Indikator mit dem festzustellenden Sachverhalt verbindet (Indikatortheorie), und Unsicherheit der Beobachtung selbst sind Gründe dafür, daß die Feststellung, ob ein bestimmter Sachverhalt vorliegt, prinzipiell angreifbar bleibt.

Um möglichst sicher sagen zu können, dass ein bestimmter Sachverhalt vorliegt, muss zunächst nach allgemeinen Theorien gefragt werden, die den Sachverhalt kausal an beobachtbare Indikatoren binden.

Allgemeine Annahmen über die Welt in Wenn-dann-Sätzen werden als Theorien bezeichnet. Sie können Alltagstheorien, aus Erfahrung erworbene oder gelernte Theorien sein. Wichtig ist, dass Theorien allgemeine Annahmen sind. Sie beziehen sich nicht auf einen konkreten Fall, sondern es werden allgemeine Annahmen über Zusammenhänge in der Realität formuliert. Folgend wird das Attribut „allgemein“ zur Theorie ergänzt, weil hervorgehoben werden soll, dass die Theorie nicht auf einen bestimmten Ort, eine konkrete Zeit, einen konkreten Sachverhalt eingeschränkt ist (vgl. ECKERLE 1987, S. 115).

Bei der Theoriebildung muss die Theorie selbst auf ihre Indikatoren befragt werden, also danach, ob sie auf einen „starken Indikator“ oder einen „schwachen Indikator“ aufbaut (siehe unten). Genügen die Indikatoren, um mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Feststellung zu treffen? In diesem Fall wäre die Theorie „Wenn es stinkt, dann fault es“ zwar beobachtbar, aber nicht sehr genau, und der Indikator wäre nur bedingt geeignet, um Fäulnis festzustellen. Geeigneter wären hier z. B. chemische Messungen.

## **(2.) Sicherheitsprüfung als Schätzung der kausalen Dichte der Wenn-Dann-Beziehung**

Die Theorie ist allerdings nur das eine – die reale Situation ist das andere. Sollen Probleme gelöst werden, müssen die Theorien gefunden werden, die zur realen Situation passen. Das bedeutet: Es müssen in der Regel mehr Theorien über Ursachen und Folgen (*kausale Einflüsse*) gesucht werden als spontan angenommen. Das liegt daran, dass das spontane Denken von bekannten Mustern und erwarteten Wahrnehmungen ausgeht. Beides kann unvollständig oder nach eigenem Bedürfnis interpretiert sein (vgl. Kapitel 4). Wichtig ist, dass die Wirkkraft der Theorie geprüft wird. Dazu wird betrachtet, wie stark davon ausgegangen werden kann, dass die Theorien wirklich wie erwartet funktionieren – dass z. B. wirklich die erwarteten Folgen eintreten, dass die beobachteten Bedingungen wirklich die gedachten Ursachen haben usw. Die Wirkkraft wird hier nach ECKERLE mit dem Begriff der *kausalen Dichte* bezeichnet. Situationen, in denen die kausale Dichte geprüft wird, sind an „Fragen des Zweifels“ zu erkennen – wie z. B.: „Ist denn wirklich anzunehmen, dass ich das Faulen meines Teiches durch Riechen erkennen kann?“ Die Sicherheitsprüfung ist unabhängig von der Frageart. Sie ist für alle kausalen Annahmen wichtig.

*Kausale Einflüsse* zu berücksichtigen meint, eine Situation in ein Netz von kausalen Zusammenhängen einzuordnen. Die Wahrscheinlichkeit einer Theorie steigt an, wenn verschiedene Bedingungen (eine Bedingungskonstellation) berücksichtigt werden. Im Beispiel nimmt die Aussagekraft der Feststellung zum Fäulnisstand des Teiches zu, wenn verschiedene Indikatoren berücksichtigt werden. Dann zählte nicht nur der Geruch, sondern es würden z. B. auch die Wassertrübung, die Wasserqualität oder das Algenwachstum und chemische Parameter als Indikatoren für Fäulnis beachtet.

Nun ist aber nicht jede mögliche Theorie in der realen Situation wichtig. So beispielsweise, wenn nur einige wenige Algen den Teich bewachsen und das Wasser nur ein wenig trüb ist. Sind die Indikatoren dann ein Zeichen für die Fäulnis oder nicht? Um diese Zeichen der Realität zu deuten wird die *kausale Dichte* der Theorien geschätzt. Mit Hilfe der kausalen Dichte kann geschätzt werden, wie wahrscheinlich die in der Wenn-Position genannten Theorien zur in der Dann-Position genannten Folge führen. Die kausale Dichte ist hoch, wenn die Theorien in der

wirklichen Situation möglich sind (Fischsterben als Folge von Gewässerverschmutzung anzunehmen ist z. B. nur sinnvoll, wenn wirklich Fische im Gewässer leben) und wenn die Indikatoren für die Theorien sehr deutlich sind. Im Beispiel wären deutlich beobachtbare Indikatoren extrem fauliger Geruch und sehr trübes Wasser sowie der messbare Sauerstoffgehalt des Wassers.

### **(3.) Suche nach möglichen Bedingungen eines Sachverhaltes**

Angenommen, die Beobachtungen ergeben: trübes Wasser, fauliger Geruch, viele Algen – es ist wahrscheinlich, dass es im Teich fault. Aber warum? Sollen die Ursachen herausgefunden werden, ist zu überlegen, was faulen kann und unter welchen Bedingungen das geschieht. Aus dem Vorwissen heraus werden Hypothesen aufgestellt wie z. B.: Wenn zu wenig Sauerstoff im Wasser ist, dann beginnen Fäulnisprozesse. Aber: Ist zu wenig Sauerstoff da? Es ist Sommer, Hitze, das Wasser bewegt sich kaum, wird stark erwärmt, die Zirkulation im Teich nimmt ab – es wird kaum Sauerstoff durchgespült. Es ist wohl so – es ist zu wenig Sauerstoff im Wasser. Auch hier gibt es formale Fragen, die das Denken lenken:

- Was ist die allgemeine Theorie? (Zum Beispiel: „Wenn zu wenig Sauerstoff im Wasser ist, fault es.“)
- Trifft die allgemeine Theorie auf die konkrete Situation zu?

Im Anschluss erfolgt die Erklärung. Im Beispiel könnte sie heißen: In unserem Teich ist zu wenig Sauerstoff, darum fault es.

Die Theorien lenken dabei die Aufmerksamkeit. Im Beispiel kontrolliert jemand den Sauerstoffgehalt von Wasser, weil die Luft schlecht riecht. Die kausale Verbindung muss dem Außenstehenden erst klar werden. Sie bestimmt das, wonach der/die Problemlösende sucht. Dabei verknüpfen die Problemlöser/innen ihr theoretisches Wissen (allgemeine Theorien) mit dem, was sie wirklich real beobachten. Die Beobachtungen werden nicht vollständig und eindeutig sein können. Es sind kaum Theorien zu erwarten, die deterministisch festlegen, dass immer, wenn A gegeben ist, B folgt, sondern es geht um probabilistische Theorien<sup>55</sup>, nach denen das Auftreten von A die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von B erhöht, nicht aber erzwingt.

Die Wahrscheinlichkeit kann auch hier erhöht werden, wenn verschiedene theoretische Annahmen berücksichtigt und in ihrer kausalen Dichte eingeschätzt werden. Daher ist es z. B. ratsam, den Teich als Ganzes zu betrachten und den Fäulnisprozess aus verschiedenen Fachperspektiven (Biologie, Physik, Chemie) zu untersuchen.

### **(4.) Suche nach möglichen Folgen eines Sachverhaltes**

Ein Sachverhalt kann im kausalen Netz sowohl Ursache als auch Folge sein (vgl. 3.2.3). Die Verfahren zum Prognostizieren ähneln dabei denen des Begründens. Gemeinsam ist, dass von vorhandenem Wissen über Tatsachen und Theorien kausale Beziehungen zwischen Sachverhalten hergestellt werden. Unterschiedlich ist die Formulierung dieser Zusammenhänge. Beim Begründen sind die Theorien so formuliert, dass der Ausgangssachverhalt in der Dann-Position steht. Daher wäre eine Begründung für Fäulnis im Teich (Ausgangssachverhalt):

Wenn das Teichwasser zu wenig Sauerstoff transportiert (Ursache), dann fault es im Teich (Ausgangssachverhalt).

---

<sup>55</sup> In probabilistischen Theorien wird die Auffassung vertreten, dass es in Wissenschaft und Philosophie keine absoluten Wahrheiten, sondern nur Wahrscheinlichkeiten gibt.

Soll aus einem Sachverhalt prognostiziert werden, dann rückt der Ausgangssachverhalt in die Wenn-Position:

Wenn es im Teich fault (Ausgangssachverhalt), dann werden auch die Fische sterben.

Im Beispiel wäre denkbar, dass Fischsterben als Folge angenommen wird. Dahinter liegt die allgemeine Theorie: Fäulnisprozesse in Teichen begünstigen Fischsterben. Diese Folge wird aber nicht die einzige sein, daher ist es wichtig weiter zu fragen, ob und welche anderen Folgen noch zu erwarten sind.

Wie auch beim Begründen müssen auch Prognosen beurteilt werden. Probabilistische Theorien können wieder durch die Schätzung der Wahrscheinlichkeit und der kausalen Dichte beurteilt werden. Im Beispiel wäre zu überlegen: Trifft die allgemeine Theorie auf meinen Teich zu? Leben sauerstoffbedürftige Fische im Teich, die kaum Schwankungen aushalten? Sinkt der Sauerstoffgehalt stetig und wird es auch weiter tun? Dann ist die kausale Dichte zwischen „Wenn es fault, dann sterben die Fische“ hoch. Sind Fische da, die Sauerstoffschwankungen aushalten, und der Sauerstoffgehalt sinkt nicht weiter, dann ist die kausale Dichte gering. Dieser Denkschritt muss bei allen Theorien gegangen werden, die zur Begründung des Sachverhaltes dienen können. Danach kann die singuläre Prognose getroffen werden.

#### ***(5.) Die Bewertung eines Sachverhaltes***

Theoretischen Annahmen sind kausaler Natur. Soll das Faulen im Teich eingeschätzt werden, hängt die Bewertung von den Absichten und den erwarteten Folgen ab. Als Folgen können das Fischsterben und das Verlanden des Teiches angesehen werden. Ein Gärtner oder Tierfreund kann diese Folgen negativ bewerten, denn ihm ist an einem klaren Teich und an gesunden Fischen gelegen. Ein Moorfan und Naturschützer kann die Verlandung an einem bestimmten Ort begrüßen, vielleicht weil dadurch das ursprüngliche Landschaftsbild wieder hergestellt wird. Er kann das Fischsterben aus ethischen Gründen schlecht finden (und den Teich bestmöglich abfischen, die Fische umquartieren). Wichtig für Bewertungen ist daher einmal, die subjektiven Beweggründe zu kennen und die theoretischen Überlegungen zu Folgen gründlich zu prüfen. Sonst ist die Gefahr groß, dass Gutes gemeint, aber Schlechtes erreicht wird.

### 5.4. Skizze einer möglichen Systematisierung der Fragearten (nach ECKERLE 1983, 1987)

Erklärungsproblem	Prognosen-Folgenproblem	Bewertungsproblem/Zielproblem	Wegproblem
<p><b>1. Identifizierung der Frage</b> als Erklärungsproblem – <b>Fragemuster: Welche Bedingungen haben dazu geführt, dass dieser Sachverhalt vorliegt?</b></p> <p><b>2. Suche nach Theorien</b>, die den zu erklärenden Sachverhalt als Folge nennen: <b>Wenn Theorie, dann erklärender Sachverhalt.</b></p> <p><b>3. Prüfung</b>, ob die in Wenn-Komponenten genannten Sachverhalte auch vorliegen (Anfangs-Randbedingungen).</p> <p><b>4. Ausschluss von Theorien</b>, deren Anfangsbedingungen nicht vorliegen.</p> <p><b>5. Beurteilung</b> der vorliegenden Theorien, Bewertung ihrer Gültigkeit</p> <p><b>6. Erklärung</b></p>	<p><b>1. Identifizierung der Frage</b> als Prognoseproblem – <b>Fragemuster: Welche Folgen kann dieser Sachverhalt haben?</b></p> <p><b>2. Suche nach Theorien</b>, die den zu erklärenden Sachverhalt als Ursache nennen: <b>Wenn Sachverhalt, dann Folge.</b></p> <p><b>3. Prüfung</b>, ob die in Wenn-Komponenten genannten Sachverhalte (außer dem, aus welchem Folgen abgeleitet werden sollen) auch vorliegen.</p> <p><b>4. Ausschluss von Theorien</b>, deren Anfangsbedingungen nicht vorliegen.</p> <p><b>5. Beurteilung</b> der vorliegenden Theorien, Bewertung ihrer Gültigkeit</p> <p><b>6. Prognose</b></p>	<p><b>1. Identifizierung der Frage</b> als Bewertungsproblem – <b>Fragemuster: Wie bewerte ich einen Sachverhalt? Welche Priorität soll er vor anderen haben?</b></p> <p><b>2. Lösung eines Prognoseproblems</b>, wobei Folgen aus dem zu bewertenden Sachverhalt abgeleitet werden: <b>Wenn Sachverhalt, dann Folge.</b></p> <p><b>3. Bewertung</b> der gefundenen Folgen</p> <p><b>4. Gewichtung der Folgenbewertung</b> durch Abschätzung der „kausalen Dichte“ zwischen Bewertungssachverhalt und bewerteten Folgen.</p> <p><b>5. Zusammenfassung</b> der Folgenbewertungen in eine Gesamtbewertung.</p> <p><b>6.</b> Würden Schritte 2–5 für mehrere Sachverhalte durchgeführt: <b>Prioritätenliste.</b></p>	<p><b>1. Identifizierung der Frage</b> als Erklärungsproblem – <b>Fragemuster: Welche Bedingungen sollen hergestellt werden, damit dieser Sachverhalt eintritt?</b></p> <p><b>2. Suche nach Theorien</b>, die den zu erklärenden Sachverhalt als Folge nennen: <b>Wenn Theorie, dann zu erklärender Sachverhalt</b></p> <p><b>3. Bewertung</b> der vorliegenden <b>Theorien</b>, Ausschluss der Theorien, die möglicherweise nicht bzw. wenig zutreffend sind.</p> <p><b>4. Prüfung</b>, ob die Bedingungen, die in der Wenn-Komponente der verbleibenden Theorien genannt werden, bereits vorliegen oder hergestellt werden können. <b>Ausschluss von Theorien</b>, deren Bedingungen nicht hergestellt werden können.</p> <p><b>5. Beurteilung</b>, ob kausale Dichte zwischen verbleibenden Bedingungen und Zielsachverhalt genügend groß ist.</p> <p><b>6. Lösung</b> von Bewertungsproblemen für jede verbleibende Bedingung.</p> <p><b>7. Entscheidung</b>, welche Bedingungen hergestellt werden sollen.</p> <p><b>8. Beurteilung</b> der kausalen Dichte: Wägentscheidung.</p> <p><b>9. Bei alternativen Bedingungskonstellationen muss je Alternative</b> das Wegproblem gelöst werden.</p>

Abb. 14: Systematisierung der Fragearten (nach ECKERLE 1983, 1987)

## 6. Systematisch Probleme lösen: Zusammenfassung von Teil B

### 6.1. Ausgangssituation

In Teil A der Dissertationsschrift wurde herausgearbeitet, dass Hypertexte dann als Lernmedium geeignet sind, wenn den Lernenden ein umfangreiches und komplex strukturiertes Informationsangebot unterbreitet werden soll. Um in derart komplexen Informationsnetzen die Orientierung zu behalten und die notwendigen Lernschritte zu überblicken, benötigen die Lernenden Strategien zum Umgehen mit Informationen und Wissen.

Recht gut erforschte Bereiche des Lernens, in denen eben diese Fähigkeiten erforderlich sind, sind Handlungsentscheidungen bei der Informationsverarbeitung und darauf aufbauend beim selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen. Entsprechend wurden im Teil B folgende Frage-schwerpunkte betrachtet:

*Zur Organisation des Wissens:*

- Wie ist das menschliche Wissen organisiert? Welche didaktischen Möglichkeiten ergeben sich daraus? Gibt es Wege, die durch das Wissen führen? Wie sehen diese Denkwege aus?

*Zum Problemlösen:*

- Welche verschiedenen Typen von Problemlösesituationen gibt es? Gibt es Problemgruppen, die mit Hypertexten besser gelöst werden können und solche, für deren Lösung sich das Medium weniger eignet?
- Welche Anforderungen werden in den jeweiligen Problemsituationen an die Lernenden gestellt?
- Welche Lösungsverfahren sind geeignet, um Lernende beim Problemlösen zu unterstützen?

Die Zusammenfassung erfolgt entsprechend dieser zielsetzenden Fragestellungen.

### 6.2. Wie ist das menschliche Gedächtnis organisiert? Gibt es Wege, die durch das Wissen führen? Wie sehen diese Denkwege aus?

Um Informationen (zum Beispiel aus Hypertexten) in Wissen zu übertragen, ist Vorwissen nötig, an das es angebunden werden kann. Dieses Vorwissen ist in der Wissensstruktur des Gedächtnisses gespeichert. Ebenso wichtig wie das Wissen sind Fähigkeiten dazu, wie es genutzt werden kann, um unbekannte Situationen zu bewältigen. Diese Fähigkeiten wurden unter 1.4.1 als Können bezeichnet. Sie umfassen jene kognitiven Prozesse, die den Gedächtnisvorrat in Bewegung versetzen, ihn aktivieren, mit ihm arbeiten. Dazu zählen elementare kognitive Prozesse wie auch umfangreiche Strategien. Sie greifen auf vorhandene Einstellungen, Fakten, Interessen zu und bewegen sie. Das Gespeicherte (Wissen, Einstellungen, Interessen) und das Erzeugende (Denken, Wahrnehmen) beeinflussen sich wechselseitig.

Zur Beantwortung der Frage, wie das menschliche Wissen organisiert ist, wurde das Modell der kognitiven Struktur von DÖRNER (1975, 1979) zugrunde gelegt. Dieses Modell wurde ausgewählt, weil es in zwei Strukturen geteilt ist – in eine Wissensstruktur zum Lösen von Aufgaben (Epistemische Struktur) und in eine Findestructur zum Problemlösen (Heuristische Struktur). Die Wissensstruktur umfasst nach DÖRNER das Wissen eines Menschen über einen Realitätsbereich und die Verfahren zur Lösung von Aufgaben. Zum Lösen von Problemen wird zusätzlich die Heuristi-

sche Struktur gebraucht. Sie setzt sich aus Denkprozeduren zusammen und setzt diese ein, um das in der Epistemischen Struktur enthaltene Wissen zum Lösen von Problemen zu verwenden (DÖRNER 1975). Pädagogisch hilfreich ist diese Unterscheidung, weil Lernende beim Lösen von Problemen und Aufgaben sehr Unterschiedliches leisten müssen. Indem DÖRNER diese Leistungen (Problemlösen und Aufgabenlösen) unterschiedlichen Gedächtnisstrukturen zuordnet, gibt er Lehrenden und Lernenden auch Hinweise, wie sie am besten mit den jeweiligen Anforderungen umgehen können. Ihren praktischen Nutzen erlangen diese Hinweise durch den übersichtlichen Aufbau des Modells. So werden die Strukturen des Wissens und damit auch des Denkens sehr gut erkennbar und dadurch steuerbar.

Die *Organisation des menschlichen Wissens* ist nach DÖRNER (1975, 1979) als Netz aus Inhalten (Knoten, in denen Wissen gespeichert ist) und Verweisen (Relationen), durch die die Wissensinseln miteinander verbunden werden, vorstellbar. Dabei unterscheidet DÖRNER drei Gruppen von Relationen:

- Teil-Ganzes-Relationen
- Abstraktheits- oder Oberbegriffs-Unterbegriffs-Relationen
- raum-zeitliche Relationen

Die ersten beiden Gruppen bilden die „doppelt hierarchische Struktur“ des Gedächtnisses. Zu dieser zählen die Ober-Unterbegriffs-Hierarchie und die Teil-Ganzes-Hierarchie. Oberbegriffs-Unterbegriffs-Hierarchien bauen auf Abstraktheitsbeziehungen auf, Teil-Ganzes-Hierarchien auf den Beziehungen zwischen dem Ganzen und seinen Teilen. Die dritte Gruppe, die der raum-zeitlichen Relationen, ist nicht-hierarchisch angelegt und beinhaltet auch kausale Beziehungen.

*Entsprechend dieser Wissensorganisation ergeben sich Denkwege, die durch das Gedächtnis führen.* Sie können vom hierarchisch Höheren zum hierarchisch Niedrigeren führen und ermöglichen damit in der Oberbegriffs-Unterbegriffs-Hierarchie ein konkretisierendes Denken und in der Teil-Ganzes-Hierarchie ein zergliederndes (analysierendes) Denken. In umgekehrter Richtung ergeben sich auf der Oberbegriffs-Unterbegriffs-Hierarchie abstrahierende Denkwege oder auf der Teil-Ganzes-Hierarchie zusammenfügende (synthetisierende) Denkwege. Innerhalb der raum-zeitlichen Beziehungen gibt es keine Hierarchie. Die Denkprozesse können in verschiedene räumliche oder zeitliche Richtungen vorangetrieben werden. Auf der Zeitachse beispielsweise erfolgt das Suchen von Ursachen (Blick in die Vergangenheit) und das Suchen von Folgen (Blick in die Zukunft).

Natürlich kann auf dem Weg durch das Wissen die Richtung des Weges beibehalten oder verändert werden. In den Kapiteln 3.2.4 und 3.3.5 wurden Beispiele für didaktische Nutzungen genannt und beschrieben. Dabei stand im Kapitel 3.2.4 im Vordergrund, *wozu* die Epistemische Struktur bei der Unterrichtssteuerung dienen kann (exemplarisches Lernen, Erweiterung des Denkraumes, Binnendifferenzierung ...). Im Kapitel 3.3.5 ging es eher darum, *wie* die Lernenden in entsprechenden Unterrichtssituationen ihre Epistemische Struktur nutzen müssen. Da selbstgesteuerte, problemlösende Lernprozesse meist zeitaufwendig sind, erscheint in diesem Zusammenhang die Nutzung der elementaren kognitiven Prozesse für das exemplarische Vorgehen, das Planen von Lösungsschritten und das systemische Denken besonders wichtig.

### 6.3. Welche verschiedenen Typen von Problemlösesituationen gibt es? Gibt es Problemgruppen, die mit Hypertexten besser gelöst werden können, und solche, für deren Lösung sich das Medium weniger eignet?

Die Bedingungsanalyse, die Pädagog/innen betreiben müssen, wenn sie problemlösenden Unterricht planen, umfasst zwei große Bereiche. Der eine Bereich dient dazu, das Problem zu klären, denn was Lernende wissen und können müssen, um ein Problem zu erkennen und zu lösen, ist nicht bei allen Problemen gleich, sondern vielmehr „problemtypabhängig“. Die genaue Beschreibung der Problemsituation dient dazu, den einzelnen Problemtypen, so weit es geht, Lösungsstrategien zuzuordnen. Der zweite große Bereich, dem sie sich zuwenden müssen, sind die heuristischen Denkvoraussetzungen, die die Schüler/innen mitbringen. Die elementaren kognitiven Prozesse, über die Lernende verfügen sollten, um das jeweilige Problem lösen zu können, sollten den Lernenden bewusst sein oder vorab eingeübt werden. Um diese beiden großen Bereiche zu unterscheiden, wurden die auf das Problem gelenkten Analysen als äußere Bedingungen und die auf die Lernenden und ihre elementaren kognitiven Prozesse gelenkten Analysen als innere Bedingungen bezeichnet.

*Unterscheidungskriterien der äußeren Bedingungen (Problemklassifikation) waren:*

- der Problemtyp, der sich an der Art der Barriere orientiert,
- der Problemraum, der sich an der Binnenstruktur der Problemsituation orientiert,
- die Frageart, auf die im Problemlösungsprozess eine Antwort gesucht wird.

Die theoretische Basis lieferten DÖRNER (1975, S. 91) und ECKERLE (1983, 1987). DÖRNER unterscheidet Problemsituationen nach dem Typ des Problems und nach dem Realitätsbereich, in dem das Problem verankert ist. Die Bedingungen des *Problemtyps* sind in seinem Modell für die „Grobstruktur“ und die Bedingungen des *Problemraums* für die „Feinstruktur“ der Problemsituation verantwortlich. ECKERLE betrachtet Problemsituationen ausgehend von der Frage, die mit ihnen verbunden ist. Sie unterscheidet Probleme, die Fragen nach Erklärungen, Prognosen, Bewertungen, Wegen und Zielen beantworten sollen.

Die Einteilung der *Problemtypen* erfolgt danach, inwieweit Ziel und Mittel den Problemlöser/innen bekannt sind. Sind Ziel und Mittel bekannt, dann spricht DÖRNER von Interpolationsproblemen. Ist – wie bei Denksportaufgaben – das Ziel klar, aber fehlen die Mittel, treten Synthesprobleme auf. Sind Ziel und Mittel unklar, so spricht DÖRNER von dialektischen Problemen. Beim Überblick über die Hypertextverwendung innerhalb der einzelnen Problemtypen wurde deutlich, dass sich das Medium Hypertext für Problemsituationen eignet, in denen die Mittel zur Lösung fehlen. Ist dabei das Ziel bekannt, wurden die Probleme als synthetische Probleme beschrieben. Hier sind Heuristiken nötig, mit denen die einzelnen Lösungsschritte gefunden werden können. Dazu kann das Analogiebildern dienen oder auch das Setzen von Teilzielen und das Vorwärts-Rückwärts-Planen. Ist auch das Ziel unklar, handelt es sich um dialektische Probleme. Hier müssen zusätzlich Verfahren gefunden werden, mit denen Ziele gesetzt und Ergebnisse bewertet werden können. Dieser Problemtyp enthält den höchsten Schwierigkeitsgrad für die Lernenden. Je weniger Ziel und Mittel bekannt sind, desto komplexer werden die Anforderungen an die Verfahren, mit denen die Wissensstruktur genutzt werden kann. Und umso wichtiger wird planvolles Vorgehen.

Die Verwendung von Hypertexten zur Problemlösung ist grundsätzlich bei allen Problemtypen möglich. Dabei dienen Hypertexte für Interpolationsprobleme vor allem als Datengrundlage, um aus den bekannten Mitteln die jeweils geeigneten auszuwählen (beispielsweise die Zugabfahrtszeiten aus dem Zugfahrplan) und zu konkretisieren (beispielsweise den genauen Streckenverlauf der Zuglinie oder die Ausstattung des Zuges). Bei Synthesbarrieren mit unbekanntem Mitteln

kann Hypertext als Impulsgeber für Analogien und als Informationsbasis funktionieren. Beim Lösen dialektischer Probleme bieten Hypertexte die beste Unterstützung, da sie durch ihre hohe Flexibilität und ihre geringe Adaptivität sehr gute Bewegungsmöglichkeiten eröffnen und so der Komplexität des Problemtyps entsprechen. Wichtig ist aber – gerade bei komplexen Problemstellungen – systematisches Vorgehen. Fehlen den Problemlöser/innen Mittel zur Lösung, dann werden Strategien zum Analogiebilden und zum Finden von Informationen anhand von Teilzielen wichtig. Wenn zusätzlich auch das Ziel unklar ist, müssen sie sich Ziele setzen und ihren Lösungsweg bewerten können.

Die Beschreibung des *Problemraumes* erfolgt danach, welche Ausgangsbedingungen (Konstellationen) eine Lernsituation bietet und welche Möglichkeiten (Operatoren) für die Problemlösung gegeben sind. Um die Ausgangsbedingungen zu beschreiben, unterscheidet DÖRNER sie danach, wie umfangreich, vernetzt, dynamisch und transparent sie sind. Die Operatoren werden nach ihrer Bedingtheit, Wirkungssicherheit, Wirkungsbreite und Reversibilität eingeteilt.

Wenn mit Hypertexten gearbeitet wird, kann der Problemraum als relativ umfangreich, vernetzt und intransparent angesehen werden. Um in solchen Problemräumen erfolgreich zu arbeiten, benötigen die Lernenden möglichst wirkungssichere und wirkungsbreite Verfahren (Operatoren) zum Auswählen aus komplexen Informationsangeboten, zum Zusammenfassen von Komplexität und zum Ordnen von Informationen. Unterrichtsplanung beim Problemlösen mit Hypertext bedeutet daher auch, dass die Lehrenden genau überlegen müssen, welche Möglichkeiten (Operatoren) die Lernenden haben sollten, um unter den im Problemraum gegebenen Bedingungen (Konstellationen) das Problem lösen zu können. Allgemein sollte Hypertext in umfangreichen und hochvernetzten Situationen eingesetzt werden, da die Hypertextstruktur diese Realitätsbedingungen am besten abbilden kann. Es ist aber anzunehmen, dass Lernende diese Situation als unübersichtlich empfinden und Schwierigkeiten in der Orientierung und mit der kognitiven Belastung zeigen. Um dies zu vermeiden, sind Lösungsstrategien, wie sie z. B. für die Problemfragen vorgestellt werden, sehr hilfreich.

Neben der Unterscheidung nach Problemtyp und Problemraum können Probleme auch nach der *Frageart (Problemfrage)*, die ihnen zugrunde liegt, unterschieden werden. Nach ECKERLE (1987) können die meisten Fragen, für die der Lösungsweg zunächst unklar ist (Problemfragen), zu bestimmten Fragetypen zusammengefasst werden. ECKERLE (1987, S. 122) unterscheidet dabei folgende fünf Gruppen von Fragetypen:

- Wie erkläre ich einen Sachverhalt?
- Wie prognostiziere ich aus einem oder mehreren Sachverhalten?
- Wie bewerte ich einen Sachverhalt?
- Welchen Weg wähle ich?
- Welches Ziel / welche Ziele setze ich mir?

Zu allen diesen Fragen gibt es Lösungsmuster. Diese sind auf der abstrakten Ebene angesiedelt und daher sehr allgemein. Da sie miteinander kombiniert werden können, genügen wenige Muster, die je nach Frageart verbunden werden. Der Aspekt der Problemfrage nach ECKERLE wurde den Theorien von DÖRNER hinzugefügt, weil durch den Typ der Frage die Suche nach Antworten inhaltlich gelenkt werden kann. Dadurch wird besonders für Lernsituationen mit Hypertexten, in denen Inhalte zueinander semantisch in Beziehung gesetzt werden müssen, eine inhaltlich strukturierende Orientierungshilfe und kognitive Entlastung erwartet.

*Unterscheidungskriterien der inneren Bedingungen (elementare kognitive Prozesse):*

Als elementare kognitive Prozesse wurden ausgehend von Strukturvorstellungen zum Gedächtnis von DÖRNER (1979) vier hierarchische Denkprozesse vorgestellt:

- Abstrahieren
- Konkretisieren
- Analysieren
- Synthetisieren

Die Denkprozesse können sowohl Einzelbewegungen (ein Beispiel finden) als auch längere Bewegungsprozesse in einem Informationsraum/Wissensraum bestimmen. Es können abstraktheitsgerichtete Verfahren (Abstrahieren und Konkretisieren) und auf Teil-Ganzes-Beziehungen ausgerichtete Verfahren (Analysieren und Synthetisieren) unterschieden werden. Dazwischen gibt es verschiedene Mischformen, wie es am exemplarischen Lernen beschrieben wurde. Unsystematisch werden diese grundlegenden Denkverfahren beispielsweise bei unüberlegter Rede oder ungeplantem Browsing im Hypertext genutzt. Ihre Ergebnisse sind oft chaotisch und schwer zu verstehen.

Neben den an der Abstraktheitshierarchie orientierten Prozessen gibt es auch Prozesse, die an den nicht-hierarchischen Gedächtnisstrukturen orientiert sind. Zu diesen raum-zeitlich orientierten Relationen zählen auch die kausalen Beziehungen. Auf Basis dieser kausalen Beziehungen wurden als Denkprozesse das Finden von Ursachen und Folgen beschrieben.

Diese elementaren Denkprozesse können problemlösendes Lernen mit Hypertexten unterstützen, weil sie

- ausgehend vom Problemtyp das zum Lösen synthetischer Probleme wichtige Analogiebildern unterstützen,
- der planvollen Suche und der Verknüpfung von Inhalten dienen,
- dem exemplarischen Vorgehen dienen,
- relativ sicher anwendbar sind.

Zum Lösen von Problemen, die Planungen und Bewertungen erfordern, genügt der bewusste Einsatz der elementaren kognitiven Prozesse allerdings nicht. Es fehlen Verfahren, die Wegentscheidungen und Bewertungen erleichtern. Daher sind Strategien nötig, die elementaren Prozesse sinnvoll miteinander zu Strategien zu verknüpfen. Als solche Strategien wurden die heuristisch wirkenden Verfahren entsprechend der Frageart vorgestellt.

#### **6.4. Welche Anforderungen werden in den jeweiligen Problemsituationen an die Lernenden gestellt und welche Lösungsverfahren scheinen geeignet, um Lernende beim Problemlösen zu unterstützen?**

Die Erkenntnisse über a) die Organisation des Wissens im Gedächtnis, b) Klassifikationsmöglichkeiten von Problemsituationen und c) elementare kognitive Prozesse der Lernenden dienen als Basis, auf deren Grundlage Strategien zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen mit Hypertext erarbeitet wurden. Als Bindeglied zwischen diesen Grundlagen und den zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen mit Hypertext empfehlenswerten Strategien wurde der Informationsverarbeitungsprozess beschrieben. Ausgehend davon wurde deutlich, wie wichtig strategisches Vorgehen gerade in komplexen und unübersichtlichen Problemsituationen ist. Die Ler-

nenden sollen ihre Entscheidungen aus gründlicher und kritischer Prüfung treffen können und nicht verunsichert und dadurch dogmatisch beziehungsweise konformistisch entscheiden.

Typisch für Lernen mit Hypertext ist, dass die Nutzer/innen mit der Entscheidungsfreiheit über Lernweg und Lerninhalt auch Verantwortung übernehmen. Sie müssen bereit und in der Lage sein, ihren Lernweg zu planen, sich in vernetzt strukturierten Informationen zurechtzufinden und aus diesem Informationsangebot auszuwählen. Sie müssen dabei ihr Thema sinnvoll entwickeln – das bedeutet, die ausgewählten Informationen auch strukturiert miteinander zu verbinden.

In Teil A wurde herausgearbeitet, dass die Freiheit und die Verantwortung über die Steuerung des Lernweges die Chance von Hypertext, aber auch seine Gefahr sein können. Lernende, so der Ansatz dieses Kapitels, benötigen Strategien zum

- Suchen und Finden von Informationen,
- Beurteilen und Auswählen von Informationen,
- Einordnen und Verbinden von Informationen.

Die hier vorgeschlagenen Strategien, bei denen entsprechend der Problemfrage vorgegangen wird, bauen auf dem auf, was dem Menschen grundsätzlich eigen ist – auf den elementaren kognitiven Prozessen. Die Strategien wurden ausgewählt, weil davon ausgegangen wurde, dass ein Großteil von Problemen auf Fragen nach Erklärungen, Prognosen, Wegen, Zielen und Bewertungen basiert und dass diesen Fragen formale Antwortverfahren zugeordnet werden können.

Es wurde deutlich, dass die Lernenden mit diesen Strategien ein wirkungsvolles Handwerkszeug erhalten. Die Strategien können zur Prüfung von Informationen genutzt werden oder dazu, die zur Lösung führende Denkrichtung zu erkennen und sie schrittweise zu verfolgen ohne dabei das Ganze aus den Augen zu verlieren. Dadurch kann es den Lernenden leichter gelingen, auch in komplexen Informationsräumen ruhig und systematisch zu arbeiten. Für das Lernen in relativ unübersichtlichen Informationsbereichen wie zum Beispiel beim Lernen mit Hypertexten bedeutet das ein Plus an Strukturierungsmöglichkeiten und dient einer einfacheren und erfolgreichereren Problembewältigung.

Insgesamt bieten die Strategien gute Möglichkeiten für ein sicheres Orientieren in Hypertexten. Sie fördern unabhängig vom Problemtyp planendes und bewertendes Denken. Besonders wichtig sind sie, wenn Wege und /oder Ziele bestimmt werden müssen. Da die Strategien unabhängig vom konkreten Inhalt des Problems funktionieren, sind sie für verschiedene Situationen gültig.

Allerdings ist diese positive Wirkung von einigen Vorbedingungen abhängig. Seitens der Schüler/innen sollte daher auf folgende Vorbedingungen geachtet werden, wenn mit Hilfe der Fragearten Hypertexte durchgearbeitet werden.

- Die Schüler/innen benötigen Vorwissen, das möglichst gut strukturiert ist.
- Die Schüler/innen kennen die elementaren kognitiven Prozesse und können sie nicht nur spontan, sondern auch gezielt anwenden.
- Die Schüler/innen haben Vorstellungen von vernetzten kausalen Zusammenhängen ausgebildet.
- Die Schüler/innen sind mit dem Aufbau der Fragearten vertraut und sie können sich unter kausaler Dichte etwas vorstellen.
- Die Schüler/innen sind bereit und in der Lage, diszipliniert ihr Vorgehen zu verfolgen.

Aufbauend auf die elementaren kognitiven Prozesse können die Schüler/innen zu den komplexeren Strategien voranschreiten. Wie das praktisch geschehen kann, wird im Teil C dargestellt.



Wer Probleme lösen will, muß solche Ordnungen im Informationsbrei schaffen, Ziele, Abfolgen und Prioritäten definieren. Erst so entsteht aus Information Wissen. Und: In der Flut der Information muß auch die Kunst des Weglassens und des Abschaltens gelernt werden. Das heißt aufs ganze gesehen: Die Anforderungen an die Urteils- und Entscheidungskraft des Menschen nehmen dramatisch zu.

(HERZOG 1998)

## Teil C

### **Vernetzt – verlinkt – verloren? Hinweise zum problemlösenden Lehren und Lernen mit Hypertexten**



# Inhaltsverzeichnis Teil C

<b>1. Einführung</b>	<b>121</b>
<b>2. Bedingungsanalyse zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lehren und Lernen mit Hypertexten</b>	<b>122</b>
2.1. Auswahl geeigneter Lerngegenstände	122
2.2. Auswahl geeigneter Ziele	124
2.2.1. Klärung wichtiger Begriffe	125
2.2.2. Hypertexte zum Erwerb von Können	126
2.2.3. Hypertexte zum Erwerb von Wissen	127
2.3. Auswahl der geeigneten methodischen Form	129
<b>3. Mit Hypertext denken lernen – Hinweise zur Unterrichtssteuerung für Lehrer/innen zur Gestaltung geeigneter Lernsituationen</b>	<b>131</b>
3.1. Die Rolle der Lernsituation im Unterrichtsprozess	131
3.2. Inszenierungstechniken zum spontanen Einsatz elementarer kognitiver Prozesse	131
3.3. Inszenierungstechniken zum systematischen Einsatz elementarer kognitiver Prozesse beim Lernen mit Hypertext	132
3.3.1. Kognitive Prozesse beim Lernen mit Hypertexten	132
3.3.2. Abstrahieren mit Hypertext	133
3.3.3. Konkretisieren mit Hypertexten	136
3.3.4. Analysieren mit Hypertexten	137
3.3.5. Synthetisieren mit Hypertext	139
3.3.6. Kausale Beziehungen entwickeln mit Hypertext	141
3.4. Inszenierungstechniken zur Anregung von Problemlösestrategien beim Lernen mit Hypertext	142
3.4.1. Voraussetzungen	142
3.4.2. Hypertexteinsatz beim Arbeiten an Begründungsproblemen	143
3.4.3. Anregung von Problemlösestrategien beim Lernen mit Hypertext	147
<b>4. Hinweise zur Gestaltung von Lernphasen</b>	<b>148</b>
4.1. Bedeutung von Phasenmodellen für selbstgesteuerten, problemlösenden Unterricht	148
4.2. Stufe der Motivation – Initiierung – Konfrontation	149
4.2.1. Bedeutung dieser Lernphase	149
4.2.2. Hypertexte zur Aufmerksamkeitslenkung	149
4.2.3. Hypertexte zum Neugierigmachen und zum Anknüpfen an Vorwissen	151
4.2.4. Hypertexte und Erfolgszuversicht	153
4.3. Stufe der Schwierigkeit – Bewusstwerden des Problematischen	157
4.3.1. Bedeutung dieser Lernphase	157
4.3.2. Hypertext zum Einstellen des Schwierigkeitsgrades	157
4.3.3. Hypertext als Fakteninput	158
4.4. Stufe der Lösung	159
4.4.1. Bedeutung dieser Lernphase	159
4.4.2. Hypertext zum Probieren	159
4.4.3. Hypertext zum Strukturieren von Informationen	160
4.4.4. Hypertext zum Umstrukturieren von Informationen	160
4.5. Stufe des Tuns und Ausführens	161
4.5.1. Bedeutung dieser Lernphase	161
4.5.2. Hypertext beim Ausarbeiten der Lösung	161
4.6. Stufe des Behaltens und Einübens und Stufe des Bereitstellens, der Übertragung und der Integration des Gelernten	162
	119

4.6.1. Bedeutung dieser Lernphase	162
4.6.2. Hypertext zur Revision	162
4.6.3. Hypertext zum Üben	162
4.6.4. Hypertext zum Transfer	163
<b>5. Lernen in Strukturen – strukturiertes Lernen: Zusammenfassung von Teil C</b>	<b>164</b>
5.1. Unterricht planen und steuern mit Hypertext: Lerngegenstand, Lernziel	164
5.2. Auswahl der geeigneten methodischen Form	165

## 1. Einführung

Dieses Kapitel hat das Ziel, die aus der Theorie gewonnenen Ergebnisse in den Unterricht hineinzu-denken. Zunächst wird die theoretische Basis für praktische Unterrichtshinweise geschaffen. In diesem Zusammenhang werden Merkmale vorgestellt, an denen geeignete Lernziele, Lerninhalte und Lerngegenstände erkannt werden können. Als methodische Form, die von Hypertexten am meisten profitiert, wird das Problemlösen beschrieben. Nun könnte dieser Zusammenhang viele Lehrkräfte abschrecken. Problemlösen im Unterricht und Nutzung neuer Medien sind zwar seit TIMMS und PISA bildungspolitische Schlagwörter, mit denen die Schulen in Deutschland wieder fit gemacht werden sollen. In der Praxis ist selbstgesteuertes, problemlösendes Lehren und Lernen aber noch immer für viele Pädagog/innen ungewohnt und erscheint damit auch als schwierig, nicht machbar, idealistisch. Bei der Mediennutzung sieht es, abgesehen von einigen naturwissenschaftlichen Fächern, ähnlich aus.

Die weiteren Ausführungen können jedoch zeigen, dass es viele überschaubare Lernsituationen gibt, in denen sich Lehrer/innen und Schüler/innen an selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen und Lernen mit Neuen Medien annähern können. Das geschieht, indem anhand der Hypermedia-Arbeitsumgebung „Winnie ist Feuer und Flamme“ (Cornelsen-Verlag) exemplarische Unterrichtssituationen beschrieben werden, die durch ihre Kürze und Überschaubarkeit sowohl in eher frontalen als auch in eher freien Unterrichtsfolgen eingesetzt werden können. Aufbauend auf dem dort erworbenen Wissen und Können wird es Lehrer/innen und Schüler/innen leichter möglich sein, selbständiges Problemlösen im Unterricht anhand bestimmter Fragestellungen zu probieren. Auch dazu wird Schritt für Schritt gezeigt, wie bei der Beantwortung entsprechender Problemfragen vorgegangen und wie dabei Hypertext sinnvoll eingesetzt werden kann.

Da in der Schule entsprechende Situationen oft simuliert, geplant – designt werden müssen, wird abschließend ein entsprechendes Unterrichtsphasendesign für selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen vorgestellt. Dabei wird erläutert, in welchen Phasen welche kognitiven Prozesse und Strategien angeregt werden, wie das geschehen kann, und auch, wann der Computer eher an oder aus sein sollte.

## 2. Bedingungsanalyse zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lehren und Lernen mit Hypertexten

### 2.1. Auswahl geeigneter Lerngegenstände

In Teil A wurde herausgearbeitet, dass der Einsatz von Hypertexten besonders in problemlöseorientierten Lernsituationen sinnvoll ist. Was aber ist zu tun, damit Sachverhalte, Ideen, Theorien zu einem für problemlösendes Lernen geeigneten Lerngegenstand werden? Welche Eigenschaften weisen Lerngegenstände auf, die zum problemlösenden Lernen genutzt werden können? Folgend werden zur Beantwortung dieser Fragen der Schwierigkeitsgrad, der durch die Lerngegenstände angeregte Aktivitätsgrad, die Komplexität und die exemplarische Nutzbarkeit der Lerngegenstände genauer betrachtet.

#### **Schwierigkeit der Lerngegenstände**

Damit sich Lernende beim Problemlösen als erfolgreich erleben und Vertrauen in ihre Problemlösefähigkeit ausbilden, benötigen sie Lerngegenstände, die ihnen im Schwierigkeitsgrad entsprechen. Sie sind so zu wählen, dass einerseits die Schüler/innen vor Probleme gestellt werden, dass sie aber andererseits diese Probleme als lösbar empfinden. Die Entscheidung für oder gegen einen Lerngegenstand hängt damit auch von seinem Schwierigkeitsgrad ab.

Der Schwierigkeitsgrad kann durch die *Art des Problems*<sup>56</sup>, durch die *Bedingungen des Problemraumes*<sup>57</sup> und die im Problem enthaltene *Frageart*<sup>58</sup> bestimmt werden. Bringen die Schüler/innen auf sachlich-methodischem Gebiet oder auf formalem Gebiet nicht die Voraussetzungen mit, die sie zur selbständigen Lösung benötigen, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Die fehlenden Voraussetzungen werden vorab trainiert.
- Der Lerngegenstand wird den Voraussetzungen angepasst.
- Es werden Teilergebnisse akzeptiert und als Erfolg anerkannt.

Die Entscheidungen, welche Variante geeignet ist, wird meist während der Unterrichtsvorbereitung oder zu Beginn der jeweiligen Unterrichtsphase getroffen. Dabei wird durch die Entscheidung für Problemtyp, Problemraum und der für die Lernenden geeignete Schwierigkeitsgrad eingestellt. Methodische Hinweise, wie das konkret geschehen kann, werden im Kapitel zur Motivation (5.2.) ausgeführt.

---

<sup>56</sup> Als Problemarten unterschied DÖRNER (1995) Problemsituationen danach, ob die Problemlöser/innen das Ziel und die Lösungsmittel kennen (Interpolationsproblem), das Ziel kennen, aber die Mittel nicht (Syntheseprobleme), oder ob sie weder von den ihnen verfügbaren Lösungsmitteln noch vom Ziel eine genaue Vorstellung haben (dialektische Probleme) – siehe Teil B/3.3.2).

<sup>57</sup> Die Schwierigkeit einer Problemsituation ist auch vom Problemraum abhängig. Die Schwierigkeit hängt davon ab, wie umfangreich, vernetzt, dynamisch und transparent die Bedingungen (Konstellationen) innerhalb der Problemsituation sind und wie wirkungssicher, anwendungsbreit, vorbereitet und reversibel die zur Lösung notwendigen Handlungen (Operatoren) sind. Ausführlich wurden diese Zusammenhänge im Teil B/3.3.2 dargestellt.

<sup>58</sup> Je nach der Frage, die sich in der Problemsituation verbirgt, können verschiedene Verfahren zur Lösung nötig sein. Als Fragearten, die zur Problemlösung drängen, klassifiziert ECKERLE (1987, S. 122): Wie erkläre ich einen Sachverhalt? Wie prognostiziere ich aus einem oder mehreren Sachverhalten? Wie bewerte ich einen Sachverhalt? Welchen Weg wähle ich? Wie gehe ich vor? Welches Ziel, welche Ziele setze ich mir? (Zur genauen Erklärung der Fragearten siehe B/3.3.2 und B/5.2).

### ***Aktivitätsanregung durch die Lerngegenstände***

Soll eine schwere Lernsituation gemeistert werden, brauchen Lernende nicht nur Selbstvertrauen und Lösungsmut, sondern auch oft ein Bedürfnis, einen Willen zur Lösung. Lernbereitschaft kann dadurch entwickelt werden, dass die Lernmethode und das Lernergebnis ihnen aktuell oder perspektivisch als nützlich erscheinen. Das Bedürfnis kann aus Neugier erwachsen. Es kann auch aus dem Tun selbst erwachsen. Zum Tun anregende Lernsituationen sind zum Beispiel gegeben, wenn Schüler/innen nach Lösungen suchen, im Hypertext recherchieren, Informationen finden, Inhalte verbinden, allgemeine Theorien aufstellen und an der Wirklichkeit prüfen.

Geeignet sind daher allgemein Lerngegenstände, die spontan zu Handlungen herausfordern.

### ***Komplexität der Lerngegenstände***

Um das Potenzial von Hypertexten zu entfalten, ist der Lerngegenstand als komplexes System oder als Teil eines Systems zu betrachten. Entscheidend dafür ist die Teil-Ganzes-Hierarchie. Als kognitive Prozesse, die den Relationen dieser Hierarchie folgen, wurden das Analysieren und das Systematisieren beschrieben.

Inhaltlich gerichtetes Vorgehen im Unterricht bedeutet, dieser Hierarchie von aufeinander aufbauenden Teilen zu folgen. Typisch für dieses Vorgehen ist, dass einfache Sachverhalte als Grundlage für komplizierte genommen werden. Begonnen werden sollte daher bei einfachen Lerngegenständen, die sich dann zu komplexeren zusammensetzen lassen (vgl. ECKERLE 1978, S. 91 ff.). Am Beispiel hieße das: Das, was als charakteristisch am Gartenteich erarbeitet wird, kann später als Voraussetzung dienen, um darauf aufbauend Parkanlagen zu planen oder Naturschutzrichtlinien zu entwickeln. Hypertexte können helfen, geeignete komplexe Lerngegenstände anzubieten. Damit die Lernenden ihren aktuellen Aufenthaltsort als Ziel ihrer bisherigen Bemühungen und als Voraussetzung für weitere Ziele sehen können, sollte der gegenwärtige Lerngegenstand mit dem Wissen, für das er Grundlage ist und mit dem Vorwissen, auf das er aufbaut, verbunden werden (z. B. ECKERLE 1987, S. 91).

Nötig sind daher Lerngegenstände, die in Teil-Ganzes-Zusammenhänge eingeordnet werden können. Die Verbindungen zum Vorwissen und zum später zu Lernenden sind von den Lehrer/innen aufzuzeigen oder anzuregen.

### ***Exemplarität der Lerngegenstände***

Problemlösen ist als Lernprozess ein langsames Lernen. Ein Lernen, bei dem es darum geht, Hypothesen aufzustellen und prüfen, Umwege zu gehen und diese zu erkennen, zu korrigieren usw. Das hat eine entscheidende Konsequenz für den Lerngegenstand: Er muss den Zeitaufwand rechtfertigen. Geeignet erscheinen daher solche Lerngegenstände, wie sie von WAGENSCHNEIDER als exemplarische Fälle bezeichnet wurden (vgl. ROTH 1963, WAGENSCHNEIDER 1963).

Für exemplarisches Lernen ist die Einordnung eines Phänomens unter *einen* Oberbegriff wichtig. Durch diese klare Ober-Unterbegriffsbeziehung wird das Phänomen zu einem Beispiel. Wichtig ist, dass die Beispiele parallel sind, d. h. auf der gleichen Stufe der Abstraktheitshierarchie liegen und einen gemeinsamen Oberbegriff haben. Damit ein Beispiel exemplarisch wirken kann, ist es sinnvoll, den Lernenden diese Beispielfunktion zu demonstrieren (vgl. ECKERLE 1997, S. 93). So kann anhand der individuell bekannten Kaffeetasse allgemeines Wissen über Tassen als Trinkgefäße erworben werden, das auch auf andere, ungewohnte Tassenformen wie die Schnabeltasse übertragbar ist. Das Wissen, das beim exemplarischen Lernen erworben wird, soll anderen Kriterien genügen als denen der Quantität. Wichtige Kriterien sind die Gründlichkeit der Arbeit und

die Übertragbarkeit der Ergebnisse. Ein derart transportierbares Wissen ist die Basis für Allgemeinbildung.

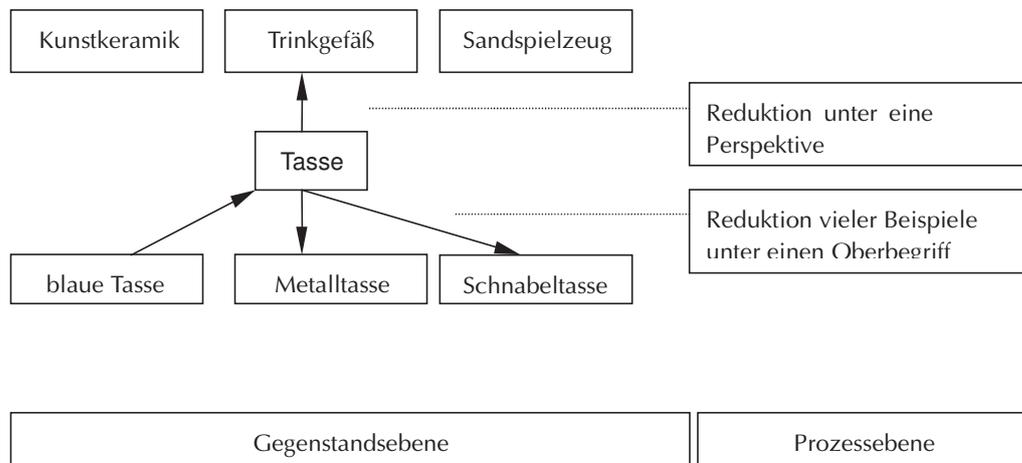


Abb. 15: Reduktion von Inhalten durch Klassifikationen

### ***Eigenschaften geeigneter Lerngegenstände***

Problemlösen ist ein individueller Informationsverarbeitungsprozess. Es kann daher nicht definiert werden, dass ein bestimmter Lerngegenstand immer und für jede Klasse eine problemhaltige Lernsituation in sich birgt. Daher werden keine Inhalte vorgestellt, sondern Hinweise gegeben, unter welchen Kriterien ein Lerngegenstand auf seine Eignung zum problemlösenden Lernen geprüft werden kann. Allgemein ist ein Lerngegenstand für problemlösendes Lernen mit Hypertext um so geeigneter, je stärker er folgenden Kriterien gerecht wird:

- Kriterium 1: Der Lerngegenstand ermöglicht die Arbeit an herausfordernden, aber lösbaren Problemen.
- Kriterium 2: Der Lerngegenstand regt zum selbständigen Tun/Denken an.
- Kriterium 3: Der Lerngegenstand regt strukturierendes Denken in vernetzten Zusammenhängen an.
- Kriterium 4: Der Lerngegenstand gestattet die exemplarische Übertragung der Ergebnisse.

## **2.2. Auswahl geeigneter Ziele**

In Teil A wurde erarbeitet, dass für Hypertexte eine Struktur typisch ist, in der Informationen nicht aufeinander folgend vom Kapitel A bis zum Kapitel Z, sondern als Netz angeordnet sind. Über Verknüpfungen (Links) können die einzelnen Knoten des Netzes (Text, Grafik, Video oder Tonfolge) erreicht werden. Die Entscheidung, welche Knoten in welcher Reihenfolge gelesen werden, liegt in der Verantwortung der Lesenden.

Hypertexte ähneln damit Baukästen ohne Bastelanleitung. Typisch für diese Materialien ist, dass man mit ihnen vielerlei bauen und dabei eigenverantwortlich entscheiden kann. Die Nutzer/innen bestimmen, wie sie vorgehen wollen, suchen die geeigneten Bausteine aus, überlegen, wie sie am besten zueinander passen. Mal wissen sie am Anfang nicht genau, wie die Endkom-

position aussehen wird. Mal haben sie ein Bauziel vor Augen und suchen nach den richtigen Bausteinen und nach einem geeigneten Bauplan. Beim Lernen mit Hypertext sind die enthaltenen Informationen ähnlich wie Bausteine zu nutzen. Sie müssen ausgewählt und so miteinander verbunden werden, dass ein stimmiges Gedankengebäude konstruiert bzw. komponiert wird. Hypertexte bieten den Lernenden damit ähnliche Freiheiten wie die beschriebenen Baukästen an. Lernende müssen und dürfen wie Bastler/innen bestimmen, wohin sie wollen bzw. welche Informationen sie dazu benötigen und wie sie die Informationen zusammensetzen. In Teil B wurde herausgearbeitet, dass dieses Vorgehen typisch für Problemlösesituationen ist und ein ständiges Abstimmen zwischen den bereits erarbeiteten Ergebnissen, dem angestrebten Ziel und neuen Informationen erfordert. Aber was kann man dabei lernen? Wozu dient Basteln mit Materialien ohne Bastelanleitung?

### **2.2.1. Klärung wichtiger Begriffe**

Im Zusammenhang mit den Lernzielen, die mit Hypertext gut zu erreichen sind, werden folgend vielfach Begriffe wie „systemisch“, „kausale Zusammenhänge“, „verschiedene Perspektiven“ usw. genutzt. Was genau mit den Bezeichnungen „systemisch“, „kausal“ und „multiple Perspektiven“ gemeint ist, soll hier kurz erklärt werden, denn diese Begriffe beschreiben die Verbindungen zwischen den Potenzialen von Hypertext und den Zielen des problemlösenden Lehrens und Lernens. Werden diese Bezeichnung falsch verstanden, laufen die weiteren Ausführungen Gefahr, ebenfalls falsch verstanden zu werden.

Die einzuführenden Begriffe haben ihre gemeinsame Wurzel in den Theorien zum Denken und Problemlösen der kognitiven Psychologie. Sie beziehen sich zumeist auf das in Teil B vorgestellte Modell der kognitiven Struktur von DÖRNER (z. B. 1975, 1979).

#### ***Systeme und systemisches Denken***

Die Fähigkeit zum systemischen Denken (vgl. B/3.2.4) wird bei DÖRNER als eine grundsätzliche Voraussetzung für erfolgreiches Umgehen mit komplexen Situationen – also auch für erfolgreiches Problemlösen – gesehen. Wichtig ist dabei, die Komponenten komplexer Sachverhalte zu erkennen und ihre Beziehungen zu entschlüsseln. Systemisch zu denken bedeutet nach DÖRNER (1989, S. 307), zu lernen,

daß man in komplexen Systemen nicht nur eine Sache machen kann, sondern, ob man will oder nicht, immer mehrere macht. Wir müssen es lernen, mit Nebenwirkungen umzugehen. Wir müssen es lernen, einzusehen, daß die Effekte unserer Entscheidungen und Entschlüsse an Orten zum Vorschein kommen können, an denen wir überhaupt nicht mit ihnen rechnen.

Systemisches Denken ist damit ein Denken innerhalb eines Netzes von Beziehungen. Es wird daher oft auch als vernetztes Denken bezeichnet.

#### ***Kausale Zusammenhänge (Ursachen- und Folgenbeziehungen)***

Was in dieser Arbeit als „kausaler Zusammenhang“ verstanden werden soll, wurde in Teil B/3.2.3 und 3.2.4 dargestellt und lässt sich wie folgt zusammenfassen: Beim Denken in Systemen stehen die Inhalte nicht in monokausalen Beziehungen zueinander. Sie sind eher – vergleichbar mit einem Netz – miteinander über *vielen* Bezugsfäden verbunden. Für das Denken in Ursache-Folge-Beziehungen bedeutet das, dass beispielsweise Sachverhalt A gleichzeitig Ursache von Sachverhalt B und Folge von Sachverhalt C sein kann. Weiterhin kann ein Sachverhalt mehrere Ursachen und Folgen haben und die Einflussfaktoren, die auf einen Sachverhalt wirken, können einander beeinflussen.

### ***Multiple Perspektiven***

Der Begriff „multiple Perspektiven“ meint, dass von verschiedenen Blickpunkten auf einen Sachverhalt geschaut wird. In Teil B wurde im Zusammenhang mit der Funktion der Abstraktheitshierarchie gezeigt, wie ein Sachverhalt / ein Phänomen aus vielen verschiedenen Sichten gesehen werden kann. Erst durch das Betrachten erhalten die Sachverhalte durch ihre Einordnung (Klassifikation) einen bestimmten Sinn (vgl. Teil A/4.2.1). Diese Zuordnung prägt ganz entscheidend die Sicht auf das Phänomen beim Weiterdenken. In alltäglichen Situationen treten weniger gewohnte oder komplexe Sachverhalte zunächst in einem breiten Spektrum an Sinnmöglichkeiten auf. Über einen Teich oder See kann beispielsweise aus biologischer, physikalischer, ästhetischer, ökologischer, sozialer Sicht nachgedacht werden. Der Teich oder See an sich hat noch keinen dieser Aspekte festgelegt. Werden mehrere dieser möglichen Sinngehalte gesehen, spricht man von multiplen Perspektiven.

### ***Multiple Perspektiven – Wissensgruppen***

Der moderne Begriff der „multiplen Perspektiven“ ähnelt dem Begriff der „Wissensgruppe“, den ECKERLE (1987, S. 99) nutzt (vgl. B/3.2.4). ECKERLE (ebd.) bezeichnet als Wissensgruppe eine „durch ihren gemeinsamen Bezug auf die gleiche Grundsituation gegebene Wissensmenge, für die subjektiv alternative Situationsweisen verfügbar sind“. Beispielsweise kann die Thematik Wehrdienstverweigerung als Grundsituation in der Menge des Wissens verschieden eingeordnet werden. Wehrdienstverweigerung kann, so schreibt ECKERLE (ebd., S. 100) als Beispiel für Grundrechte, als Beispiel für Handeln unter sozialem Druck oder als bürokratischer Vorgang betrachtet werden. Die Menge an Wissen, die gebildet wird, wenn Wehrdienstverweigerung nicht allein als freiheitliches Grundrecht, sondern auch unter den Aspekten der Sozialisation oder des Verfahrens betrachtet wird, bildet die Wissensgruppe. Vereinfacht gesagt ist eine Wissensgruppe das Ergebnis der Betrachtung eines Sachverhaltes aus verschiedenen Perspektiven. ECKERLE (ebd., S. 101) nannte auch Gründe für die Ausbildung in Wissensgruppen als sie schrieb: Wissensgruppen haben „unter dem Gesichtspunkt des Denkverhaltens den Effekt, Umstrukturierungen von Wissensmengen einzuüben und der gewohnheitsmäßigen, dem spontanen Denken naheliegenden Aspektierung, die immer einseitig informiert, eine Schwelle entgegenzusetzen“.

### **2.2.2. Hypertexte zum Erwerb von Können**

Von Hypertexten wird angenommen, dass sie geeignet sind, um kausale Zusammenhänge darzustellen, um Sachverhalte aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und damit systemisches Denken anzuregen. Davon ausgehend lassen sich verschiedene Lernziele aufzählen, die Strategien zum Lernen und damit Lernmethoden ausbilden sollen. Für Lernziele, die das „Lernen lernen“ beinhalten, ist Hypertext häufig sehr gut geeignet. Lernziele, bei denen Hypertexte für die Ausbildung solch wichtiger methodischer Kompetenzen eingesetzt werden können sind:

#### ***Lernziel: Selbständig Probleme lösen können***

Hypertexte bieten keine vorgefertigten Denkwege und Lösungsvorschläge an. Sie haben bei Problemlösungen ihren Platz dann, wenn verschiedene Blickrichtungen gesucht oder wenn fehlende Informationen recherchiert werden. Mittels Hypertext kann daher das selbstgesteuerte Problemlösen geübt werden.

#### ***Lernziel: Elementare kognitive Prozesse bewusst nutzen können***

Lernende, die Hypertexte nutzen, stehen meist vor komplexen kognitiven Anforderungen. Um systematisch vorzugehen, müssen sie sich der elementaren kognitiven Prozesse (Abstrahieren,

Konkretisieren, Analysieren, Synthetisieren, Folgen und Ursachen finden) bewusst werden und diese bewusst einsetzen. Verschiedene Möglichkeiten dazu, wie beim Lernen mit Hypertext die elementaren Denkprozesse bewusst geübt und genutzt werden können, werden in Kapitel 3 anhand der Lernsoftware „Winnie ist Feuer und Flamme“ vorgestellt.

### ***Lernziel: Strategisch vorgehen können***

Die Lernenden können strategisches Vorgehen, das beispielsweise zum Bewerten, Zielsetzen und Planen nötig ist, lernen. In der Schule können Hypertexte dazu dienen, die dafür nötigen komplex strukturierten und dennoch überschaubaren Inhalte anzubieten. Sie sind geeignet, um Lernsituationen zu initiieren, die zum bewussten heuristischen Vorgehen herausfordern.

### **Lernziel: Ergebnisse auswählen und ordnen können**

Beim Lernen mit Hypertexten müssen die Lernenden ihre Ergebnisse selbst auswählen und zusammenstellen, denn es gibt keine Gliederung im Hypertext, die ihnen als roter Faden dienen könnte. Die Lernenden müssen selbständig aus einer Vielfalt von Informationen die für ihr Anliegen nötigen erkennen, und sie müssen ihre Ergebnisse anhand einer eigenen Gliederung ordnen. Diese Freiheiten erfordern ein systematisches Vorgehen bei der Rezeption und bei der Produktion und Präsentation der Ergebnisse. Das ist schwer, aber in einer als Informationszeitalter bezeichneten Zeit außerordentlich wichtig. Das will gelernt sein und kann mit Hypertexten trainiert werden.

### ***Lernziel: In multiplen Perspektiven denken können – Wissensgruppen ausbilden können***

Hypertexte sind geeignet, um Sachverhalte unter verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Dadurch kann ein Verständnis für verschiedene Aspekte eines Sachverhaltes und systemisch strukturiertes Wissen entwickelt werden. So sieht z. B. ASTLEITNER (1997) besonders beim Lernen mit Hypertexten die Möglichkeit, „dass ein und dasselbe Thema ohne großen Aufwand aus verschiedenen Blickwinkeln bzw. Zugangsweisen gezeigt werden kann. Unterrichtsthemen können so nach unterschiedlichen Aspekten betrachtet werden, was eine bestimmte Form des Denkens anregt. Besondere Eigenschaft dieses Denkens ist es, dass das zugrundeliegende Wissen aus miteinander in Beziehung stehenden Bestandteilen besteht bzw. nicht isoliert wird. Unmittelbare Unterrichts Anwendungen ergeben sich z. B. im fächerübergreifenden Unterricht“ (ASTLEITNER 1997, S. 13).

### **2.2.3. Hypertexte zum Erwerb von Wissen**

Beim Lernen mit Hypertext erfolgt die Auseinandersetzung mit dem Inhalt selbständig und aktiv. Daher kann als Ergebnis ein gründlich erworbenes und gut verknüpftes Wissen erwartet werden. Das erfordert aber vor allem Zeit und setzt methodisch bewusstes Vorgehen voraus. Empirische Untersuchungen zum Wissenserwerb fielen oft nicht zu Gunsten von Hypertext aus (siehe Teil A/1). Allerdings verwies TERGAN (1997, S. 918) darauf, dass „bei empirischen Untersuchungen mit Hypertext/Hypermedia-Systemen in der Regel das Verstehen, Behalten und Erinnern eines vergleichsweise wenig umfangreichen, gut strukturierten und in sich abgeschlossenen Sachverhaltes im Vordergrund“ standen. Dabei ging es vor allem um fremdgesetzte Erfolgskriterien, wie sie aus der Arbeit mit hierarchisch gegliederten (Lehr-)Texten bekannt sind. Die für Hypertext typische Möglichkeit, dass „Lernende eigene Ziele und Interessen selbstgesteuert verfolgen können, wird nicht untersucht“ (ebd.). Allein aus dem theoretischen Wissen zur Struktur des Gedächtnisses und zum Aufbau von Hypertexten kann angenommen werden, dass sich das Medium besonders dann zum Wissenserwerb eignet, wenn Inhalte in Zusammenhänge eingeordnet

und Systeme verstanden werden sollen (vernetztes Wissen). Folgend wird beschrieben, für welche Lernziele Hypertexte geeignet sind und für welche sie eher nicht eingesetzt werden sollen.

***Lernziel: Ausbildung der Abstraktheitshierarchie***

Hypertexte sind geeignet, um zu einem Oberbegriff verschiedene Beispiele zu betrachten. Auch dadurch kann in der Wissensstruktur eine gut strukturierte Ober- Unterbegriffshierarchie ausgebildet werden.

***Lernziel: Wissen über das Ganze und seine Teile erwerben***

Hypertexte sind geeignet, wenn zu einem Inhalt verschiedene Teilaspekte betrachtet oder Teilaspekte zu einem Ganzen zusammengefügt werden sollen. Dadurch kann in der Wissensstruktur eine gut strukturierte Teil-Ganzes-Hierarchie ausgebildet werden.

***Lernziel: Wissen über vernetzte kausale Zusammenhänge***

Hypertexte sind geeignet, um vielfältige Ursache-Wirkungs-Beziehungen sichtbar zu machen, bei denen ein und derselbe Sachverhalt sowohl Ursache als auch Wirkung von anderen Sachverhalten sein kann. Dadurch kann in der Wissensstruktur eine gut strukturierte raum-zeitliche Struktur ausgebildet werden.

***Lernziel: Wissen über exemplarische Zusammenhänge (Klassifikationen) erwerben***

Hypertexte sind geeignet, um exemplarisch strukturiertes Wissen zu erwerben. In „Winnie ist Feuer und Flamme“ kann beispielsweise Grundwissen zu Lagerfeuern am Beispiel von sechs verschiedenen Lagerfeuerarten erarbeitet werden (siehe Abbildung 16). Voraussetzung dafür ist, dass im Hypertext die dazu nötigen Verbindungen zwischen Ober- und Unterbegriffen enthalten sind. Exemplarisch angelegtes Wissen dient als abschließendes Wissen, denn es kann genutzt werden, unbekannte Sachverhalte besser zu verstehen. Wenn Wissen über strukturähnliche Sachverhalte existiert und mit einem Oberbegriff verbunden ist, kann dieser Oberbegriff auch auf den unbekannteren Sachverhalt angewandt werden.

***Lernziel: Wissen in Wissensgruppen erwerben***

Hypertexte sind geeignet, um Sachverhalte aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Dabei wird von verschiedenen Oberbegriffen aus auf ein Beispiel geschaut. Die so entstehenden Alternativklassifikationen des Beispiels fasste ECKERLE (1987, S. 99) unter dem Begriff Wissensgruppe zusammen. Beim Lernen mit Hypertext können durch die Betrachtung eines Sachverhaltes aus verschiedenen Perspektiven Wissensgruppen ausgebildet werden, was die Entwicklung einer gut strukturierten Ober- Unterbegriffshierarchie unterstützt.

***Lernziel: Zügiger Erwerb von Faktenwissen***

Hypertexte sind ungeeignet, wenn Sachwissen nicht im Rahmen von Problemlösungen erarbeitet werden soll, beziehungsweise wenn zügig ganz bestimmte Fakten vermittelt oder bestimmte Abläufe vorgestellt werden sollen. In solchen Lernsituationen stört die Netzstruktur. Sie lenkt ab. Geeigneter sind instruktionelle Medien, die den Lernenden auf dem Denkweg zum beabsichtigten Ziel führen, wie z. B. gut gegliederte Vorträge oder Lehrtexte, Filme, Diafolien, Präsentationen usw.

### ***Lernziel: Systematisches Aufbauen einer neuen Wissensstruktur***

Hypertexte sind ungeeignet, wenn zu einem unbekanntem Themengebiet eine gut organisierte Wissensstruktur aufgebaut werden soll. Wenn Vorwissen fehlt, in das neue Informationen eingebettet werden können, erschweren Hypertexte durch ihre Komplexität das Lernen. Die Lernenden müssten dann „wie in einem Puzzle mit hohem Aufwand an Zeit und mentalem Einsatz aus den Informationspaketen selbst eine Struktur mit Beziehungen, Querverbindungen, Ober- und Unterkategorien usw. entwickeln“ (vgl. WEIDENMANN 1997, S. 95).

### **2.3. Auswahl der geeigneten methodischen Form**

In der Pädagogik gibt es verschiedene Modelle, um verschiedene methodische Ansätze zu systematisieren. Beim Lernen mit Hypertext steht Lernen mit einem hohen Selbststeuerungsanteil der Lernenden im Vordergrund. Im folgend genutzten Modell von KNOLL (2000, S. 133 ff.) steht der Zusammenhang zwischen dem Lernziel und dem Vorgehen im Vordergrund, so dass eine für den pädagogischen Einsatz günstige situationsangemessene Auswahl erfolgen kann. Ein weiterer Vorteil des Modells von KNOLL ist, dass er die einzelnen Methoden nicht in eine Wertepyramide baut, sondern je nach Lehr-Lernabsicht als geeignete und daher gleichberechtigte Varianten von Unterricht betrachtet.

KNOLL geht es speziell um Grundmodelle des Projektunterrichts. Zu deren Klärung beschreibt er Unterricht als Ganzes und grenzt verschiedene methodische Formen gegeneinander ab. Er greift die historischen Wurzeln des Projektunterrichts auf (WOODWARD, RICHARDS, KLIPATRICK, DEWEY und SUIN DE BOUTEMARD) und untersucht an diesen, wie und mit welchen Zielen die Schüler/innen im Unterricht selbständig lernen und wann diese Selbständigkeit im Unterricht angemessen ist.

KNOLL (2000) nennt in seiner Arbeit vier Modelle für den Projektunterricht: das lineare, das integrierte, das universelle und das aktionistische Modell. Für einen hypertextgestützten Unterricht erscheinen vor allem die im linearen Modell von WOODWARD unterschiedenen grundlegenden Unterrichtsmethoden und deren Weiterführung im aktionistischen Modell von SUIN DE BOUTEMARD wichtig.

Von WOODWARD stammt das für den Werkunterricht entwickelte lineare Modell. In diesem bauen drei verschiedene Unterrichtsmethoden aufeinander auf. Zunächst erfolgt im Lehrgang die Unterweisung, danach in der Übung das Vertiefen und anschließend im Projekt das selbständige Arbeiten an komplexen, von den Schüler/innen geplanten Vorhaben.

Im aktionistischen Modell grenzt SUIN DE BOUTEMARD den Projektunterricht gegen andere Unterrichtsmethoden ab. Er unterscheidet dabei idealtypisch drei Grundformen, die er Informations-, Problem- und Projektunterricht nennt (KNOLL 2000, S. 73). Neu bei SUIN DE BOUTEMARD ist, dass er die methodischen Grundformen aus dem Modell von WOODWARD um die Form des Problemunterrichts ergänzt. Dadurch unterscheidet SUIN DE BOUTEMARD Unterrichtsmethoden mit eher wissensvermittelndem Schwerpunkt und den eher auf die Ausbildung von Können ausgerichteten Problemunterricht. Eine ähnliche Unterscheidung wurde im Teil B/1.4 und 2.3 vorgenommen, um kognitive Prozesse, die zum Ausbilden einer Wissensstruktur nötig sind von denen zu unterscheiden, die dazu dienen, mit dem vorhandenen Wissen umzugehen. Im Problemunterricht werden die „behandelten Themen, Fragen und Aufgaben – anders als beim Informationsunterricht – nicht nur transferiert, sondern auch umstrukturiert und reinterpretiert (KNOLL 2000, S. 73).

SUIN DE BOUTEMARD betrachtet allerdings die verschiedenen methodischen Grundformen nicht gleichberechtigt, wie WOORWARD, sondern sieht im Projekt das eigentliche Ziel und damit die höchste Unterrichtsform. Diese normative Einordnung wird von KNOLL kritisiert (ebd., S 75). KNOLL betont, dass gerade die gleichberechtigte Betrachtung der drei Unterrichtsformen die Möglichkeit bietet, die ihnen innewohnenden Kräfte zu nutzen. Sie alle haben ihren spezifischen und berechtigten Platz im Lernprozess. Dadurch entstehen auch drei verschiedene und gleichberechtigte Lehrerrollen: die inhaltlich instruierende und unterweisende im Lehrgang, die auf Reflexion, Umstrukturierung, Systematik, Planung und Ziel lenkende beim Problemlernen und die zurücknehmend helfende und beratende im Projekt.

Im Weiteren werden nicht alle drei methodischen Grundformen analysiert, sondern die für das selbstgesteuerte und problemlösende Lernen mit Hypertext geeignete – der Problemunterricht.

Für eine vertiefende Auseinandersetzung mit dem Problemunterricht wird dieser nicht nur als Ganzes betrachtet, sondern in einzelne Phasen zerlegt. Grundlage dafür sind vor allem die Phasenschemata von DÖRNER (1998)<sup>59</sup>, KLINGBERG (1982)<sup>60</sup>, ROTH (1963, S. 222 ff.) und SCHEIBNER (1922)<sup>61</sup>.

Die Darstellung der einzelnen Lernphasen baut auf dem Modell von ROTH (1963) auf. ROTH berücksichtigt einerseits die für Pädagog/innen vertraute Einteilung des Lernprozesses in einzelne Lernschritte (Stufe der Motivation; Stufe der Schwierigkeiten; Stufe der Lösungen; Stufe des Tuns und Ausführens; Stufe des Behaltens und Einübens; Stufe des Bereitstellens, der Übertragung und der Integration des Gelernten). Dabei verbindet ROTH die bekannten pädagogischen Muster mit den Erkenntnissen über den Ablauf von Problemlöseprozessen. Andererseits bietet das Modell die Möglichkeit, die einzelne Phasen miteinander zu kombinieren, so dass sein Modell flexibel einsetzbare Bausteine für den Unterricht anbietet. Durch die Verbindung von kognitionspsychologischen Grundlagen mit pädagogischen Erfahrungen ist es für die praktische Verwendung beim Einsatz von Hypertexten im Unterricht besonders hilfreich.

---

<sup>59</sup> DÖRNER (1998) fasst Phasen von Problemlöseprozessen zusammen, die einem systematischen Problemlösen dienen sollen, damit beispielsweise die Auswertung nicht vergessen wird und die einzelnen Phasen das angemessene Gewicht erhalten. Bei DÖRNER heißen die Phasen Zielausarbeitung; Modellbildung und Informationssammlung; Prognose und Extrapolation; Planung von Aktionen; Entscheidung und Durchführung von Aktionen; Effektkontrolle und Revision (DÖRNER 1998, S. 67).

<sup>60</sup> KLINGBERG (1982) ordnet die einzelnen Phasen nicht nach der Zeit, sondern kausal nach der Funktion für den Lernprozess. Er gliedert den Unterrichtsprozess in Funktionen wie Hinführung / Vorbereitung; Arbeit am neuen Stoff; Arbeit am bekannten Stoff; Kontrolle und Bewertung. Die Phasen folgen aber keinem zeitlichen Ablauf, sondern können als einzelne Segmente verstanden werden, die flexibel miteinander kombinierbar sind.

<sup>61</sup> Über SCHEIBNER schreibt ECKERLE (1983, S. 162), dass er 1922 für die Gaudig-Schule verschiedene Schritte der Arbeitsplanung zum selbsttätigen Arbeiten systematisierte (Zielsetzung; Aufsuchen, Prüfen und Ordnen der Mittel; Planen und Aufgliedern des Weges in Abschnitte; Ausführen und Verbinden der Arbeitsschritte; Prüfen und Auswerten der Ergebnisse). Sie besitzen heuristischen Wert und können von Schüler/innen selbst angewandt werden.

### **3. Mit Hypertext denken lernen – Hinweise zur Unterrichtssteuerung für Lehrer/innen zur Gestaltung geeigneter Lernsituationen**

#### **3.1. Die Rolle der Lernsituation im Unterrichtsprozess**

Bisher wurden Aussagen getroffen, wie auf Zielebene, Inhaltsebene (Lerngegenstand) und methodischer Ebene Unterricht so vorbereitet werden kann, dass geeignete Bedingungen für selbstgesteuertes, problemlösendes Lehren und Lernen mit Hypertexten gegeben sind. Bei den Darstellungen wurde ein allgemeiner Zugang genutzt. Für Lehrer/innen werden diese Aussagen aber erst hilfreich, wenn sie praktisch umsetzbar sind. Dazu müssen sie von dieser allgemeinen, visionären Ebene heruntergebrochen und konkret gemacht werden. Das wird folgend getan, indem immer gefragt wird: „Wie kann man Hypertext zur Umsetzung einer bestimmten Absicht nutzen?“ An einzelnen Beispielen wird genau und anschaulich erläutert, wie das im Kapitel 2 allgemein Dargestellte in die Praxis umgesetzt werden kann. In den Kapiteln 3.2. und 3.3. werden zunächst die kleinsten Teile von Lernprozessen betrachtet – abgeschlossene Lernsituationen. Im Kapitel 3.4. werden diese abgeschlossene Lernsituationen zu heuristischen Strategien verbunden. Als Grundlage dienen die Fragearten. Beispiele illustrieren jeweils den konkreten Einsatz im Unterricht. Im Kapitel 4 werden die Lernsituationen in das nächstgrößere Ganze – in umfangreiche Unterrichtsphasen – eingeordnet. Durch dieses schrittweise Vorgehen wird Hypertext aus seiner engen Bindung an stark selbstorganisierte Großformen gelöst und in seiner funktionellen Eignung für Unterricht überhaupt verständlich.

Lernsituationen sind Segmente von Lernprozessen. In ihnen treiben Lehrende und Lernende den Lernprozess mit Hilfe verschiedener Handlungen voran. Für selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen mit Hypertexten sind es vor allem die elementaren kognitiven Prozesse und die Denkstrategien, durch die der Lernprozess vorwärts getrieben wird. Wie aber können Lehrer/innen ihre Schüler/innen anregen, strategisch zu denken? Welche Methoden können sie einsetzen, um die beabsichtigten Denktätigkeiten zu initiieren? Entsprechende Methoden, in Anlehnung an MEYER (1987) als Inszenierungstechniken bezeichnet, werden folgend vorgestellt. Auf den Unterricht haben diese Inszenierungstechniken doppelt regulierenden Einfluss: Durch ihre äußere, inszenierende Seite wird bestimmt, was im Unterricht getan wird. Durch ihre innere, kompetenzbildende Seite wird bestimmt, was dabei gelernt werden kann.

#### **3.2. Inszenierungstechniken zum spontanen Einsatz elementarer kognitiver Prozesse**

Für Problemlöseprozesse mit Hypertexten sind Unterrichtssituationen typisch, in denen Informationsbausteine gesucht, ausgewählt und strukturiert werden müssen. Zur Bewältigung dieser Anforderungen ist es wichtig, dass die Problemlöser/innen die spontan verfügbaren kognitiven Prozesse systematisch einsetzen können. Eine Voraussetzung dafür ist, dass die Problemlöser/innen wissen, welche kognitiven Prozesse es gibt und wie sie wirken. Sie benötigen Erfahrungen dazu, dass Abstrahieren anders geht und anders verwendet wird als Differenzieren und dass es im Unterschied zu diesen hierarchisch angelegten kognitiven Prozessen auch kausale Zusammenhänge gibt. Sie benötigen Erfahrungen dazu, wann und wie sie die elementaren kognitiven Prozesse gezielt nutzen können und zu welchen Ergebnissen sie führen. Erst wenn sie einschätzen können, wann der eine und wann der andere kognitive Prozess geeignet ist, können die kognitiven Prozesse als Instrumente zum Suchen und Ordnen von Informationen sicher und systematisch

verwendet werden. Eine mögliche pädagogische Umsetzung einer solchen Lernsituation lässt sich wie folgt gestalten:

### ***Sammeln von Informationen mit Hypertext und Sortieren der Ergebnisse aus dem Hypertext***

Die Schüler/innen dürfen zu einem Thema einfach drauflossurfen. Anschließend wird der Informations-Bausteinhaufen geordnet. Dazu können die aus dem Hypertext herausgesuchten Inhalte auf Karteikarten notiert bzw. gedruckt werden. Die Karteikarten werden ausgelegt und durch Papierpfeile verbunden. Die Papierpfeile sollten gemäß den in Teil B/3.2.3. vorgestellten Relationen von DÖRNER beschriftet sein mit „ist ein Beispiel von“, „ist ein Oberbegriff von“, „ist das Ganze von“, „ist ein Teil von“, „ist Ursache von“, „ist Folge von“, „steht in zeitlicher Beziehung zu“, „steht in räumlicher Beziehung zu“ usw. Dadurch wird ein „Nutzerhypertext“ auf Papierbasis geschaffen. Er bleibt im Ganzen sichtbar und macht die Wirkung der Relationen deutlich. Wenn beabsichtigt, kann dieses Netz in eine lineare (hierarchische) Präsentation umgeordnet werden. Da Hypertexte nie vollständig gelesen werden, kann es sein, dass gerade wichtige Oberbegriffe nicht mitgelesen oder nicht erkannt werden. Für diesen Fall ist es ratsam, einige unbeschriftete Karten verfügbar zu halten, um das Netzwerk mit eigenem Wissen zu ergänzen.

Natürlich sind beim Lernen mit Hypertexten systematische Verfahren, die auf den elementaren Denkprozessen aufbauen, sehr wichtig. Sie unterstützen ein orientierungssicheres Bewegen im Hypertext. Gleichzeitig können die Lernenden beim Arbeiten mit Hypertext systematisches Denken üben und trainieren. Oft reagieren die Lernenden aber zunächst spontan. Bereits dort kann gezielt die pädagogische Arbeit ansetzen. Wenn ein Hypertext auf dem Bildschirm erscheint, reizt er zunächst zum Stöbern. Dieses ungerichtete Vorgehen sollte den Lernenden nicht verboten werden. Es ist zunächst geeignet zum Sammeln von Informationen mit Hypertext und zum Sortieren der Ergebnisse aus dem Hypertext.

## **3.3. Inszenierungstechniken zum systematischen Einsatz elementarer kognitiver Prozesse beim Lernen mit Hypertext**

### **3.3.1. Kognitive Prozesse beim Lernen mit Hypertexten**

Was ein Mensch weiß, hat er als Begriffe oder Schemata in seiner Wissensstruktur gespeichert. Um sich diesen Wissensvorrat vorzustellen und um auf ihn Einfluss zu nehmen, haben Psycholog/innen verschiedene Theorien und Modelle entwickelt. Für die folgenden Ausführungen ist das Modell von DÖRNER (1975, 1979) zur Wissensstruktur – er nennt sie Epistemische Struktur (ES) – wichtig. Das Modell wurde in Teil B/3. ausführlich beschrieben. Folgend werden die Vorstellungen über die Beziehungen (Relationen) zwischen den Wissens-elementen genutzt, um Informationen aus Hypertextnetzen gezielt abrufen beziehungsweise systematisch ordnen zu können.

Als Beziehungen nannte DÖRNER zwei hierarchische Strukturen, die Abstraktheitshierarchie und die Teil-Ganzes-Hierarchie, sowie die nicht-hierarchisch angelegten räumlich-zeitlichen Beziehungen. Den Relationen folgend wurden in Teil B/3.3.4. als elementare kognitive Prozesse vorgestellt:

*Hierarchisch strukturierte Denkprozesse, die der doppelt hierarchischen Struktur folgen:*

- Analysieren als Zergliedern von Ganzen in seine Teile (Teil-Ganzes-Hierarchie)
- Synthetisieren als Verbinden von Teilen zu Ganzen (Teil-Ganzes-Hierarchie)
- Abstrahieren als Bilden von Oberbegriffen (Abstraktheitshierarchie)

- Konkretisieren als Bilden von Beispielen (Abstraktheitshierarchie)

*Komplexionsorientierte* kognitive Prozesse zum Herstellen

- räumlicher,
- zeitlicher und
- kausaler (raum-zeitlicher)

Beziehungen.

Die Bedeutung der grundlegenden kognitiven Prozesse richtig einzuschätzen ist wichtig, um ihnen den angemessenen Stellenwert beim Problemlösen zuschreiben zu können. Daher wird an dieser Stelle daran erinnert, dass Lernende im Schulalter durch Vormachen-Nachmachen, durch Erklärungen und Beobachtungen, Erleben usw. bereits strukturiertes Wissen erworben haben. Die Inhalte, die sie in ihrem Gedächtnis speichern, können durchaus verschieden sein. Ähnlich sind aber die Beziehungen zwischen den Inhalten (Oberbegriff-Unterbegriff, Teil-Ganzes, Kausalität). Sie sind entscheidend, wenn Denken und Problemlösen weiterentwickelt werden sollen, denn sie dienen zum gezielten Aufrufen von Inhalten – sowohl aus dem Wissensvorrat im Kopf als auch aus dem Informationsvorrat im Hypertext. In beiden netzartig strukturierten Speichern sind nie alle gespeicherten Inhalte gleichzeitig aktiv. Bewusstes Aufrufen geschieht, indem man genau dem dafür nötigen „Link“, der dafür nötigen Beziehung, folgt. Mit demselben Denkprinzip können nicht nur Informationen gefunden und aktiviert, sondern auch verbunden und geordnet werden.

Die elementaren Denkprozesse laufen spontan ab, allerdings nicht spontan systematisch. Zu oft werden beim spontanen Denken ungewohnte, unerwartete, ungeliebte Zusammenhänge vernachlässigt (vgl. B/4), oder es fällt schwer, sich in Informationsnetzen zu orientieren. Es ist daher nötig, dass die kognitiven Prozesse gleich Schritten in eine bestimmte Richtung gelenkt und zu planbaren Denkabläufen verbunden werden. Die folgenden Vorschläge werden zeigen, wie Hypertexte genutzt werden können, um bewusst bestimmte kognitive Prozesse anzuregen. Um die Vorschläge am Beispiel erklären zu können, wird an geeigneten Stellen auf die Hypermedia-Arbeitsumgebung „Winnie ist Feuer und Flamme“ (vgl. Teil A/1.2.) verwiesen. Die Abbildungen sind Bildschirmfotografien aus dieser Arbeitsumgebung. Im Rahmen der elementaren kognitiven Prozesse wird besonders auf das Abstrahieren eingegangen, da es für schulisches und besonders für exemplarisches Lernen sehr wichtig ist. Aber es darf nicht vergessen werden, dass erst das Verständnis der konkreten Inhalte, gekennzeichnet durch die Teil-Ganzes-Relationen und die raum-zeitlichen Relationen, den eigentlichen *Denkinhalt* bieten, der verallgemeinert oder konkretisiert werden kann.

### 3.3.2. Abstrahieren mit Hypertext

Abstraktionsprozesse können mit Hypertexten auf verschiedene Art initiiert werden. Vorgestellt werden folgend Lernsituationen, in denen

- von einem Browser ausgehend abstrahiert wird,
- von einem Überblicksknoten ausgehend abstrahiert wird,
- von einer browserähnlichen Seite mit mehreren Oberbegriffen ausgehend abstrahiert wird (multiple Perspektiven).

Folgend werden die hier genannten Möglichkeiten am Beispiel näher erklärt.

## Ausgangsort Browser

Abstraktionsprozesse können mit Hilfe von Hypertext angeregt werden, indem ein *Browser* präsentiert wird, auf dem zu einem Oberbegriff viele Beispiele genannt werden. Abbildung 16 zeigt eine Seite aus „Winnie ist Feuer und Flamme“, auf der unter dem Titel „Verschiedene Feuerstellen“ (Oberbegriff: Lagerfeuerarten) „nur“ sechs Beispiele für unterschiedliche Feuerarten aufgezählt werden.

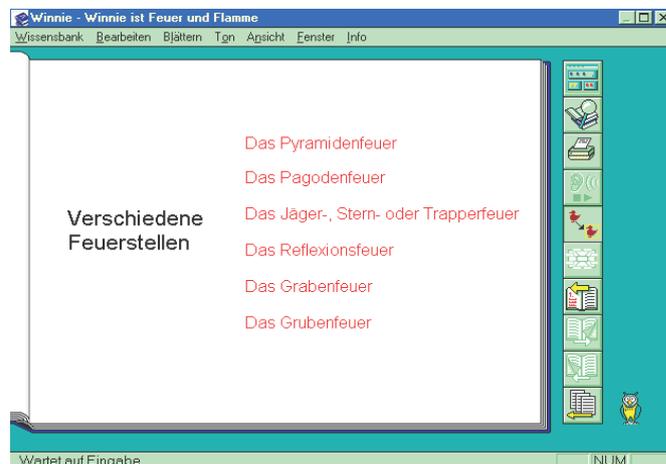


Abb. 16: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – verschiedene Lagerfeuerarten

Die Beispiele funktionieren als Links. Browser dieser Art bieten eine datenbankähnliche Sammlung von Beispielen. Inhaltliche Aussagen zu den Feuerarten werden nicht getroffen. Die Abstrakt-Konkret-Beziehung zwischen dem Begriff Feuerstelle und dem Grubenfeuer kann aber an einer solchen Seite für die Schüler/innen sehr gut verständlich werden. Sie werden schnell erkennen, dass das Grubenfeuer eine Form einer Feuerstelle ist, so wie das Pagodenfeuer auch.

An dieser Stelle kann das Lernumfeld in seiner Netzform ein Unterrichtsgespräch über Ober-Unterbegriffe anregen. Wenn verschiedene Schüler/innen zu verschiedenen Feuerstellen konkrete Informationen erarbeitet haben, können ausgehend vom Informationsmaterial (z. B. Hypertext) die Begriffe Feuerstelle und Grubenfeuer verglichen werden. Die Schüler/innen werden erkennen, dass ihre Beispiele viel konkreter sind als der Oberbegriff, unter den sich mehrere Beispiele einordnen lassen und dass der Oberbegriff die den Unterbegriffen *gemeinsamen* Merkmale beinhaltet.

Durch das Arbeiten mit diesen Zusammenhängen können den Schüler/innen Grundprinzipien des Denkens deutlich gemacht werden. Der Schritt zum Verständnis, wie exemplarisch gelernt wird und wie dieses exemplarische Wissen so genutzt werden kann, dass es zum Erschließen neuer Inhalte dient, ist nur gering. Er wird von den Schüler/innen gegangen, sobald sie erkennen, dass sie selbst ohne jemals etwas vom Reflexionsfeuer gehört zu haben dazu einige Aussagen treffen können. Dazu benötigen sie ihr allgemeines Wissen, das sie z. B. am Grubenfeuer erworben und am Pagodenfeuer geprüft haben. Sie haben dabei bereits gelernt, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen den Feuerstellen in ihrer Form und ihrer Wirkung besteht. Um Wissen über eine noch unbekannte Feuerstelle zu erlangen, müssen Schüler/innen also die konkrete Anordnung der Brennmaterialien und die Wirkung dieser Anordnung untersuchen. Dieses zu verstehen, hieße Sicherheit und Ruhe zu gewinnen, da den Schüler/innen nicht eilends viel Wissen beigebracht werden muss, sondern grundlegendes Wissen und Können als Basis für allge-

meines Wissen und Können zu erarbeiten ist. Hypertexte können dazu beitragen. Sie bieten die angemessene Struktur und sie bieten eine breite und damit breit motivierende Inhaltspalette.

### **Ausgangsort Überblicksknoten**

Überblicksknoten sind Seiten, auf denen ein zu behandelnder Oberbegriff im Zentrum steht von dem verschiedene Verweise abgehen, die zu Beispielen führen. Mit Hilfe eines solchen Knotens kann das Lernen von Abstraktionsprozessen mit Hilfe von Hypertext veranlasst werden. Geeignet ist dieser Einstieg dann, wenn es um den konkreten Lerninhalt geht und nicht darum, die Struktur eines Oberbegriffs zu klären.

Der Lehrtext des in Abbildung 17 gezeigten Überblicksknotens ist vom Allgemeinen zum Konkreten hin aufgebaut. Die Lernenden erhalten zunächst eine allgemeine Einordnung und wissen nun, unter welchem Aspekt sie die zu Kohle, Öl und Erdgas angebotenen Hypertextseiten lesen sollen. Die Schüler/innen können lernen, vom Allgemeinen ausgehend das Konkrete zu erforschen, ohne den allgemeinen Zusammenhang aus dem Blick zu verlieren. Ihr Vorgehen ist dann orientierungssicher, wenn sie wissen, wo sie sich im Hypertext befinden (z. B. auf Seiten, die einzelne Brennmaterialien näher beschreiben), wohin sie als nächstes wollen (zu einem anderen Brennmaterial, zu einem anderen Thema) und wo sie das finden (ausgehend vom Link der Überblicksseite). Werden Schüler/innen mit entsprechenden Einstiegsseiten konfrontiert, besteht natürlich noch immer die Gefahr, dass sie vom angelegten Denkweg abkommen und sich

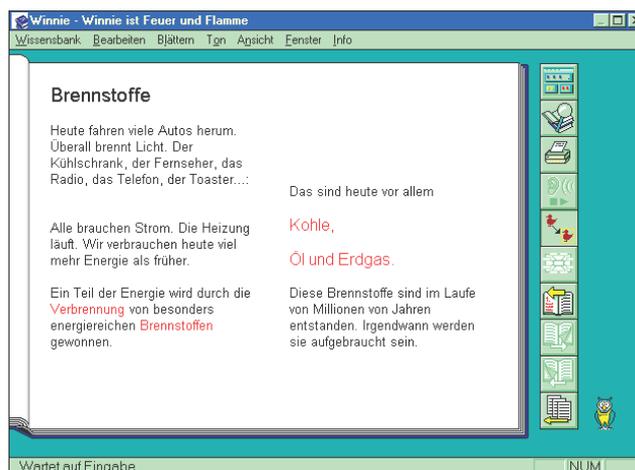


Abb. 17: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Brennstoffe

möglicherweise im Hypertext „verlaufen“. Dem können Lehrer/innen begegnen, indem sie z. B. entsprechenden Schüler/innen zusätzlich Arbeitshinweise/Arbeitsaufgaben geben oder die Schüler/innen auffordern, sich zuerst die Fragen zu notieren, die sie mittels Hypertext beantworten wollen.

Im Unterschied zum Browser werden beim Überblicksknoten bereits inhaltliche Zusammenhänge benannt. Sie können und müssen nicht mehr durch die Lernenden entdeckt werden.

### **Ausgangsort Übersichtsseite (multiple Perspektiven)**

Abstraktionsprozesse zum Bilden von *multiplen Perspektiven* können mit Hypertext z. B. durch die Präsentation einer Hypertextseite veranlasst werden, auf der ein Inhalt (z. B. Feuer) unter *verschiedene* Oberbegriffe geordnet ist.

So wird „Feuer“ im Einstiegsbrowser von „Winnie ist Feuer und Flamme“ (Abbildung 18) als Beispiel für Abenteuer (Lagerfeuer) aber auch als Element in Naturwissenschaft, Technik, als historisches Thema oder als vermeidbare Gefahr betrachtet. Den Schüler/innen stehen so verschiedene Perspektiven zur Verfügung, unter denen sie „Feuer“ untersuchen können. Es ist dadurch möglich, komplexe Zusammenhänge zu verstehen und einen Sachverhalt unter verschiedene Oberbegriffe zu ordnen (siehe Ausbildung von Wissensgruppen unter 2.2).



Abb. 18: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Einstiegsseite

### **3.3.3. Konkretisieren mit Hypertexten**

Dieser kognitive Prozess ist auf der gleichen Hierarchielinie wie das Abstrahieren angesiedelt. Während das Abstrahieren vom Konkreten ausgehend zum Allgemeinen aufsteigt, erfolgt das Konkretisieren vom Allgemeinen ausgehend hin zum konkreten (bekannten) Beispiel. Konkretisieren kann dazu dienen, einen abstrakten Inhalt „klarer“ und vielleicht sogar bildlich vorstellbar werden zu lassen. Es kann auch dazu führen, Abstraktes durch wirklich konkret Erlebtes, Vorstellbares usw. an vorhandene Erfahrungen zu binden, so dass Vorwissen aktiviert wird, auf das zurückgegriffen und an das angeknüpft werden kann.

In Abbildung 16 wurden verschiedene Beispiele für Lagerfeuer gezeigt. Natürlich kann diese Seite auch zum Konkretisieren genutzt werden.

Eine ähnlich strukturierte Möglichkeit bietet die auf der in Abbildung 19 gezeigte Seite zum Thema „Feuer aus der Natur“. Auf dieser Seite werden drei Themengruppen angeboten, zu denen vielen Schüler/innen spontan etwas einfallen kann. Positiv daran ist, dass die Lernenden so ihr eigenes Vorwissen aktualisieren. Die Entscheidung für einen Unterbegriff kann dann sehr motiviert erfolgen.

Im Unterschied zu Abstraktionsprozessen werden hier wenige Unterbegriffe zum allgemeinen Thema angeboten, so dass die Schüler/innen weitere, ihnen bekannte Beispiele finden können. Wichtig ist, dass sie dabei – soll das Konkretisieren geübt werden – auf der Abstraktheitshierar-

chie abwärts gehen und sich nicht in Teilaspekte des Themas vertiefen. Prüfbar ist das, indem sprachlich kontrolliert wird, ob der genannte Inhalt *ein Beispiel* für einen Vulkan, einen Blitz, eine Sonneneinwirkung ist.

Besonders, wenn sehr abstrakte Knoten präsentiert werden, und die Lernenden aufgefordert werden, konkrete Situationen, Erlebnisse, Vorstellungen dazu zu äußern, können geeignete kognitive Prozesse angeregt werden. Ausgangspunkte im Hypertext sind dann Knoten mit hohem Abstrakt-

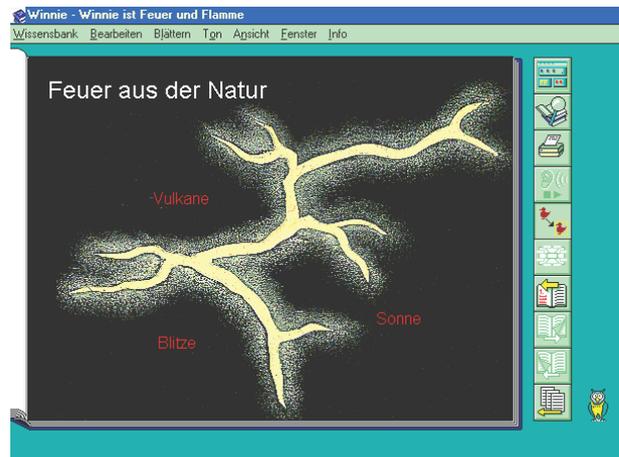


Abb. 19: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Feuer aus der Natur

heitsgrad, in denen Links auf verschiedene Beispiele verweisen.

### 3.3.4. Analysieren mit Hypertexten

Analyseprozesse sind auf der Teil-Ganzes-Hierarchie angesiedelt. Die angebotenen Links führen zu Teilaspekten. Erkennbar wird das an den Formulierungen wie beispielsweise „ein Brennprozess *hat* Hitze“. Analysen dienen dazu, komplexe Sachverhalte in ihre Teile zu zerlegen. Dadurch wird erkennbar, aus welchen Bestandteilen ein Ganzes besteht, welche Funktion die einzelnen Teile haben usw. Die verschiedenen Teile zu kennen hilft beim Entscheiden darüber, in welcher Intensität und Reihenfolge die einzelnen Teile vertieft werden sollen. Innerhalb der betrachtbaren Teilaspekte werden auch räumliche, zeitliche und kausale Zusammenhänge wichtig. Lernende entwickeln ein differenziertes Bild von dem, was sie lernen und verstehen sollen. Das an einem Teilaspekt erarbeitete Wissen wirkt jedoch nicht exemplarisch. Es kann nicht, wie es beim Konkretisieren möglich war, auf andere Teilaspekte übertragen werden.

#### **Präsentation sehr komplexer Sachverhalte**

Analysen können angeregt werden, indem den Schüler/innen sehr komplexe Sachverhalte im Hypertext präsentiert werden. Da die Bearbeitung sehr komplexer Sachverhalte schnell unübersichtlich erscheint, wird das unübersichtliche Ganze in überschaubare Einzelteile zerlegt, Arbeitsreihenfolgen werden festgelegt, Schwerpunkte werden gesetzt. Geeignet sind Knoten, in denen das Ganze bereits so in seine Teile aufgegliedert ist, dass diese als Link funktionieren. Die genannten Teile verweisen dann zu anderen Knoten, in denen sie weiter vertieft werden.



Abb. 20: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Was passiert, wenn es brennt?

Wenn die Schüler/innen den Auflösungsgrad<sup>62</sup> ihrer Analyse selbst bestimmen, kann das Spektrum vom allgemeinen Überblick bis zum detaillierten Vertiefen eines Teilaspektes reichen. Während der Analyse werden in der Regel assoziative oder typisierte Links (siehe dazu Teil A/2.2.1.) genutzt. Als Vorgehen ist das gerichtete Browsing geeignet.

In der Hypermedia-Arbeitsumgebung „Winnie ist Feuer und Flamme“ gibt es verschiedene entsprechende Seiten. Auf der in Abbildung 20 vorgestellten Seite geht es um den Brennprozess und speziell darum, was man braucht, damit es brennt, und was passiert, wenn es brennt. Die Lernenden erhalten einen ersten, allgemeinen Einblick. Die zum Brennen notwendigen Bedingungen (Brennstoff, Sauerstoff und Hitze) werden genannt, dienen aber gleichzeitig als Link und verweisen damit darauf, dass zu jeder Bedingung noch weitere Informationen angeboten werden. Die Lernenden erhalten so einen Überblick, indem sie das Ganze vor Augen haben. Sie erhalten ebenfalls Hinweise dazu, welche wichtigen Bestandteile der Brennprozess als Ganzes hat. Und sie werden durch die Linkfunktion der Teile angeregt, sich vertiefend mit ihnen zu beschäftigen und nicht beim Überblick zu verharren. Die rechts neben dem Textfeld angebrachte Symbolleiste enthält als siebentes Icon einen nach links gerichteten Pfeil. Nutzen die Schüler/innen diesen Link, dann gelangen sie stets zu der hier abgebildeten Überblicksseite zurück. Dadurch können sie jederzeit das, was sie über die Teile erfahren, problemlos in das Ganze hineindenken. Diese „Rückkopplung“ ist wichtig, damit am Ende die erarbeiteten Teilaspekte gut zusammengefügt werden können.

### **Auswertungsmöglichkeiten**

In der Auswertung kommt es darauf an, ob alle Schüler/innen in alle Teilaspekte Einsicht haben und das Ganze erfassen sollen oder nicht. Eine Lehrerin beschrieb die damit verbundene methodische Schwierigkeit in einer Diskussion sinngemäß: „Wenn ich meine Schüler/innen in Gruppen lernen lasse, lernt jede Gruppe nur auf ihrem Gebiet. Am Ende muss ich als Lehrerin nochmals alles zusammenfassen.“ Methodisch wichtig ist hier die Klarheit darüber, dass die Teil-Ganzes-Hierarchie nach anderen Prinzipien arbeitet als die Abstraktheitshierarchie. Beim exemplarischen Lernen (Abstraktheitshierarchie) geht es darum, dass an verschiedenen Beispielen ähnli-

<sup>62</sup> Der „richtige“ Auflösungsgrad ist an sich kaum festzulegen. Er kann sich im Laufe der Problemlösung auch ändern. Entscheidend ist, dass die Auflösung zur Zielvariablen, also zu dem, was man erreichen will, passt (vgl. DÖRNER 1998, S. 116, und B/3.2.4).

ches Sachwissen erworben wird. Wählen die Lernenden aber die Teilaspekte (Teil-Ganzes-Hierarchie) selbst aus, ist am Ende nicht ähnliches Sachwissen, sondern spezialisiertes Wissen zu erwarten. Wenn Lernende sich also auf verschiedene Teilaspekte spezialisiert haben, müssen diese Teile am Ende wieder zusammengesetzt werden, um das Ganze zu sehen.

Wie können Schüler/innen aber motiviert werden, den von den anderen Gruppen erarbeiteten Teilaspekten aufmerksam zu folgen? Meist werden die Ergebnisse in Vorträgen präsentiert –wobei oft zu leise und sehr schnell gesprochen wird oder die Darstellungen unübersichtlich beziehungsweise schwer nachzuvollziehen sind. Das langweilt. Anders ginge es vielleicht, wenn:

- nach der Gruppenarbeit Anwendungsaufgaben gestellt werden, in denen alle Teilaspekte wichtig sind. Diese Anwendungsaufgaben können in der ganzen Klasse, als Partnerarbeit oder Gruppenarbeit gelöst werden. Die Mitglieder der einzelnen Gruppen bringen dann jeweils ihre Expertise ein.
- das Prinzip des „Gruppenpuzzles“ genutzt wird. Dazu werden in der ersten Phase „Expert/innengruppen“ gebildet, die sich Spezialwissen zu einem Teilbereich erarbeiten. In Phase 2 werden diese Expert/innen aus ihrem Spezialbereich herausgenommen und „gemixt“. In den

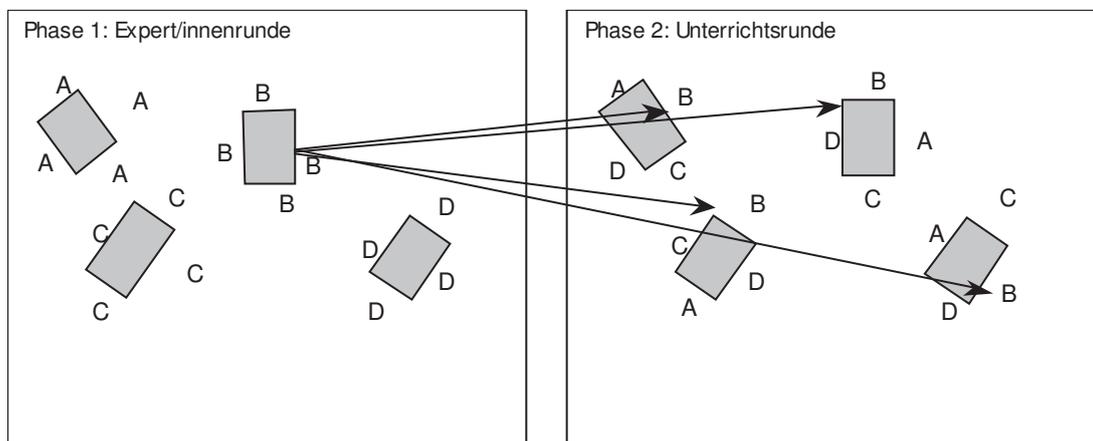


Abb. 21: Gruppenpuzzle nach FREY-EILING, FREY (1999)

Unterrichtsrunden unterrichten die Expert/innen das von ihnen vorbereitete Teilthema. Die anderen sind die Lernenden, so dass jeder Schüler / jede Schülerin einmal ihre Ergebnisse vorträgt und die Ergebnisse aller anderen Gruppen aufnehmen kann. So kann auch interdisziplinär gearbeitet werden.

### 3.3.5. Synthetisieren mit Hypertext

Synthesen liegen auf der gleichen Hierarchielinie wie Analysen, sie gehen nur in die andere Richtung. Bei der Analyse werden vom Ganzen ausgehend die Teile betrachtet, bei der Synthese werden Teile zum Ganzen verbunden. Sie dient dazu, das Ganze wieder in den Blick zu bekommen, Zusammenhänge und Wechselwirkungen zu verstehen.

Dieser kognitive Prozess lässt sich beim Lernen mit Hypertexten wie folgt anregen:



hilfreich. Es zeigt auf, welche Seiten in welcher Reihenfolge besucht wurden, und ermöglicht damit sowohl den Rückweg als auch die Reflexion.

Zur Synthese können sie auf eine ungewohnte Art und Weise verwendet werden. Der Lehrer / die Lehrerin bereitet ein Navigationsprotokoll vor, auf dem die wichtigen Teilaspekte des Ganzen enthalten sind. Dieses Protokoll wird den Lernenden präsentiert. Die anschließende Diskussion kann erörtern, welcher Lerngegenstand vermutlich erarbeitet wurde. Dabei synthetisieren die Lernenden automatisch. Die Liste kann dann zur konkreten Arbeit auch als Einstieg verwendet werden. Problematisch kann dieses Vorgehen aber sein, wenn der Hypertext kein Knoten-Link-Hypertext ist, also nicht von jedem Knoten auf jeden anderen Knoten zugegriffen und somit ein gewünschter Navigationsweg simuliert werden kann. Bei „Winnie ist Feuer und Flamme“ müssen z. B., um die Inhalte „Erdöl“, „Sauerstoff“ und „Hitze“ aufzurufen, die in der gezeigten Datenbank enthaltenen Seiten genutzt werden. Der Syntheseprozess kann durch diese doch eher unübersichtliche Darstellung schwerer sein als bei der gleichzeitigen Präsentation von mehreren Seiten.

### 3.3.6. Kausale Beziehungen entwickeln mit Hypertext

Kausale Beziehungen dienen dazu, zwischen zwei Sachverhalten einen Wirkungszusammenhang festzulegen.

Ausgehend von einem Oberbegriff (um sich nicht zu verzetteln) können Ursachen und Folgen abgeschätzt werden. Angenommen, ein Lehrer/eine Lehrerin präsentiert die in Abb. 18 gezeigte Einstiegsseite und fragt, welche Folgen das Feuer für die Menschen haben kann. Dadurch wird ein weiter Denkraum eröffnet. Wenn im Physikunterricht die Bedingungen eines Brennvorganges thematisiert werden sollen, dann werden Antworten wie „Feuer ist wichtig als Lagerfeuer bei Klassenfahrten“ oder „Feuer ist gefährlich, es kann zu Bränden führen“ möglicherweise abgelehnt oder umgelenkt. Es gibt ein anderes inhaltliches Ziel. Bei den Schüler/innen kommt aber an, dass sie, auch wenn sie in die richtige Richtung denken, nämlich Folgen nennen, nicht die gewünschte Antwort geben. Um diese unangenehme Erfahrung zu vermeiden, ist es erforderlich, dass auch bei nicht-hierarchischen Denkprozessen allen Beteiligten bekannt ist, zu welchem Oberbegriff und in welche Denkrichtung gehend gearbeitet wird (vgl. B/4.1).

Eine geeignete Frage ist zum Beispiel: „Welche Folgen kann das Feuer für den Menschen haben?“



Abb. 24: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Feuer in Naturwissenschaft und Technik / Feuer kann Maschinen antreiben

Wenn Schüler/innen diese Frage am Beispiel Verkehr / Transport untersuchen wollen, werden sie eine entsprechende Startseite suchen. Mögliche Seiten, zu denen sie gelangen können, sind auf Abbildung 24 zu sehen. Schüler/innen, die sich für Lokomotiven interessieren, werden dem entsprechenden Link folgen und die in Abb. 25 dargestellte Seite aufrufen. Nach der Lektüre müssen die Schüler/innen mit den aus dem Hypertext erlesenen Informationen eine Kausalkette bilden, zum Beispiel: „Feuer ermöglicht das Betreiben von Dampfmaschinen, Dampfmaschinen betreiben zum Beispiel Lokomotiven. Dadurch konnten Menschen und Güter befördert werden. Aber es entsteht auch ungesunder und die Umwelt belastender Rauch.“ Beantworten sie die Frage so, dann haben sie verschiedene Folgen von Feuer für den Menschen erarbeitet. Bei Zeit und Interesse kann ein Thema, beispielsweise die Rauchentwicklung, noch vertieft werden.



Abb. 25: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Die Dampflokomotive (Seite 1 und 2)

Eher langsam arbeitenden Schüler/innen können auch bereits auf der Seite „Feuer kann Maschinen antreiben“ die Lösung beenden und nur eine Folge von Feuer benennen.

Kognitive Prozesse auf kausaler Ebene werden also angeregt, wenn Folgen oder Ursachen eines Sachverhaltes erfragt werden. Hypertext hat vor allem den Vorteil, verschiedene Kontexte zu einem Thema zu beinhalten. Er eignet sich daher sehr gut dazu, den Blick für verschiedene Ursachen oder Folgen eines Sachverhaltes zu öffnen. Wichtig ist dabei, dass zunächst nach dem Kontext gesucht wird, in den der Sachverhalt bzw. die Handlung hineingebunden ist. Dazu sind abstrahierende und synthetisierende Prozesse nötig. Soll der kognitive Prozess in eine bestimmte Richtung gelenkt werden, dann ist diese Richtung vorab zu klären, damit unerwünschte oder ablenkende Alternativklassifikationen vermieden werden.

### 3.4. Inszenierungstechniken zur Anregung von Problemlösestrategien beim Lernen mit Hypertext

#### 3.4.1. Voraussetzungen

Beim Problemlösen geht es darum, einen Weg zu finden, um den unbefriedigenden Anfangszustand in den gewünschten Zielzustand zu überführen. Bei komplexen Lerngegenständen oder beim Lernen in Informationsnetzen müssen die Lernenden oft sehr viele verschiedene Zusammenhänge berücksichtigen, denn ein Sachverhalt kann mehrere Bedingungen und mehrere Folgen haben, kann auf verschiedenen Spezialisierungsebenen betrachtet und unter verschiedene Oberbegriffe geordnet werden. Erfolgreiche Problemlösungen in komplexen Situationen gelingen

in der Regel nicht spontan, sondern erfordern Fähigkeiten im Umgehen mit Wissen (vgl. ECKERLE 1983, DÖRNER 1998, KRAAK 1983). Fehlen diese Fähigkeiten, dann kann Lernen in Informationsnetzen erheblich erschwert werden (TERGAN 1995). Nötig sind daher systematisch angelegte Strategien, die das Umgehen mit Wissen einschließlich der semantischen Verknüpfung von Informationen unterstützen. Gerade in komplexen Situationen wie beim Lernen in Informationsnetzen ist es daher wichtig, dass die beschriebenen elementaren kognitiven Prozesse bewusst und damit systematisch zu Lösungsstrategien verbunden werden.

Möglichkeiten für solche systematischen Verbindungen der kognitiven Prozesse wurden in Teil B vorgestellt. Entsprechend der Problemfrage wurden dort die einzelnen Prozeduren zu Antwortstrategien<sup>63</sup> verbunden.

Zur Beantwortung dieser Fragen werden elementare kognitive Prozesse wie zu einer Kette zusammengefügt. Die Ketten funktionierten als Heuristiken, als Strategien zum Finden von Antworten. Die Antwortverfahren werden aus miteinander kombinierbaren Basissequenzen zusammengesetzt (vgl. ECKERLE 1983, S. 14 ff.).

Die Basissequenzen sind in ihrer Form nicht fest, sondern zeigen Muster, nach dem die elementaren kognitiven Prozesse kombiniert werden können. Als Basismuster funktionieren diejenigen für Erklärungen, Prognosen und Bewertungen. Aus ihnen können die Verfahren für Wegfragen und Zielfragen kombiniert werden.

Die Antwortstrategien entsprechend der Fragearten helfen, um die zur Frageintention passenden elementaren kognitiven Prozesse des Denkens in die richtige Richtung (auf Ursachen, Folgen, einen oder mehrere Oberbegriffe usw.) zu lenken und zu einer sinnvollen Schrittfolge zusammenzusetzen. Dadurch können die spontan möglichen Denkprozesse in komplex strukturierten Problemsituationen oder Informationsumgebungen so genutzt werden, dass nicht nur den spontanen Intentionen gefolgt wird, sondern die vernetzten Zusammenhänge gründlich betrachtet werden. Im Ergebnis sind zuverlässige Antworten wesentlich wahrscheinlicher als bei unsystematischem bzw. rein spontanem Vorgehen.

Im Unterricht sind diese Strategien besonders in der Phase der Lösungssuche wichtig. Sie können ein schrittweises und der Ausgangsfrage entsprechendes Vorgehen in sehr komplexen Hypertexten erleichtern, da sie einen „roten Faden“ bieten und damit die Orientierung erleichtern. Sie sind aber auch wichtig, wenn die verschiedenen Lernwege mit den Lernenden ausgewertet werden sollen. Dann bieten sie ein formales Gerüst, in das die Inhalte eingeordnet und mit dem sie geprüft werden können.

Wie können aber diese Strategien im Unterricht angeregt werden? Was nützen dabei Hypertexte?

### **3.4.2. Hypertexteinsatz beim Arbeiten an Begründungsproblemen**

Am Beispiel eines Begründungsproblems wird exemplarisch gezeigt, wann und wie Hypertexte zur Lösung der Frage sinnvoll eingesetzt werden können. Als Denkhintergrund dient eine Situation, die bereits in Teil B zur Illustration der Fragearten genutzt wurde – die Situation des verschmutzten Gartenteiches.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> Eine ausführliche Beschreibung der Strategien findet sich in Teil B/5.

<sup>64</sup> Damit wird die Hypermedia-Arbeitsumgebung „Winnie ist Feuer und Flamme“ verlassen. Grund ist, dass hier exemplarisch verschiedene Verfahren vorgestellt werden sollen. Die „Feuerbeispiele“ stehen für die elementaren kognitiven Prozesse, die „Wasserbeispiele“ für die aus diesen zusammengesetzten Strategien. Würde das „Feuerbeispiel“ fortgeführt, könnte es zu unübersichtlichen Vermischungen kommen, da beide – Prozesse und Strategien – sehr eng miteinander verbunden sind.

### ***Denkschritt 1: Erkennen, dass ein Begründungsproblem vorliegt***

Fragen, die auf ein Begründungsproblem hinweisen, wären in diesem Zusammenhang beispielsweise: Warum fault es im Teich? Woher kommt der üble Geruch?

Zur Beantwortung dieser Fragen müssen allgemeine Theorien gefunden werden, die einen Zustand beschreiben, der dem Übel vorausgegangen ist. Mit Hilfe dieser allgemeinen Theorien soll der konkrete, erlebte Sachverhalt ein Stück erklärt werden.

Hypertexte sind in dieser Situation der Problemanalyse noch ungeeignet.

### ***Denkschritt 2: Verwendung von Hypertexten zum Suchen allgemeiner Theorien zur Begründung des Sachverhaltes***

Wenn ein Missstand beobachtet wird, ist eine häufige, spontane Frage die nach den Ursachen, nach den Gründen. Im Fall des unangenehmen Geruchs könnten solche Fragen sein: „Woran liegt das? Woher kommt der Geruch? Woran kann ich erkennen, dass es im Teich fault?“ Diese Fragen führen zu allgemeinen Theorien, mit denen der beobachtete Sachverhalt erklärt werden kann. Ist die Ursache bekannt, könnte das Übel an der Wurzel beseitigt werden.

Dabei sind die Antworten Wenn-Dann-Aussagen, bei denen der zu erklärende Sachverhalt in der Dann-Position steht. Vom beobachteten Sachverhalt (Teichgeruch) wird zurückgeschaut zu den Sachverhalten, die ihn hervorgerufen haben können.

Im Teichbeispiel von DÖRNER (1998, S. 107) beschreibt der Autor das spontane und unüberlegte Vorgehen und dessen Folgen so:

Der Gartenteich stinkt! Also: Fische herausfangen, Wasser ablassen. Der Bodengrund stinkt auch! Also: Bodengrund ausheben und mit der Schubkarre wegfahren. Neuen Kies in den Bodengrund, Wasserpflanzen wieder einsetzen, Teich mit Wasser füllen, Fische wieder einsetzen. Bilanz: Ein harter Arbeitstag und zwei tote Fische. Der Teich stinkt nicht mehr. Zwei Monate später: Der Gartenteich stinkt!

Was war geschehen? Die Aktion war auf die Beseitigung des aktuellen Missstandes gerichtet. Aber es wurde nicht geprüft, woher dieser kam. Die Ursachen für den Gestank wurden in nur einem Punkt – dem verdorbenen Wasser und Boden – gesehen. Bedenkt man das System, in das der Teich eingebunden ist, können noch andere Bedingungen in den Blick geraten. Werden Wechselwirkungen zwischen den Teilen des Systems (Tiere, Pflanzen, Bestandteile wie Boden, Rand, Größe; Umwelteinflüsse wie Sonnenbestrahlung, Niederschlag) bedacht, kommen mehrere Ursachen für den Geruch des Teiches in Frage.

Um diesen oft spontan eingengten Blick zu erweitern und verschiedene Theorien zu prüfen, kann aus verschiedenen Sichten in den Sachverhalt hineingefragt werden. Das führt dazu, dass man nicht nur seinen spontanen Denkrichtungen folgt, sondern systematisch die verschiedenen Teilaspekte betrachtet, die im Teich wirken. Dazu sind als kognitive Prozesse das Abstrahieren zum Finden der verschiedenen Perspektiven und das Konkretisieren zum Betrachten des Sachverhaltes aus der jeweiligen Sicht nötig.

Vorteil von Hypertext ist, dass der Sachverhalt nicht nur aus einer Perspektive, sondern oft vernetzt dargestellt wird. Die Ausführungen zu einem Sachverhalt erlauben es meist, ihn unter verschiedene Oberbegriffe zu ordnen und innerhalb dieser Oberbegriffe zu vertiefen. Wenn ein Sachverhalt unter verschiedene Oberbegriffe geordnet, also aus verschiedenen Sichten betrachtet wird, entstehen Wissensgruppen. Diese Wissensgruppen und die in ihnen untersuchten Teilaspekte geben den thematischen Rahmen für die kausalen Zusammenhänge.

Wichtig ist dabei, den Ausgangssachverhalt in seinen komplexen Beziehungen zu erkennen. Dazu müssen möglichst viele Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Die entsprechenden Pro-

zesse sind die auf der Teil-Ganzes-Hierarchie liegenden Prozesse: das Synthetisieren und Analysieren.

Im Beispiel erfordert dieser Denkschritt, dass der Gartenteich als Teil eines komplexen Systems betrachtet wird, das Synthetisieren. Eine entsprechend aufmerksamkeitslenkende Frage wäre im Fall des Teiches z. B. „Wozu gehört der Teich im Garten?“ Indem der Teich als Biotop betrachtet wird, können viele verschiedene Themen in den Blick genommen werden: Fauna und Flora ebenso wie Teichbau und Witterung.

Um mit allgemeinen Theorien weiterzuarbeiten, müssen die in ihnen genutzten Begriffe präzisiert werden. Die möglichen Begründungen sind so weit wie möglich an konkret beobachtbare Kriterien zu koppeln (zu operationalisieren), damit sie kontrolliert werden können. Gerade die Kontrolle, dies hat DÖRNER (1988) wiederholt hervorgehoben, ist wichtig, will man erfolgreich handeln und seine heuristische Kompetenz verbessern. Damit innerhalb der gesichteten Themen konkreter gearbeitet werden kann, muss der Sachverhalt in kleinere, übersichtlichere Teile zerlegt werden. So können Umfeld, Teichrand, Bewuchs am und im Teich, Tiere, Bodenbeschaffenheit, Teichform und Umwelteinflüsse wie Sonne, Luft, Niederschlag vertieft in Teilthemen behandelt werden. Der entsprechende kognitive Prozess ist das Analysieren.

Setzt man den Sachverhalt „Es fault im Teich“ als Zielsachverhalt und erklärt systematisch, sind z. B. folgende Denkwege möglich:

1. Flora: Bestimmte Pflanzen regen den Fäulnisprozess an.
2. Fauna: Bestimmte Tiere oder ein Tiersterben regen den Fäulnisprozess an.
3. Teichbau: Die Teichform ist ungünstig und regt den Fäulnisprozess an.
4. Umgebung: Der umliegende Bewuchs beschattet oder düngt den Teich mit Biomasse und regt den Fäulnisprozess an.

An die einzelnen Bestandteile der Ökosystems Teich wird die Frage gestellt: Welchen Einfluss kann dieser Bestandteil daran haben, dass im Teich Fäulnisprozesse überhand nehmen? Eröffnet wird ein weiter Blick, der eine große Palette allgemeiner Theorien zulässt. Diese breit angelegte Ursachensuche kostet im ersten Moment Zeit. Sie kann aber vor vorschnellen Entscheidungen, wie der im Beispiel referierten, bewahren.

Hypertexte sind auch beim Begründen zum Aufstellen allgemeiner kausaler Theorien geeignet. Hier können einerseits Browser und Überblicksseiten genutzt werden, um die verschiedenen Beziehungen in einem System zu verstehen. Soll eine Thematik vertieft werden, kann im Hypertext die dazu notwendige Sachinformation gesucht werden – beispielsweise dazu, welchen Einfluss die bauphysikalischen Bedingungen auf den Sauerstofftransport im Teich haben, oder bei veralgenden Seen, welche Algenarten besonders intensiv wachsen und welche Nährstoffe sie brauchen usw. Aber Vorsicht ist geboten, denn Hypertexte bieten oft viele interessante Informationen, so dass möglicherweise am Ende zu einer spannenden Algenart recherchiert wurde, die im Teich gar nicht vorkommt. Denkschritt 2 ist daher bereits im Wechselspiel zu Denkschritt 3 zu sehen. Die allgemeinen Theorien werden wieder darauf geprüft, ob sie den konkreten Sachverhalt wirklich erklären können.

Hypertexte bieten zu konkreten Sachinformationen besonders auf Browsern und Einstiegsseiten/Übersichtsseiten mit vielen Verweisen Informationsnetze an, in denen nicht nur die Wechselwirkung zwischen zwei Sachverhalten gesehen werden kann, sondern jeder Sachverhalt Teil eines ganzen Systems von miteinander verbundenen und aufeinander wirkenden Faktoren ist. Dadurch kann das Finden allgemeiner Theorien unterstützt werden.

Auch Operationalisierungsprozesse können durch Hypertext erleichtert werden, da Informationsnetze verschiedene Auflösungsgrade ermöglichen. Durch Vertiefung eines Themas können geeignete Indikatoren gefunden werden.

### ***Denkschritt 3: Verwendung von Hypertexten zur Prüfung der kausalen Dichte und Ausschluss der Theorien, deren Ausgangsbedingungen nicht gegeben sind***

Allgemeine Theorien sagen noch nichts über die konkrete Situation aus. Daher muss geprüft werden, wie wahrscheinlich es ist, dass die allgemeine Theorie im speziellen Fall gilt. ECKERLE (1983, S. 22) nennt das die Prüfung der „kausalen Dichte“. Die Prüfung der kausalen Dichte zwischen allgemeiner Theorie und konkreter Situation ist aus zwei Gründen sehr wichtig. Erstens sind die bisher angestellten Überlegungen allgemeiner Art. Es ist also nicht sicher, ob sie auf die konkrete Situation wirklich zutreffen und zweitens sind die Theorien ausgehend von einem abstrakten Modell entstanden. Die allgemeinen Theorien müssen auf ihre Gültigkeit und ihre Relevanz geprüft werden.

Um die Gültigkeit der allgemeinen Theorien für die konkrete Situation zu testen, wird der Blick auf den konkreten Sachverhalt gelenkt. Dabei muss erstens geprüft werden, ob die Bedingungen für die Theorien wirklich gegeben und wichtig sind. Die Theorien, deren Ausgangsachverhalte nicht vorliegen, werden ausgeschlossen. Wird das Faulen eines Gartenteiches damit erklärt, dass der Boden verdorben ist, und nicht weiter geprüft, ob diese Bedingung im konkreten Fall wirklich zu Fäulnis führt oder ob sie die alleinige Ursache ist, wird man möglicherweise den gleichen Fehler begehen wie bei DÖRNER (1998, S. 107) beschrieben. Daher muss geklärt werden, ob die allgemeinen Theorien für den konkreten Fall eher zutreffen oder eher nicht. Wenn im beschriebenen Beispiel deutlich wird, dass Flora und Fauna als Bedingungen im eigenen Teich ausscheiden und auch der Teichgrund völlig in Ordnung ist und von außen keine Verunreinigungen zu erwarten sind, wird vor allem die Teichkonstruktion geprüft werden. Dabei kann sich herausstellen, dass der Teich so flach ist, dass zu wenig Sauerstoff zirkuliert. Nach einer solchen Prüfung bleiben die Theorien übrig, die den real beobachteten Sachverhalt erklären. Es ist daran anschließend zu prüfen, wie wahrscheinlich es ist, dass die übriggebliebenen Theorien in der konkreten Situation des Teiches wie erwartet wirken. Hier wird die Aufmerksamkeit auf bestimmte Bedingungen gerichtet, die gegeben sein müssen, damit die allgemeine Theorie für den konkreten Fall gilt.

Hypertexte können in dieser Situation verwendet werden, wenn neue Informationen nötig sind, um auf theoretischer Ebene weitere Zusammenhänge zu erkennen. Diese Informationen ersetzen aber nicht die Prüfung am konkreten Fall, denn sie sind auf der allgemeinen Ebene angesiedelt. Ob und welche der allgemeinen Theorien für den konkreten Teich zutreffen, kann nur am Teich selbst herausgefunden und nicht erlesen werden. Hier sollten die Lehrenden gerade beim Lernen mit Hypertexten genau darauf achten, dass die Lernenden sich nicht in vielen Zusatzinformationen verlieren, sondern die erarbeiteten Theorien gründlich prüfen. Die Erinnerung an die Denkprozesse kann dabei helfen, wenn festgelegt wird, unter welchem Oberbegriff gearbeitet werden soll und wie weit man sich ins Detail vertiefen will bzw. wann der Analyseprozess gestoppt werden soll. Um das mit dem Hypertext erarbeitete theoretische Wissen auf die konkrete Situation anzuwenden, wird kein Hypertext benötigt. Wichtiger sind praktische Untersuchungen – beispielsweise über Wasserproben oder die Untersuchung der Teichgrundes.

### ***Denkschritt 4: Verwendung von Hypertexten zur Beurteilung der übrigen allgemeinen Theorien und zum Verfassen eines abschließenden „prognostischen Satzes“***

Mitunter gibt es mehrere erklärende Theorien. Dann müssen die Einflussfaktoren zunächst nach ihrer gerade erarbeiteten Wahrscheinlichkeit geordnet werden, so dass am Ende relativ sicher ist,

warum der zu erklärende Sachverhalt eingetreten ist. Als kognitiver Prozess ist die Synthese wichtig, denn die kausalen Zusammenhänge zwischen den Einzelteilen müssen wieder in das Ganze hineingedacht werden. Auch hier kann Hypertext genutzt werden, um sich das Ganze, von dem man ausgegangen ist, auch wieder abschließend vor Augen zu führen. Die abschließende Zusammenfassung gibt Antwort auf die eingangs gestellte Frage. Im Teichbeispiel von DÖRNER (1998) wäre ein Antwortsatz sinnvoll, der die flache Teichkonstruktion und die damit verbundene geringe Umwälzung von Sauerstoff im Teich als Ursache für den schlechten Geruch nennt.

### ***Denkschrittfolge***

Auch wenn die Denkschritte beschrieben wurden wie ein geradliniger Weg, sind sie nicht so starr anzuwenden. Beispielsweise können die Denkschritte 2 und 3 durchaus gewechselt werden. Im Schritt 2 sind die Theorien ein guter heuristischer Ausgangspunkt. Im Schritt 3 können die konkrete Beobachtung oder eine schon gemachte Erfahrung ebenfalls genutzt werden, um aus der einzelnen Ausgangsbeobachtung eine den Fall erklärende Theorie zu formulieren. ECKERLE (1983, S. 44) verweist sogar auf die Fruchtbarkeit des Perspektivwechsels zwischen diesen beiden Denkschritten. Unter dem Gesichtspunkt des Zeitaufwandes können ebenfalls andere Reihenfolgen gewählt werden. Ist beispielsweise die Beurteilung der Theorien sehr einfach möglich (Schritt 3), kann es geeigneter sein, alle Theorien aus Denkschritt zwei zu beurteilen und die verbleibenden nach Denkschritt 3 auszusortieren (vgl. ECKERLE 1983, S. 45).

### ***Problemstruktur und Gegenstandsstruktur***

An dieser Stelle sei an die im Teil B/3.3.4. vorgenommene Unterscheidung zwischen der Struktur des Denkprozesses (nach ECKERLE [1983, S. 41] als Problemstruktur bezeichnet) einerseits und dem Denkergebnis (nach ECKERLE als Gegenstandsstruktur bezeichnet) andererseits erinnert. Mit Problemstruktur wird das beschrieben, was als Denkprozess beim Lernenden abläuft. Als Gegenstandsstruktur wird bezeichnet, wie das bearbeitete Problem strukturiert ist. Im Beispiel wurde die Gegenstandsstruktur erläutert. Ein Umdenken auf die Problemstruktur ist dann notwendig, wenn Lehrer/innen Schüler/innen beim Problemlösen beobachten und begleiten. Die Aussage, dass es zu Fäulnisprozessen kommt, weil der Teichbau ungünstig ist, zeigt das Ergebnis des Denkprozesses an. Die Überlegungen, die den Denkprozess selbst begleiten, sind prozessorientiert und wagen, wie beispielsweise der Gedanke, ob die Beschaffenheit des Teichgrundes möglicherweise eine Ursache für den schlechten Geruch des Teiches sein kann. Um von diesem Gedanken zur Antwort zu kommen, sind die Denkschritte zwei bis fünf nötig.

### **3.4.3. Anregung von Problemlösestrategien beim Lernen mit Hypertext**

Die Fragearten sollen dazu dienen, Lernen mit Hypertexten zu erleichtern (siehe Teil B/5). Direkt verbinden lassen sich das strategische Vorgehen entsprechend der Fragearten und das Arbeiten mit Hypertexten in den Bereichen, in denen Lehrmaterial benötigt wird, um Informationen zu erhalten, Informationen zu ordnen und allgemeine Theorien aufzustellen beziehungsweise zu prüfen. Übertragen auf andere Fragearten, die mit Hypertext beantwortet werden, bedeutet das: Hypertexte können ausgehend von der Frageart gut genutzt werden, um den Sachverhalt zu klären und mögliche Ursachen und Folgen zu recherchieren. Sie können auch die Bildung des prognostischen Satzes unterstützen. Nicht hilfreich sind sie bei der am konkreten Sachverhalt stattfindenden Prüfung der kausalen Dichte und bei Bewertungsprozessen an der konkreten Situation.

## 4. Hinweise zur Gestaltung von Lernphasen

### 4.1. Bedeutung von Phasenmodellen für selbstgesteuerten, problemlösenden Unterricht

Sollen die bisher erarbeiteten Ergebnisse im realen Unterricht anwendbar sein, müssen die beschriebenen Lernsituationen in umfassendere Lehr-Lernprozesse eingebunden werden. Allerdings ist es durch die Vielfalt möglicher Lehr-Lernprozesse kaum möglich, diesen ein einheitliches Muster zu unterlegen. Folgend wird das Gemeinsame von Lehr-Lernprozessen in den Lernphasen gesucht.

Es gibt verschiedene Phasenmodelle von Unterricht. Der Hauptunterschied zwischen ihnen besteht darin, ob bestimmte Handlungen methodisch eher zwangsläufig in einer bestimmten zeitlichen Folge geschehen sollen oder ob einzelne Handlungsabschnitte beschrieben werden, die unterschiedlich kombiniert werden können. Im Spielraum zwischen beiden Theorien liegen Unterrichtssituationen mit einem festgelegten Grobplan, der in sich flexible Verschiebungen und Prioritäten, Stagnationen und Wiederholungen von Phasen erlaubt. Das hier ausgewählte Modell von ROTH (1963) unterteilt den Lehr-Lernprozess in einzelne, aufeinander aufbauende Lernschritte (Stufe der Motivation; Stufe der Schwierigkeiten; Stufe der Lösungen; Stufe des Tuns und Ausführens; Stufe des Behaltens und Einübens; Stufe des Bereitstellens, der Übertragung und der Integration des Gelernten). Diese Lernschritte ähneln den Stationen der Handlungsentscheidung, wie DÖRNER (1998) die einzelnen Phasen von Problemlösungen nennt. Um die Unterrichtsphasen nicht als starre Folge zu sehen, werden folgend die einzelnen Phasen sowohl in ihrer groben Reihenfolge vorgestellt als auch in ihrer spezifischen Funktion skizziert. So werden sie aus dieser Phasenfolge lösbar und an anderer Stelle in diese eingliederbar. Dieses Vorgehen wird sowohl dem Anspruch der Sicherheit durch einen planbaren Ablauf als auch dem Anspruch der Offenheit durch das flexible Nutzen der Phasen gerecht.

Dabei wird am intensivsten auf die Phase der Motivation eingegangen, denn diese Phase erscheint am schwierigsten, wenn im Unterricht selbstgesteuert und problemlösend gelernt werden soll. In dieser Phase werden für das Gelingen sozusagen „die Weichen gestellt“.

Das, was die Phasen bewirken sollen und auch die Art, wie sie ausgefüllt werden, ist von verschiedenen Bedingungen wie z. B. Lernziel, Lerngegenstand, Lernsituation (ist es absichtsvolles, angeregtes, unbewusstes Lernen) und der Methodik des Lehrens und Lernens abhängig. Die folgend beschriebenen Möglichkeiten gelten daher vor allem für problemlösendes Lernen, das bewusst und hauptsächlich im Unterricht erfolgt. Sie sind nicht normativ zu verstehen, sondern als methodisch Vorschläge dazu, wie die im Kapitel 3. vorgestellten Lernsituationen innerhalb der Phasen eingesetzt werden und wann und wie dabei Hypertexte nützlich sein können.

## 4.2. Stufe der Motivation – Initiierung – Konfrontation<sup>65</sup>

### 4.2.1. Bedeutung dieser Lernphase

In dieser Phase geht es darum, dass die Lernenden in den Lernprozess einsteigen. In dieser Phase wird das Verwobensein von inhaltlich-kognitiven und emotionalen Lernbedingungen besonders deutlich. Ausgehend von der in Teil B/4 vorgestellten Theorie zur Informationsverarbeitung einschließlich der Wert-Erwartungs-Theorie ist diese Phase darauf zu richten, dass:

- die Aufmerksamkeit auf einen Sachverhalt und eine bestimmte Art des Umgehens mit diesem Sachverhalt gelenkt wird, so dass die Lernenden wissen, worum es geht. Das kann auch bedeuten, dass sie erst noch ein Thema finden, den Inhalt entwickeln, den Oberbegriff festlegen müssen. Sie wissen aber dann – er ist frei. Oder sie wissen: Wir beschäftigen uns mit biologischen Aspekten zu einem bestimmten Phänomen.
- Neugier am Thema geweckt wird, an Vorwissen angeknüpft wird: Interesse kann thematisch durch Inhalte geweckt werden, die dicht an der Lebenswelt der Lernenden sind, oder durch Lerngegenstände, die zum „Neugierproblem“ werden, weil sie in sich den Keim von Entdeckungen tragen (vgl. ROTH 1963, S. 230 f.). Dabei ist das Vorwissen der Lernenden gezielt zu aktivieren. Neues Wissen kann so besser an vorhandenes angebunden werden. Doch auch um zu ermutigen ist es wichtig, Vorwissen aufzugreifen. Es schafft ein Gefühl von Sicherheit, wenn man sich nicht auf absolutem Neuland befindet.
- Erfolgszuversicht ermöglicht ist, so dass die Lernenden sich zutrauen, das Ziel erreichen zu können. Dadurch wird die Anforderung attraktiv und überhaupt erst annehmbar. Denn wer wagt sich neugierig, mutig, aktiv an eine Herausforderung, wenn diese eigentlich als Gefahr empfunden wird? Es geht hier weniger darum, was gelernt wird, sondern wie. Es geht um die Schwierigkeit, die empfunden wird, und um die Chance auf Erfolg. Durch das Bestimmen des Schwierigkeitsgrades werden das Leistungsniveau festgelegt, Denkrichtungen eingeschlagen und Strategien impliziert, die zum Erreichen nötig sind.

### 4.2.2. Hypertexte zur Aufmerksamkeitslenkung

#### *Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext*

Hypertexte zeichnen sich dadurch aus, dass in ihnen ein Sachverhalt in der Regel sowohl unter verschiedene Oberbegriffe geordnet ist als auch aus verschiedenen kausalen Fragerichtungen betrachtet werden kann. Wie kann in der Motivationsphase mit dieser Möglichkeit umgegangen werden? Es werden zwei Varianten vorgestellt, in denen Hypertext genutzt werden soll, um an einem konkreten Thema/Ziel eine konkrete Frage zu beantworten<sup>66</sup>. In Variante 1 wird das Ziel vorgegeben (geschlossenes Thema). In Variante 2 wird es gemeinsam mit den Lernenden erarbeitet (offenes Thema).

---

<sup>65</sup> Die Motivation kann sowohl zu Beginn einer neuen Unterrichtseinheit als auch zu Beginn einer Unterrichtsstunde erfolgen. Der Unterschied liegt vor allem im Bekanntheitsgrad der Thematik und in der Phase des Problemlösestandes. Gemeinsam ist, dass ein Lernprozess beginnt bzw. angestoßen wird, ein Lernbedürfnis geweckt und Gelegenheit zum Lernen geboten wird.

<sup>66</sup> Dieses konkrete Ziel ist wichtig, um kognitiver Orientierungslosigkeit vorzubeugen. In Teil A/5 wurde darauf verwiesen, dass Menschen sich schlecht in Informationsnetzen orientieren können, wenn sie ziellos vorgehen. Ihnen fehlen Kriterien, mit denen sie die Brauchbarkeit der Informationsangebote für sich einschätzen können.

### ***Variante 1: Hypertexte beim Einstieg in ein geschlossenes Thema***

Anliegen: Ziel ist, die Aufmerksamkeit auf das gewünschte Thema zu lenken. Entscheidend ist, das Thema genau zu erklären, damit der Oberbegriff klar ist. Angenommen, ein Lehrer/eine Lehrerin möchte den Hypertext „Winnie ist Feuer und Flamme“ für das Thema „Bedingungen für Brennprozesse“ im Physikunterricht nutzen. Wie sollte vorgegangen werden, damit aus dem vielfältigen Informationsangebot genau die zu diesem Thema passenden Inhalte herausgesucht werden?

Der Lehrer/die Lehrerin prüft vorab, was die Lernenden können müssen, um im Hypertext ausgehend von der angebotenen Startseite geeignete Informationen zu suchen, zu finden, zu erkennen und mit anderen zusammen zu einer Lösung zu verbinden. Dabei kann es hilfreich sein, bereits in der Motivationsphase die Aufmerksamkeit der Lernenden auch auf die Lösungsmethode zu lenken, z. B. indem geklärt wird, dass es um die physikalischen Bedingungen für Brennprozesse geht. Lernende müssen die Strategien und kognitiven Prozesse durchschauen, die von ihnen verlangt werden.

Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken

Geeignet sind Inszenierungstechniken zum Konkretisieren, zum Analysieren und zum Beantworten der Fragearten.

Geeignet zum Konkretisieren und Finden eines geeigneten Beispiels ist beim Arbeiten mit Hypertexten hier das Präsentieren von Übersichtsseiten, wie in den Abbildungen 16 und 19 und gezeigt. Diese Seiten lenken die Aufmerksamkeit stark, lassen aber auch genügend Freiraum, damit sich die Schüler/innen innerhalb des Themas bewegen können. Das Vorgehen ermöglicht exemplarisches Arbeiten.

Geeignet zum Analysieren ist das Präsentieren eines komplexen Sachverhaltes, so dass die Schüler/innen ihren Themenschwerpunkt und ihren Auflösungsgrad selbst bestimmen können. Wird diese Arbeitsform gewählt, kann ebenfalls binnendifferenziert an einem klar verabredeten Thema gearbeitet werden. Die Ergebnisse werden auf unterschiedlichen Ebenen der Teil-Ganzes-Hierarchie liegen und wirken daher nicht exemplarisch.

Geeignet zum Nutzen der Fragearten ist ein Vorgehen, wie unter 3.4. beschrieben. Die Vereinbarung, dass der Ausgangssachverhalt begründet werden soll, genügt nicht. Wichtig ist, dass die Schüler/innen wissen, *wie* begründet wird. Hier muss die Komplexität der Anforderung den Leistungsvoraussetzungen der Lernenden angepasst werden.

Soll statt einer komplexen, selbständigen Begründung gemeinsam Schritt für Schritt vorgegangen werden, ist ein Hypertext nicht hilfreich. Sollen die Lernenden nur eine Orientierung bekommen, auf was sie ihre Aufmerksamkeit lenken sollen, können die formalen Schritte abgesprochen oder als Arbeitsblatt mit entsprechenden Teilaufgaben mitgegeben werden. Damit das Ganze in seiner Form und Funktion wirklich erfasst werden kann, ist die Systematik des schrittweisen Vorgehens den Lernenden im Anschluss noch einmal genau zu verdeutlichen.

### ***Variante 2: Hypertexte beim Einstieg in thematisch nicht eingeschränkte Lernsituationen (offenes Thema)***

Anliegen: Hypertexte können auch genutzt werden, um das Thema erst zu erarbeiten und gemeinsam mit den Lernenden ein Ziel zu entwickeln. Dazu sind als inhaltliche Schritte vorzubereiten:

- komplexe Betrachtung des Inhaltes, so dass er aus vielen Perspektiven gesehen werden kann,

- Auswahl aus der Vielfalt an Perspektiven, so dass ein Arbeitsthema festgelegt werden kann,
- Auswahl des Auflösungsgrades, so dass der Grad der Vertiefung in das Thema geklärt ist.

Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken

Geeignet sind alle Inszenierungstechniken und Fragearten, wichtig zur Zielklärung ist aber vor allem das Konkretisieren und zur Ausarbeitung die Einstellung eines geeigneten Auflösungsgrades.

Die Reduktion von möglichen Zielen erfolgt auf der Abstraktionsebene. Dadurch wird das Thema festgelegt. Es dient der Auswahl und damit der Ausrichtung von Aufmerksamkeit. Geeignet für diesen ersten Schritt ist das Konkretisieren. Lernende dürfen selbst die Reduktion vornehmen. Im Unterschied zur ersten Variante entscheiden die Lernenden damit über die Inhalte, an denen sie arbeiten wollen. Hypertexte können diese Möglichkeit gut unterstützen, da sie über Einstiegsseiten und Browser komplex strukturierte Seiten vorgeben, aus denen Oberbegriffe und Themenschwerpunkte entwickelt werden können.

Auf der Teil-Ganzes-Hierarchie wird festgelegt, wie konkret das Thema bearbeitet werden soll bzw. ob bestimmte Einzelthemen hervorgehoben werden sollen usw. Die Klärung, wie tief die Schüler/innen in ein Thema eintauchen wollen, können sie allein treffen – entsprechend der Arbeitszeit und der geplanten Auswertung ist eine Verabredung darüber aber vor Arbeitsbeginn notwendig. Die Aufmerksamkeit wird dadurch gezielt auf den Auflösungsgrad der Auseinandersetzung mit dem Thema gelenkt. Geeignet für die Einstellung des Schwierigkeitsgrades ist eine Kombination aus Analyse und Synthese. Werden verschiedene Teilaspekte präsentiert, wie in Abbildung 22, kann das die Entscheidung, wie konkret die Auseinandersetzung mit den einzelnen Aspekten geschehen soll, erleichtern.

Lernende müssen bei offenen Themen sowohl den Oberbegriff auswählen als auch ihre Frage- richtung festlegen. Um diese Entscheidungen zu treffen, müssen sie die Alternativen bewerten. Voraussetzung dafür, dass diese Entscheidungen überlegt und systematisch geschehen, sind die oben beschriebenen kognitiven Prozesse und die Strategien zum Bewerten und zum Planen von Lernwegen. Variante 2 ist damit viel komplizierter zu bewältigen als Variante 1.

#### **4.2.3. Hypertexte zum Neugierigmachen und zum Anknüpfen an Vorwissen**

##### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

In computerbasierten Abenteuerspielen ist es schon selbstverständlich – interaktiv werden Handlungen vollzogen, Gefahren bestanden, Entdeckungen gemacht usw. Hypertexte sind keine Simulationen, aber sie können Handlungen im Kopf anregen – Denkhandlungen. Indem komplexe Handlungssituationen inszeniert werden oder Entdeckersituationen<sup>67</sup> gezeigt werden, können die Lernenden ebenso wie in Abenteuerspielen zum Handeln angeregt werden. Die Situation muss dann so reizvoll sein, dass die Lernenden zu knobeln und zu tüfteln beginnen – und das Abenteuer des Denkens, Forschens erleben wollen. Auch hier werden zwei Varianten vorgestellt,

---

<sup>67</sup> So können im Hypertext beispielsweise die Informationen enthalten sein, die Eratosthenes so nachdenklich stimmten, dass er entdeckte, die Erde ist rund, und gleich noch ihren Umfang errechnete. Die Informationen: Am 21. Juni 12 Uhr mittags verschwinden in Syene die Schatten. Dafür ist das Spiegelbild der Sonne im Brunnenloch zu sehen. Was sagen diese Informationen? Was kann man damit anfangen? Ein Hypertext könnte genutzt werden, um diese Informationen zu ergänzen – man könnte den Abstand von Alexandria und Syene herausbekommen, könnte herausbekommen, ob und wo am 21. Juni mittags Schatten sind, wie lang diese sind und noch vieles andere, zu Karten, Lebensgewohnheiten usw., so dass im Hypertext eine historische Situation nachgestellt würde, von der wir annehmen, dass Eratosthenes sie erlebt hat.

wie Hypertexte genutzt werden können, um an Vorwissen anzuknüpfen. Eine Möglichkeit besteht darin, mit Hypertexten eine Entdeckersituation anzuregen. Bei der anderen Möglichkeit wird Hypertext genutzt, um gezielt an die Interessen der Lernenden anzuknüpfen.

### Variante 1: Hypertexte zum Neugierigmachen – Präsentation einer „Entdeckersituation“

Das Surfen wird zur Entdeckungsreise, die Wahl und Verknüpfung der Informationen zum entscheidenden Kriterium für Entdeckungen.<sup>68</sup> Wichtig ist hier vor allem ein inhaltlich geeigneter Hypertext.

Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken

Geeignet sind hier Inszenierungstechniken zum spontanen Einsatz von Hypertexten. Beim spontanen Surfen dürfen die Schüler/innen ausgehend von einer sie interessierenden Seite weiter suchen, um einem Phänomen auf die Spur zu kommen.

Geeignet ist die Arbeit mit Begründungsfragen, da viele Entdeckersituationen aus der Frage: Warum ist das so? entstehen. Die entsprechende Frageart ist die nach der Erklärung. Als Einstieg können beispielsweise assoziative Links präsentiert werden. Die Schüler/innen können heraussuchen, welche der angebotenen Links wahrscheinlich zu einer Begründung gehören. So können sie lernen, Erwartungen an die aufzurufenden Knoten zu stellen und Knoteninhalte hypothetisch zueinander in kausale Beziehungen zu setzen. Es ist wichtig, Schüler/innen zu Spekulationen über die Zielknoten aufzufordern. Beim Lesen in hierarchischen Texten wird vorausschauendes Lesen als eine entscheidende Strategie angesehen, die die Verknüpfung von neuem mit vorhandenem Wissen erleichtert. Auch mit Hypertexten kann vorausschauend gelesen werden. Das aber ist wesentlich ungewohnter als bei traditionellen Texten.

In Abbildung 26 wird hier eine Seite aus „Winnie ist Feuer und Flamme“ gezeigt, von der sechs

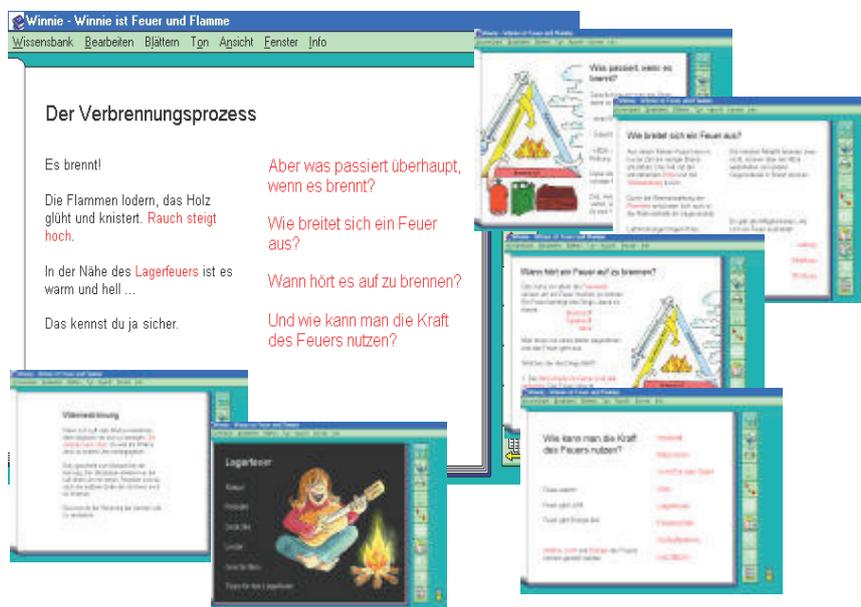


Abb. 26: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – vom Überblicksknoten ausgehende Verweise

<sup>68</sup> Ein Hypertext dieser Art ist beispielsweise Renaissance – Eroberung des Raums. FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht: Erlebnis Geschichte. Renaissance – Eroberung des Raums. CD-ROM 66 00760 (ISBN 3-922098-06-1)

Verweise zu neuen Inhalten führen. Die Lernenden sollen herausfinden, *warum* die Kerze brennt. Nur zwei der auf der Seite enthaltenen sechs Verweise führen zu Knoten, die zur Beantwortung dieser Frage geeignet sind. Die Schüler müssen hier erkennen, dass ihre Frage zu den Fragen „Was passiert, wenn es brennt?“ und „Wann hört ein Feuer auf zu brennen?“ passt. Die vier anderen Verweise führen zu Inhalten, die den Lernenden nicht bei der Beantwortung ihrer Frage helfen.

### ***Variante 2: Hypertexte zum Neugierigmachen – Eingehen auf individuelle Interessen***

Anliegen: Hypertexte werden genutzt, um den Unterrichtsstoff möglichst direkt an die individuellen Interessen der Lernenden anzubinden.

Die Schüler/innen müssen mit den jeweils wichtigen elementaren kognitiven Prozessen sicher umgehen können.

Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken

- Geeignet sind das Konkretisieren und Abstrahieren. Hypertext wird genutzt, um individuelle Beispiele zu wählen. In Abbildung 18 wurde eine Überblicksseite aus „Winnie ist Feuer und Flamme“ zu verschiedenen Lagerfeuerarten gezeigt. An solchen Stellen kann individuelles Lernen ansetzen. Angenommen, einen Schüler interessiert das oft gesehene Haufenfeuer gar nicht mehr, aber er ist Polarexperte und findet den Zugang über das Reflexionsfeuer interessant. Im Hypertext sind oft verschiedene Beispiele ähnlich durchgearbeitet – die Lernenden können sich das Exempel auswählen, das inhaltlich ihren Interessen entspricht.
- Geeignet sind das Analysieren und Synthetisieren. Hypertext wird eingesetzt, um individuelle Spezialisierungsgebiete wählen zu lassen: Eine Schülerin möchte sich gern in die Bedingungen vertiefen, die zum Entzünden von Feuer nötig sind. Ein anderer Schüler interessiert sich mehr für den Verbrennungsprozess. Eine dritte Schülerin möchte wissen, wann und warum ein Feuer verlischt. Im Hypertext können sie sich die Arbeit teilen. Sie spezialisieren sich auf einen Teilaspekt und tauschen am Ende ihr Expertenwissen aus. Wie die Ergebnisse zusammengetragen werden können, wurde in Kapitel 3.3.4 erläutert.
- Geeignet sind Denkhandlungen, mit denen raum-zeitliche und damit auch kausale Beziehungen hergestellt werden, zum Beispiel können über Themen zur Planung von Lagerfeuern oder zur Vermeidung von Bränden als lebensweltliche Bezüge räumliche, zeitliche und kausale Beziehungen entwickelt werden.

#### **4.2.4. Hypertexte und Erfolgszuversicht**

##### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Damit Lernende sich die Lösung eines Problems zutrauen, muss der Schwierigkeitsgrad ihren Voraussetzungen entsprechen. Mit Hypertext ist es möglich, sehr differenziert auf die Leistungsmöglichkeiten der Schüler/innen einzugehen. Die Differenzierung wendet Theorien über die Gegebenheiten von Problemsituationen an, die in Teil B vorgestellt wurden (vgl. B/3.3.2.). Dort wurden auch die hier aufgegriffenen Fachbegriffe genauer erklärt. Folgend geht es darum, wie innerhalb der ausgewählten Problemart Hypertexte genutzt werden können, um die „Binnendifferenzierung“ des Problems an die Lernvoraussetzungen der Schüler/innen anzupassen. Das Folgende ist daher für Lerngegenstände, bei denen das Ziel bekannt ist und für Lerngegenstände mit unkonkretem Ziel gleichermaßen geeignet.

## **Regulieren des Schwierigkeitsgrades – Binnendifferenzierung**

Um die Möglichkeiten der Binnendifferenzierung verständlich zu beschreiben, sei an dieser Stelle nochmals kurz an die Ausführungen aus Teil B erinnert. Die „inneren“ Umgebungsbedingungen einer Problemsituation nennt DÖRNER (1995, S. 297 ff.) nach KLIX (1971) den *Problemraum*. Nach DÖRNER haben zwei Faktoren entscheidenden Einfluss darauf, wie leicht man in einer Situation planen kann, und damit auch darauf, wie schwierig sie zu bewältigen ist. Da sind zum einen die im Problemraum gegebenen Bedingungen (Konstellationen eines Problemraumes) und zum anderen das, was Problemlöser/innen tun können, um diese Ausgangsbedingungen (Konstellationen) zu verändern. Diese Handlungsmöglichkeiten nennt DÖRNER Operatoren. Um eine Problemsituation zu differenzieren, können beide Bedingungen verändert werden – die Konstellationen und die verfügbaren Operatoren. Diese Möglichkeiten der Binnendifferenzierung betreffen nicht allein problemlösendes Lernen oder Lernen mit neuen Medien – es sind allgemein anwendbare Möglichkeiten, um den Schwierigkeitsgrad von Lernanforderungen an die Lernenden anzupassen.

### **Variante 1: Regulieren der Konstellationen beim problemlösenden Lernen mit Hypertexten:**

Hier geht es um die inhaltliche Anpassung der Problemstellung an die Lernvoraussetzungen. Sie kann in bezug auf Hypertext vor allem dadurch gesteuert werden, mit welcher Startseite und welchen dazu erteilten Arbeitsanforderungen die Lernenden konfrontiert werden.

Als „Skalen“, mit denen der Schwierigkeitsgrad eingestellt werden kann, funktionieren die Abstraktheitshierarchie und die Teil-Ganzes-Hierarchie.

Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken:

#### Regulierung auf der Ebene der Abstraktheitshierarchie

Anhand der Abstraktheitshierarchie lässt sich einstellen, ob der Lerngegenstand eher sehr allgemein oder eher am konkreten Beispiel betrachtet werden soll. Durch die Wahl der „richtigen“ Abstraktionsstufe wird bestimmt, welcher Sinn dem Inhalt zugeschrieben wird. Erfolgversprechend ist eine Abstraktionsstufe, die dem Alter und damit den Lebens- und Lernerfahrungen der Lernenden angemessen ist und die einen Inhalt thematisiert, mit dem möglichst alle etwas anfangen können. Je nachdem, ob der Sachverhalt abstrakter oder konkreter behandelt werden soll, sind kognitive Prozesse zum Verallgemeinern (Abstrahieren) oder zum Finden von Beispielen (Konkretisieren) nötig.

#### Regulierung auf der Ebene der Teil-Ganzes-Hierarchie

Durch die Einstellung des Auflösungsgrades auf der Teil-Ganzes-Hierarchie wird bestimmt, ob ein Lerngegenstand eher im Detail oder eher auf einer sehr komplexen Ebene betrachtet werden soll. Damit wird auch eingestellt, welches Vorwissen die Schüler/innen nutzen können.

Beim Lernen mit Hypertexten kann über die Teil-Ganzes-Hierarchie der Schwierigkeitsgrad eines Lerngegenstandes individuell reguliert werden. Grundlage ist die Annahme, dass sehr komplexe Sachverhalte schwerer zu bearbeiten sind als übersichtliche. Das Detail enthält allerdings wieder Spezialwissen, das nicht immer nützlich oder verständlich ist. In der Regel geht DÖRNER (1998) von Kenntnissen in einem „mittleren“ Auflösungsgrad aus – das heißt, meist hat man kein Expert/innenwissen, aber auch nicht den ganz großen Abstand bzw. Überblick. Dieser mittlere Auflösungsgrad ist daher meist angemessen. Für eher schwächere Schüler/innen kann er aber zu komplex sein – sie benötigen einen übersichtlicheren, dichterem Blick auf den Sachverhalt, oder sie brauchen Hilfe, das komplexe Ganze in überschaubare Einzelteile aufzugliedern. Für sehr

leistungsstarke Schüler kann die mittlere Auflösungsgrad zu wenig Herausforderung bieten. Sie können daran interessiert sein, das Ganze zu erfassen oder in spezielle Details „einzutauchen“.

Über die Präsentation von Hypertextseiten können die entsprechenden Abstraktionsebenen und Teil-Ganzes-Ebenen variiert werden (siehe Kapitel 3). Sollen alle Schüler/innen von einer Seite aus starten, kann über Arbeitsblätter variiert werden. Schüler/innen mit wenig Vorwissen, schlechten Lesefähigkeiten oder Schwierigkeiten beim Strukturieren können kleinschrittige Arbeitshinweise erhalten, problemlöseerfahrene Schüler/innen dagegen „nur“ die Problemstellung.

Wichtig ist, dass der Auflösungsgrad zum Ziel passt (DÖRNER 1998, S. 70 f., 115 f.). Ist exemplarisches Arbeiten an einem konkreten und übersichtlichen Sachverhalt beabsichtigt, dann kann eine differenzierte, auch das Detail berücksichtigende Vertiefung in den Lerngegenstand erfolgen. So werden Schüler/innen, die sich mit dem Reflexionsfeuer als Beispiel für Lagerfeuerarten beschäftigen, zu einer sehr genauen Untersuchung des Feuers angeregt. Die Kamera der Aufmerksamkeit kann bis an Kleinigkeiten herangefahren werden, so dass die Schüler/innen wirklich in den Inhalt eindringen, dass sie sich Kleinigkeiten vorstellen, sich den Lerngegenstand Stück für Stück (oder Teil für Teil) aneignen können. Sollen aber Lernergebnisse z. B. über verschiedene Feuerarten verglichen werden, ist ein eher mittlerer bis geringer Auflösungsgrad geeignet. Hier wird die Kamera der Aufmerksamkeit weit vom Detail „wegfahren“, so dass das Ganze gesehen werden kann.

Durch die bisher vorgestellten Möglichkeiten lassen sich die Konstellationen des Problemraums vor allem in Umfang, Komplexität und Transparenz so ausrichten, dass Erfolgszuversicht entsteht. Die Dynamik eines Sachverhaltes kann aus dem Hypertext ablesbar sein. Sie wird durch ihn aber in der Regel nicht beeinflusst.

### ***Variante 2: Regulieren der Operatoren beim problemlösenden Lernen mit Hypertexten***

Unter Variante 1 wurden strukturelle und inhaltliche Bedingungen beschrieben. Sie beeinflussen als Konstellationen den Problemraum. Es ist aber wichtig, nicht nur über den Inhalt zu regulieren, wie schwer eine Problemsituation erlebt wird. Ebenso wichtig ist das Regulieren der Denkanforderungen, die an die Lernenden gestellt werden. Erst wenn über beide „Hebel“ der Schwierigkeitsgrad eingestellt wird, können fordernde und dennoch lösbare Lernsituationen entworfen werden. Dieser Gedanke entspricht auch aktuellen Forderungen nach Methodenlernen im Unterricht, wie sie z. B. FRIEDRICH (2000, S. 12 f.) formuliert:

Die systematische Vermittlung von Lernstrategien in der Schule erfordert im Endergebnis eine gemischte Inhalts- und Prozessorientierung von Unterricht: Strategien werden zu einem Gegenstand von Unterricht wie andere Unterrichtsgegenstände auch. Inhaltsvermittlung wird dabei zugunsten der Vermittlung solcher Lernstrategien reduziert, die den späteren selbstgesteuerten Erwerb von Inhaltswissen unterstützen (GLASER 1990). Dies bedeutet jedoch nicht, Inhaltsvermittlung durch Strategievermittlung zu ersetzen.

So wie über die Konstellationen kann auch über die Operatoren der Problemraum gestaltet werden. Als Operatoren zum problemlösenden Lernen mit Hypertexten wurden die kognitiven Prozesse und die Antwortstrategien entsprechend der Fragearten vorgestellt.

Diese Operatoren sind kognitive Operatoren – sie beschreiben Handlungen im Kopf. Und sie sind heuristische Operatoren, denn sie steuern das Suchen nach Problemlösungen. Ihr großes Plus ist, dass sie als Handlungen im Kopf generell rückgängig gemacht werden können. In ihrer Funktion als Suchstrategien haben sie weiterhin einen großen Anwendungsbereich, denn sie sind nicht an den konkreten Inhalt gebunden. Das Finden von Beispielen ist gleich, egal an welchem Inhalt gearbeitet wird. Die Strategie des Begründens ist gleich, denn es ist egal, ob begründet wird, warum der Gartenteich schlecht riecht, warum ein Feuer brennt oder warum ein Auto fährt. Das Vorgehen liegt sozusagen „über dem Inhalt“.

Die kognitiven Prozesse und Strategien sind natürlich etwas anderes als handfeste Tätigkeiten, mit denen der Problemraum beeinflusst werden kann. Aber ähnlich wie die Handarbeit beim Ausbaggern des Sees unterliegt die Kopfarbeit bestimmten Einflussfaktoren. DÖRNER (1995) nannte diese die Bedingtheit, Sicherheit, Zielgenauigkeit und Reversibilität der Operatoren. Wie schwer ein problemlösender Lernprozess zu bewältigen ist, hängt also auch damit zusammen, wie abhängig von Vorbedingungen, wie sicher, zielgenau und korrigierbar die Verfahren wirken, mit denen das Problem gelöst wird.

Wie können aber beim Problemlösen in der Motivationsphase über die Lösungsverfahren verschiedene Schwierigkeitsgrade variiert werden? Ein Beispiel dafür, wie kognitive Prozesse und die Strategien schrittweise geübt und binnendifferenzierend eingesetzt werden können, wird folgend vorgestellt.

Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken:

#### Einfaches Bewegen auf den hierarchischen Strukturen – Schwierigkeitsstufe 1

Konkretisieren/Abstrahieren: Die geringste Anforderung auf der Handlungsseite ist gegeben, wenn Lernende auf einer Hierarchie einen Schritt gehen. Arbeitsanweisungen wie: Finde verschiedene Beispiele für Lagerfeuer! lenken die Denkrichtung der Lernenden auf die Abstraktheitshierarchie, auf der sie vom Allgemeinen zum Konkreten vorgehen und Beispiele für den Oberbegriff finden. Die Frage: Was ist ein Haufenfeuer? orientieren auf eine Abstraktionsleistung.

Analysieren/Synthetisieren: Auch hier werden wenige kognitive Prozesse innerhalb einer Hierarchie zur Lösung führen. Arbeitsanweisungen wie „Nenne die Phasen eines Brennprozesses“ lenken die Denkrichtung der Lernenden auf die Teil-Ganzes-Hierarchie, auf der sie vom Ganzen zu den Teilen vorgehen. Die zusammenfassende Denkrichtung kann ebenso angeregt werden, beispielsweise durch die Aufforderung die gefundenen Einzelteile zu einem Ganzen zu verbinden.

Ursachen finden und Folgen nennen sind ebenfalls Denkprozesse, bei denen Lernende mit wenigen kognitiven Prozessen innerhalb einer Denkrichtung zum Ziel kommen.

#### Eigene Auswahl geeigneter kognitiver Prozesse – Schwierigkeitsstufe 2

Etwas schwieriger ist es, wenn die Arbeitsanweisung und Hypertextpräsentation keine konkrete Denkrichtung anregt. Dann müssen die Lernenden aus den kognitiven Prozessen selbst die geeigneten auswählen. Voraussetzung ist, dass die Lernenden die Wirkungsweise der Prozesse kennen und daraufhin in der Lage sind, zu entscheiden, ob sie eher abstrahieren oder Beispiele finden, eher ins Detail gehen oder eher das System betrachten oder gar kausale Zusammenhänge erarbeiten sollen. Die Lernenden müssen dazu kognitive Prozesse selbständig kombinieren.

#### Nutzen der Denkstrategien entsprechend der Frageart – Schwierigkeitsstufe 3

Sind die kognitiven Prozesse den Lernenden bewusst und können sie diese anwenden, dann wirken sie als Operatoren relativ sicher, zielgenau und lassen sich oft wieder rückgängig machen. Als etwas schwierigere Operatoren wurden die Denkstrategien entsprechend der Frageart beschrieben. Sie umfassen mehr Bedingungen, die beachtet werden müssen. Für eine Bewertung beispielsweise müssen Folgen gedacht, die Sicherheit ihres Eintretens getestet werden usw. Dabei wirft ein Gedanke oft viele weitere auf – die einzelnen Schritte der Prozedur führen nicht nur zum gewünschten Bereich, sondern greifen oft in viele andere hinein. Dafür sind die Denkstrategien als Ganzes recht wirkungssicher und können rückgängig gemacht werden. Erforderlich sind Kenntnis der Denkschritte und Disziplin, auf dem eingeschlagenen Denkweg zu bleiben. Günstig für die Gestaltung von Lernprozessen ist, dass auch die Denkstrategien in verschiedene Schwierigkeitsstufen einteilbar sind. Als einfache, relativ bedingungslos wirkende, sichere und zielge-

naue Operatoren eignen sich zuerst die Basisstrategien – das Prognostizieren, Erklären und Bewerten. Eine entsprechende Fragestellung wäre „Überlege, wie wir den Sachverhalt bewerten können“ (Vorgehen zur Bewertung). Wenn die Basisstrategien verstanden und beherrscht werden, sind die aus diesen Strategien zusammengesetzten Strategien zum Zielsetzen und Wegplanen leichter zu bewältigen.

Alle Vorschläge basieren auf einem sehr methodenreflektierten Vorgehen. Wenn entsprechende Verfahren ungewohnt sind, werden sie oft als langweilig oder bedrohlich empfunden. Sie können dann den Motivationsprozess bremsen.

### **4.3. Stufe der Schwierigkeit – Bewusstwerden des Problematischen**

#### **4.3.1. Bedeutung dieser Lernphase**

In dieser Unterrichtsphase sollen die Lernenden die Schwierigkeit des Problems erkennen und darauf positiv – also neugierig und nicht frustriert – reagieren. Die Überwindung der Schwierigkeit ist nach ROTH (1963, S. 151) abhängig von „den angeborenen und bis zu diesem Zeitpunkt entwickelten Fähigkeiten und Fertigkeiten des Lernens, von seinen vorausgegangenen Erfahrungen und von der augenblicklichen Struktur der Lernsituation“. Wie kann nun diese Lernsituation mit Hilfe von Hypertexten so gestaltet werden, dass es den Lernenden leichter wird, das Schwierige zu erkennen und bei der Sache zu bleiben?

Ein wichtiger Aspekt ist die Art der Arbeitsanweisung. Nicht immer treffen die Lehrer/innen mit ihrer Arbeitsanweisung oder Fragestellung eine lösbare und doch problematische Schwierigkeitsstufe. Es kann z. B. durchaus vorkommen, dass für einige Lernende die Situation gar nicht problematisch ist, weil sie routinierte Lösungsinstrumente besitzen. Dann ist der Schwierigkeitsgrad so zu erhöhen, dass die gewohnten Lösungsverfahren nicht mehr genügen und über den Lösungsprozess selbst nachgedacht werden muss.

Es ist auch möglich, dass die Lernenden das Problematische an einer Situation nicht erkennen und unüberlegt und oberflächlich antworten. Hier ist nicht immer eine andere Einstellung der Schwierigkeitsstufe sinnvoll, sondern die Schwierigkeit ist spürbar zu machen. Beispielsweise durch Gegenargumente (Inputs), welche eine oberflächliche Lösung der Lernenden in Frage stellen.

Die Phasen der Motivation und des Erkennens der Schwierigkeit sind nicht immer trennscharf, sondern bedingen einander oft. Daher können einzelne Verfahren aus 4.2. übernommen werden.

#### **4.3.2. Hypertext zum Einstellen des Schwierigkeitsgrades**

##### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Hypertext wird genutzt, um den Schwierigkeitsgrad so einzustellen, dass den Lernenden Erfolg möglich ist, wenn sie sich anstrengen. ROTH weist dabei ausdrücklich darauf hin, dass der stärkste Lernreiz nicht immer im Vorgehen vom Leichten zum Schweren liegt, sondern oft die „harten Nüsse“ zum Anstrengen anregen (1963, S. 245 f.). Wie mit Hilfe von Hypertext verschiedene Schwierigkeitsstufen eingestellt werden können, wurde unter 4.2.4. genau beschrieben. Folgend wird an zwei Beispielen erklärt, wie zum Erkennen der Schwierigkeit mit dem Anforderungsniveau gearbeitet werden kann.

### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Geeignet sind Analyseverfahren und Syntheseverfahren, um den Auflösungsgrad zu finden, auf dem den Lernenden das Problem vor Augen tritt. Syntheseverfahren beispielsweise können eine komplexe Einbettung des Themas zeigen (beispielsweise die unter Abbildung 19 gezeigte Startseite zum Thema Feuer in Naturwissenschaft und Technik). Dieses Vorgehen kann sinnvoll sein, um eine höhere Schwierigkeitsstufe einzustellen. Schüler/innen, die meinen, im Handumdrehen bewerten zu können, ob Feuer gut oder schlecht für den Menschen ist, können mit einer allgemeineren Sicht auf den Sachverhalt darauf aufmerksam gemacht werden, wie oberflächlich ihre schnelle Antwort ist.

Geeignet sind Abstraktions- und Konkretisierungsverfahren, um das Thema abstrakter darzustellen. Das ist sinnvoll, wenn den Schüler/innen das Problematische an der konkreten Situation nicht vor Augen tritt, aber auf abstrakter Ebene erkannt werden kann. Ebenso ist die umgekehrte Denkrichtung möglich, um ein abstraktes Beispiel für die Problemlösung konkret vorstellbar und anschaulich werden zu lassen.

Geeignet ist das Arbeiten mit den Mustern der Fragearten, da sie schrittweise an die problematische Situation heranführen können. Wenn eine Bewertung im Zentrum steht – wie beispielsweise wenn nach der Bedeutung des Feuers für den Menschen gefragt wird – kann das systematische Vorgehen eine gründliche Lösung sehr erleichtern.

### **4.3.3. Hypertext als Fakteninput**

#### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Hypertext wird beim Fakteninput als Informationspool genutzt. Der Input kann zwei Funktionen haben. Er kann Zusatzinformationen auf der Sachebene geben oder Informationen über die Problemstruktur anbieten und dadurch dazu dienen, die Schwierigkeit der Arbeitsanweisung zu erkennen.

Beim Input auf der Sachebene kann das Problematische einer Aufgabe bewusst gemacht werden, wenn man die oberflächliche Lösung ausprobiert – und sie nicht gelingt. Dieses Versuch-Irrtum-Lernen ist aber nicht immer möglich. Wenn beispielsweise das Verhalten von Prometheus zu bewerten ist, hilft das Ausprobieren nicht weiter. Möglicherweise geben Lernende, die ihre Ruhe haben wollen, eine schnelle „Das-will-der-Lehrer-bestimmt-hören“-Antwort. Möglicherweise vermuten sie, dass ihr fortschrittlicher Lehrer das Feuer als neue Möglichkeit des Menschen begrüßen wird. Die Antwort wäre dann: „Das finde ich mutig und gut von Prometheus.“ Die lapidare Antwort folgt einer scheinbar lapidaren Frage. Diese Ausgangskonstellation kann anregender wirken, problematischer werden, je mehr verschiedene Perspektiven einbezogen und je mehr die einzelnen Teilaspekte vertieft und zueinander in kausale Beziehung gebracht werden. Möglichkeiten dazu wurden in Kapitel 3.3.6. vorgestellt.

Es ist natürlich nicht nur möglich, auf der Inhaltsebene Input zu geben, sondern auch auf formaler Ebene. Hier werden Informationen zur Problemstruktur geboten. Es geht um Modellbildung. Im Vordergrund steht das Lösungsverfahren des Problems. Wie die kognitiven Prozesse und Strategien nach ihrem Schwierigkeitsgrad gestaffelt entwickelt werden können, wurde unter 4.2.4. gezeigt. Ist das während der Motivationsphase angelegte Lernumfeld nicht als problematisch erkannt worden, kann in dieser Phase natürlich auch über die Operatoren korrigiert werden. Je nach Situation können z. B. einzelne Zwischenschritte angeregt werden, um von der oberflächlichen Antwort abzulassen und sich in den Inhalt zu vertiefen. Im Beispiel kann der Lehrer zunächst die Antwort als mögliche Bewertung akzeptieren und nachfragen, warum sich der Schüler dessen so sicher ist oder wie er zu dieser Antwort gekommen ist. Er könnte darauf verweisen,

dass es sich um eine Bewertung handelt und dabei an die Folgen des zu bewertenden Sachverhaltes gedacht werden soll. Andere Situationen erfordern eventuell, eine zunächst angeregte Kleinschrittigkeit wieder aufzuheben, beispielsweise indem die Lernenden aufgefordert werden, einen anderen (schnelleren, interessanteren) Lösungsansatz zu entwickeln.

### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Als Inszenierungsmuster einzelner Lernschritte eignen sich:

- das Synthetisieren, wenn weitere Einflussfaktoren auf ein System gefunden werden sollen
- das Abstrahieren, wenn andere Perspektiven beachtet werden sollen
- das Konkretisieren, wenn allgemeine Theorien an konkreten Beispielen geprüft werden sollen
- das Herstellen kausaler Zusammenhänge, wenn verschiedene Wechselwirkungen gezeigt werden sollen.

Am Ende dieser Phase steht die Formulierung einer problematisierenden Zielsetzung. Problematisierte Ziele lassen sich durch die Kombination von Absicht und Schwierigkeit formulieren. Sie enthalten bereits Elemente der Lösung.

## **4.4. Stufe der Lösung**

### **4.4.1. Bedeutung dieser Lernphase**

Wenn das Ringen mit der Schwierigkeit gut gelingt, wird der Lernprozess vorangetrieben. Beim problemlösenden Lernen schließt sich nun die Grübel- oder Experimentierphase an, der Lernschritt, in dem um die neue Erkenntnis, um die Lösung, gerungen werden muss. Die Schüler/innen überlegen, wie sie das Problem gelöst bekommen – und je komplexer der Denkansatz ist, desto gründlicher sollten sie es tun. Wichtig ist, dass am Ende dieser Phase möglichst ein Erfolg steht. Lehrer/innen sollten die Schüler/innen daher bei der Umsetzung ihrer Planung unterstützen. Das heißt, dass zuerst die Lernenden selbst ihre Lösungsschritte überlegen.

ROTH (ROTH 1963, S. 263) erklärt, dass Einsicht auch dann wirken kann, wenn die Lösung vom Lehrer gegeben wird: „Voraussetzung ist aber, daß die auflösende Kraft der Einsicht an der Hand des Lehrers in vollem Umfange erfaßt wird, was nur möglich ist, wenn vorher um das Problem gemeinsam gerungen wurde, wenn die Lösung ein aufgestautes Bedürfnis stillt, die ‚gute Gestalt‘ der Lösung überzeugend vors Auge oder Ohr tritt.“

Daher müssen Lernende auch dann, wenn die Lehrenden glauben, dass die Lösung letztendlich gegeben werden muss, die Möglichkeit zum intensiven selbständigen Lösungsversuch haben. Das erfordert, dass die Lernenden die Möglichkeit haben, den Sachverhalt zu strukturieren und ggf. umzustrukturieren, die Sicht auf den Sachverhalt zu wechseln, ggf. das Problem an Handlungen zu binden, sie vorstellbar und konkret zu machen oder allgemeiner zu betrachten, Lösungswege zu entwerfen, Lösungsalternativen auszudenken, Lösungen zu probieren.

### **4.4.2. Hypertext zum Probieren**

#### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Der Einfall, die Lösung, folgen nicht immer der Logik vorausgegangener Denkschritte. Mitunter ist es wichtig, verschiedene Varianten gedanklich oder praktisch durchzuspielen. Hypertexte bieten dafür einen reichhaltigen Informationsfundus. Dabei sind alle Experimente leicht rückgängig zu machen. Die Gefahr besteht allerdings darin, dass die Lernenden sich durch eher assozia-

tives Suchen verzetteln und sich von der Lösung durch „wildes Probieren“ entfernen, bis sie verwirrt aufgeben.

#### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Wird das Abstrahieren probiert, dann bringt es einen allgemeineren Blick und eventuell die Möglichkeit des Transfers aus bekannten Erfahrungsbereichen.

Wird das Konkretisieren probiert, dann ermöglicht es Einsichten, die an verschiedenen Beispielen ausprobiert werden können.

Wird das Analysieren probiert, kann das Details ans Licht bringen, die zur Lösung wichtig sind.

Wird das Synthetisieren probiert, dann können Zusammenhänge aufgezeigt werden, die zur Lösung wichtig sind.

Wird das Folgern und Begründen probiert, dann können dadurch kausal eingebundene Lösungen erleichtert werden.

#### **4.4.3. Hypertext zum Strukturieren von Informationen**

##### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Bei vielen Problemen fällt die Lösung schwer, weil die Struktur der Aufgabe oder der inhaltlichen Zusammenhänge nicht durchschaut wird (Roth 1963, S. 255). Hypertext kann genutzt werden, um Strukturen bewusst zu machen und Strukturierungsprozesse anzuregen.

##### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Um Gesamtstrukturen zu durchschauen, sind Inszenierungstechniken geeignet, die hierarchisch auf höhere Strukturebenen verweisen: das Abstrahieren und Synthetisieren.

Um sehr abstrakte und komplexe Strukturen zu verstehen, sind Inszenierungstechniken geeignet, die hierarchisch auf niedrigere Strukturebenen verweisen: das Konkretisieren und Analysieren.

Um sehr komplexe Fragestrukturen zu verstehen, kann das Muster, das den Fragearten zugrunde liegt, eine hilfreiche Struktur anbieten.

Um Ordnung in aus dem Hypertext herausgearbeitete Informationsteile zu bringen, eignen sich sowohl die elementaren kognitiven Prozesse als auch die Strategien entsprechend der Frageart.

#### **4.4.4. Hypertext zum Umstrukturieren von Informationen**

##### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Hypertext wird dafür eingesetzt, um neue Beziehungen zwischen Inhalten herzustellen.

##### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Geeignet erscheinen für die Lösung daher die folgenden kognitiven Prozesse:

- Konkretisieren: Wenn abstrakte Zusammenhänge unübersichtlich sind, können Beispiele helfen, einen besseren Einblick oder Überblick zu bekommen und konkrete Bilder und Vorstellungen zu entwickeln, mit denen weitergearbeitet werden kann. Konkretisieren kann dem Aufstellen von Hypothesen dienen.
- Abstrahieren: wenn man sich im Beispiel „verfahren“ hat und ein anderes Beispiel oder Analogien braucht, und um Analogien zu bilden.

- Synthetisieren: wenn man im Detail einer Situation zu versinken droht und das Ganze aus dem Blick verliert.
- Analysieren: wenn der komplexe Überblick detaillierter ausgearbeitet werden muss.
- Herstellen kausaler Beziehungen: wenn vernetzte Zusammenhänge in ihren Wechselwirkungen, wenn Ursachen und Folgen bedacht werden sollen und wenn Hypothesen auf ihre Wahrscheinlichkeit untersucht werden müssen (vgl. DÖRNER 1998, S. 116, ROTH 1963, S. 255–261).
- Nutzen der Verfahren der Fragearten: Durch die Art der Frage werden Festpunkte im Denken geschaffen – es wird deutlich, welche Inhalte wichtig, welche nebensächlich sind. Der Inhalt wird durch die Frageart strukturiert. Und genau das kann helfen, um die größten Gefahren beim Lernen mit Informationsnetzen – nämlich dass man nicht weiß, was man noch braucht, was wichtig ist, wie die Inhalte zusammenpassen – extrem zu mindern.

## 4.5. Stufe des Tuns und Ausführens

### 4.5.1. Bedeutung dieser Lernphase

Das Tun und Ausführen meint das, was nach der Lösung kommt: das Ausprobieren der Lösung, das handwerkliche Machen, das Erleben des Erfolges, das Anwenden der Idee. Die Lösung wird umgesetzt und führt zu einem Ergebnis, zum Ziel. ROTH erklärt, dass bei vielen Lernprozessen diese Stufe die Hauptstufe ist, aber in den Schulen oft zu wenig berücksichtigt oder missbraucht wird (ROTH, 1963, S. 265 ff.). Dabei ist das Tun wichtig, um das Ergebnis der Mühe als Gewinn empfinden zu können. Beim Experimentieren ist es das ausgedachte Experiment, mit dem die Hypothese geprüft wird. Beim Denken sind es die Argumentationslinien, die wirklich ausgearbeitet werden. Dabei folgt das Denken dem Tun nicht immer nach, sondern beide befinden sich oft – und besonders bei Problemen mit unklarem Ziel – im Wechselspiel<sup>69</sup>.

### 4.5.2. Hypertext beim Ausarbeiten der Lösung

#### *Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext*

Beim Problemlösen mit Hypertext schließt sich das Tun an die Arbeit mit dem Medium an. Hypertexte haben im Stadium der Recherche und Strukturierung wichtige Hilfen geleistet, an dieser Stelle sind sie nicht dienlich. Wurde ein Lagerfeuer geplant, so ist das Feuer machen das Tun. Wurde herausgefunden, warum eine Kerze brennt und was für den Brennprozess nötig ist, kann durch das Experiment an der Kerze ausprobiert, gezeigt, erlebt werden, was als Idee erdacht wurde. Wurde die Bedeutung des Feuers für den Menschen bewertet, können Cluster, Collagen, Dialoge aber auch Powerpoint-Präsentationen oder eigene Hypertexte das Gedachte in das Tun umsetzen.

Wenn der Researcheweg auf der Metaebene selbst das Problem darstellte, dann kann das Erzeugen eines eigenen Hypertextes mit einer entsprechenden Struktur eine wichtige Anwendung der Lösung sein.

---

<sup>69</sup> Werden Tun und Denken als Ganzes empfunden, kann das Aufschreiben der Argumentation, das Ausdiskutieren, das Gestalten eines Feature zum Bedürfnis der Schüler/innen werden. Denn sie können so ihre Planung umsetzen, wahr machen. ROTH (1963, S. 265 f.) warnt in diesem Zusammenhang allerdings vor dem Missbrauch dieser Phase. Dann, wenn Denken und Tun schon auseinandergebrochen sind, wenn das Aufschreiben als Tun nur noch ein lästiges Anhängsel ist, kann das Tun verdrießen.

### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Es werden keine Inszenierungstechniken als besonders geeignet vorgeschlagen.

## **4.6. Stufe des Behaltens und Einübens und Stufe des Bereitstellens, der Übertragung und der Integration des Gelernten**

### **4.6.1. Bedeutung dieser Lernphase**

Im Alltag sind Probleme meist beendet, wenn das Ziel erreicht ist. Selten prüfen Menschen, wie ihr Ergebnis wirklich wirkt oder überlegen, ob sie anders vielleicht besser ans Ziel gekommen wären. Selten üben sie bewusst das Gelernte ein oder übertragen es auf andere Situationen. Dabei vergeben sie Möglichkeiten, denn die erworbene Einsicht, das praktizierte Verfahren wird nicht geprüft, nicht eingeschliffen, und auch der Transfer von Wissen funktioniert nicht spontan.

Kontrolle als kritisches Prüfen (Revision) ist aber ein wichtiger Abschnitt im Lernprozess, sowohl als Abschluss als auch innerhalb verschiedener anderer Phasen. Es ist möglich, dass die Reflexion des Lernweges und die kritische Einschätzung der Lernergebnisse bereits eine festigende Wirkung hat, weil die Inhalte kognitiv genutzt, bewegt, verbunden und so fester eingelagert werden. Dennoch kann es nötig sein, bestimmte Verfahren oder Inhalte wiederholend zu üben.

Festigung ist so etwas wie ein neuer Lernprozess. Er bedarf eines neuen Anstoßes, neuer Motivation (vgl. ROTH 1963, S. 270 f.) und damit einer neuen Zielsetzung und Planung.

Transfer meint, dass das Gelernte nicht nur in genau dieser konkreten Lernsituation gültig ist, sondern allgemeiner gilt, übertragbar ist. Nun funktioniert Transfer nicht spontan. Er muss in der Schule geübt werden. Dazu ist es nötig, dass der Lerngegenstand so erfasst wird, dass das Übertragbare offenkundig wird. Das kann beim problemlösenden Lernen die Einsicht, das Verfahren und auch die Einstellung sein.

### **4.6.2. Hypertext zur Revision**

#### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Hypertexte dienen als Recherchemedien. Zur Kontrolle, wie sinnvoll die einzelnen Lernschritte waren, ist das Medium kaum geeignet.

### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Computerbasierte Aufzeichnung der einzelnen Navigationsschritte (ein Navigationsprotokoll wurde in Abb. 23 gezeigt) können als Erinnerungshilfe dienen.

### **4.6.3. Hypertext zum Üben**

#### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Netzstrukturen eignen sich wenig zum Üben von Inhalten (vgl. Teil A/3.1.). Es ist aber vorstellbar, dass kognitive Prozesse und Denkstrategien mit Hypertexten an verschiedenen Inhalten trainiert werden, bis z. B. Schüler/innen völlig selbstverständlich Links klassifizieren und Inhalte zueinander in Beziehungen setzen. Übungen, bei denen Gelerntes an anderen Beispielen leicht abgewandelt geübt wird, können mit Hypertext stattfinden, weil oft verschiedene Beispiele zu einem Thema enthalten sind. Diese Art von Übung geht aber bereits in Transfer über und wird in diesem Zusammenhang intensiver betrachtet (s. u.).

### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Um Übertragungen dessen, was am Beispiel gelernt wurde, an einem anderen Beispiel zu festigen und zu üben, sind folgende kognitive Strukturen wichtig:

Abstrahieren, um zum passenden Oberbegriff zu gelangen – beispielsweise vom konkreten Haufenfeuer zum Oberbegriff Lagerfeuer als allgemeineren Begriff.

Konkretisieren, um vom Oberbegriff ausgehend zu einem Beispiel zu gelangen. Beispielsweise, indem vom Oberbegriff Lagerfeuer zu dem konkreteren Begriff Pagodenfeuer zu gehen und an diesem das am Haufenfeuer Gelernte anzuwenden.

Geübt werden können auch die Lösungsverfahren. Beispielsweise kann an fast jedem Thema, das komplex genug präsentiert wird, das schrittweise Beantworten von Problemfragen geübt werden.

#### **4.6.4. Hypertext zum Transfer**

##### ***Möglichkeiten/Grenzen des Mediums Hypertext***

Hypertexte eignen sich, um den Transfer des Gelernten anzuregen.

### ***Vorgehen mit Hilfe der Inszenierungstechniken***

Was ein Mensch an Einsichten und Verfahren erwirbt, enthält Fäden in zukünftiges Tun. ROTH (1963) nennt diese Fäden „Vorblicke, Hinweise, Verallgemeinerungen“. Um das, was am Konkreten gelernt wurde, auch allgemein nutzen zu können, sind wiederum vor allem kognitive Prozesse zum Abstrahieren und Konkretisieren nötig. Auf der Abstraktheitshierarchie nach oben gehend werden die Sachverhalte, Handlungszusammenhänge usw. gefunden, auf die das am Exempel Gelernte übertragbar ist. Von dort aus wieder konkreter werdend finden sich „ähnliche“ Anwendungsbereiche und Anwendungssituationen. Und diese können dann auf der Teil-Ganzes-Hierarchie in einem angemessenem Auflösungsgrad betrachtet und in kausale Zusammenhänge eingebunden werden.

Transferiert werden können auch die Lösungsverfahren. Beispielsweise kann das Vorgehen beim Abstrahieren übertragen werden auf Prozesse, in denen Analogien gebildet werden müssen und in denen ausgehend von etwas Bekanntem etwas Unbekanntes durchdacht werden muss. Dabei ist es sinnvoll, dass der Transfer von den Lehrenden vorgemacht wird, so dass das Prinzip der Übertragung verstanden wird.

## 5. Lernen in Strukturen – strukturiertes Lernen: Zusammenfassung von Teil C

Die Ergebnisse dieses Kapitels werden nicht als allgemeingültige Theorien zusammengefasst, sondern entsprechend ihrer praktischen Verwendung so formuliert, dass sie die Aufmerksamkeit der Lehrenden auf bestimmte Merkmale von Unterricht lenken.

### 5.1. Unterricht planen und steuern mit Hypertext: Lerngegenstand, Lernziel

#### *Merkmal Lerngegenstand*

Da Problemlösen als individueller Informationsverarbeitungsprozess angesehen wird, wurden keine Lerngegenstände genannt, die immer und für jede Klasse eine problemhaltige Lernsituation in sich bergen, sondern es wurden Hinweise gegeben, unter welchen Kriterien ein Lerngegenstand auf seine Eignung zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen geprüft werden kann. Allgemein ist ein Lerngegenstand für selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen mit Hypertext um so geeigneter, je mehr:

- der Lerngegenstand die Arbeit an herausfordernden, aber lösbaren Problemen ermöglicht,
- der Lerngegenstand zum selbständigen Tun/Denken anregt,
- der Lerngegenstand strukturierendes Denken in vernetzten Zusammenhängen anregt,
- der Lerngegenstand die exemplarische Übertragung der Ergebnisse gestattet.

#### *Merkmal Lernziel*

Mit Hypertext können verschiedene Lernsituationen zum Erwerb von Wissen und Können unterstützt werden, wenn:

- kausale Zusammenhänge dargestellt, Sachverhalte aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden sollen,
- das selbständige Problemlösen geübt werden soll,
- die elementaren kognitiven Prozesse (Abstrahieren, Konkretisieren, Analysieren, Synthetisieren, Folgen und Ursachen finden) bewusst gemacht und trainiert werden sollen,
- strategisches Vorgehen, das beispielsweise zum Bewerten, Zielsetzen und Planen nötig ist und gelernt werden soll,
- das Auswählen und Ordnen von Ergebnissen geübt werden soll,
- das Verständnis für verschiedene Aspekte eines Sachverhaltes und systemisch strukturiertes Wissen entwickelt werden soll,
- exemplarisch strukturiertes Wissen erworben werden soll,
- eine gut strukturierte kognitive Struktur entwickelt werden soll.

Natürlich gibt es auch Lernziele, bei denen Hypertexte durch ihre Struktur den Lernerfolg beeinträchtigen können. Ungeeignet sind Hypertexte beispielsweise, wenn:

- Sachwissen nicht im Rahmen von Problemlösungen erarbeitet werden soll, sondern zügig ganz bestimmte Fakten vermittelt oder bestimmte Abläufe vorgestellt werden sollen,

- zu einem unbekanntem Themengebiet eine gut organisierte Wissensstruktur aufgebaut werden soll,
- Vorwissen fehlt, in das neue Informationen eingebettet werden können.

## 5.2. Auswahl der geeigneten methodischen Form

Um die Möglichkeiten, die das Medium Hypertext für den Problemunterricht bietet, genau zu untersuchen, wurde dieser in einzelne, überschaubare Teile zerlegt.

Zuerst ging es um kurze Unterrichtssituationen. Ihre Dramaturgie hängt von den Impulsen ab, die von Lehrer/innen und Schüler/innen gegeben werden und durch die Unterricht vorangetrieben wird. Die Impulse sollen an den elementaren kognitiven Prozessen orientiert werden. Auf der Basis der elementaren kognitiven Prozesse wurden im Zusammenhang mit dem Abstrahieren und Konkretisieren Möglichkeiten für exemplarisches Lernen mit Hypertext vorgestellt. Vor dem Hintergrund der kognitiven Prozesse Analysieren und Konkretisieren konnten Beispiele für die Differenzierung des Schwierigkeitsgrades und entsprechende Auswertungsverfahren gezeigt werden. Das Anregen kausal orientierter Denkvorgänge wurde als Basis für einen systemischen, von verschiedenen Perspektiven geprägten Blick auf den Lerninhalt genutzt. Mit der Hypermedia – Arbeitsumgebung „Winnie ist Feuer und Flamme“ wurde deutlich, dass es oft verschiedene Möglichkeiten gibt, um diese Prozesse spontan anzuregen. Wichtig war in diesem Zusammenhang vor allem, dass die verschiedenen Möglichkeiten des Informationszugriffs im Hypertext ganz verschiedene Möglichkeiten für die Unterrichtssteuerung anbieten und daher, je nach Absicht, gezielt und ihren Potentialen entsprechend ausgewählt werden können.

Nachdem die einzelnen an den elementaren kognitiven Prozessen orientierten Unterrichtssituationen beschrieben wurden, wurden komplexere Prozesse des Problemlösens wichtig. Beim Problemlösen geht es darum, einen Weg zu finden, um den unbefriedigenden Anfangszustand in den gewünschten Zielzustand zu überführen. Nötig sind daher systematisch angelegte Strategien, die das Umgehen mit Wissen einschließlich der semantischen Verknüpfung von Informationen unterstützen. Möglichkeiten für solche systematischen Verbindungen der kognitiven Prozesse wurden in Teil B vorgestellt. Entsprechend der Problemfrage wurden dort die einzelnen Prozeduren zu Antwortstrategien verbunden. Zur Beantwortung dieser Fragen werden elementare kognitive Prozesse wie zu einer Kette zusammengefügt. Die Ketten funktionierten als Heuristiken, als Strategien zum Finden von Antworten. Am Beispiel der Problemfrage nach möglichen Folgen (Prognosefrage) wurde exemplarisch gezeigt, wann und wie Hypertexte zur Lösung der Frage sinnvoll eingesetzt werden können. Als Denkhintergrund diente eine Situation, die bereits in Teil B zur Illustration der Fragearten genutzt wurde – die Situation des verschmutzten Gartenteiches. Es wurden wie auch im Zusammenhang mit den elementaren kognitiven Prozesse Sequenzen deutlich, in denen die Struktur von Hypertext für das strategische Denken sehr nützlich sein kann. Ebenso deutlich wurden aber auch Situationen, in denen die Nutzung von Hypertext nicht hilfreich erscheint. Direkt verbinden lassen sich das strategische Vorgehen entsprechend der Fragearten und das Arbeiten mit Hypertexten in den Bereichen, in denen Material benötigt wird, um Informationen zu erhalten, Informationen zu ordnen und allgemeine Theorien aufzustellen beziehungsweise zu prüfen. Übertragen auf andere Fragearten, die mit Hypertext beantwortet werden, bedeutet das: Hypertexte können ausgehend von der Frageart gut genutzt werden, um den Sachverhalt zu klären und mögliche Ursachen und Folgen zu recherchieren. Sie können auch die Bildung des prognostischen Satzes unterstützen. Nicht hilfreich sind sie bei der am konkreten Sachverhalt stattfindenden Prüfung der kausalen Dichte und bei der konkreten Einschätzung, wie wichtig eine Aussage genommen wird.

Sollen die bisher erarbeiteten Ergebnisse im realen Unterricht anwendbar sein, müssen die beschriebenen Lernsituationen in umfassendere Lernprozesse eingebunden werden. Allerdings ist es durch die Vielfalt möglicher Lernprozesse kaum möglich, diesen ein einheitliches Muster zu unterlegen. Daher wird das Gemeinsame von Lernprozessen in den Lernphasen gesucht. Dazu wurde im letzten Schritt der Blick von den Abläufen im Denken weg gelenkt, hin zu den Abläufen im Unterrichtsprozess. Im Zentrum standen Unterrichtsprozesse, die auf Problemlösen, Erforschen und Entdecken ausgerichtet sind. Die einzelnen Lernschritte wurden nach dem, was sie für die Problemlösung leisten, gegliedert. Grundlage waren die Modelle von D. DÖRNER (1998) und H. ROTH (1963). Der Blick auf die Möglichkeiten von Hypertext innerhalb dieser Phasen zeigte, dass sie vor allem beim ersten Lernschritt (Stufe der Motivation) geeignet sind. Hypertexte dienen dazu, das Thema zu öffnen, bestimmte Denkrichtungen aufzuzeigen oder eine neue Sichtweise wahrzunehmen. Außerdem bieten Hypertexte gerade bei diesem Lernschritt und beim Erkennen des Problematischen (Stufe der Schwierigkeit) die Möglichkeit, den differenzierten Bedürfnissen der Lernenden gerecht zu werden – sowohl hinsichtlich des Inhaltes als auch hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades. Während der Planung (Stufe der Lösung) scheinen Hypertexte insgesamt nur bedingt geeignet zu sein. Diese Stufe ist der Zeitpunkt, an dem die Schüler/innen ihre Lösungspläne entwickeln und lernen, Schwierigkeiten allein zu bewältigen. Inhaltlich bieten Hypertexte dafür gute Möglichkeiten zum Strukturieren, Umstrukturieren und zum Bilden von Analogien. Kaum geeignet erscheinen Hypertexte für die Stufe des Tuns und Ausführens und für die Stufe des Behaltens und Einübens. Auch für das Bereitstellen und die Integration scheinen Hypertexte wenig geeignet zu sein. Sie dienen in dieser letzten Stufe (Bereitstellen, Übertragung, Integration) am besten dem Transfer von Inhalten. Die vernetzte Struktur von Hypertexten kann es erleichtern, Beziehungen zu erkennen, Analogien zu bilden oder Abstraktionen vorzunehmen, die eine Übertragung des Gelernten auf andere Bereiche unterstützen.

Zuallererst: Die Informationstechnik wird eine Revolution in den Klassenzimmern auslösen. *Wir müssen die Pädagogik für das Informationszeitalter aber erst noch erfinden.* Ich weiß, daß über neue Formen des Unterrichtens schon so lange gestritten wird, wie es Schulen gibt. Heute aber stehen wir, durch die revolutionäre Entwicklung der Informationstechnik, vor einer grundlegend neuen Situation. Der Computer wird für eine wirkliche Neugestaltung unserer Lerninhalte und Unterrichtsformen ein zentraler Kristallisationskern sein. Er muß dann aber auch integraler Bestandteil von didaktischen Konzepten für alle Fächer werden. Es ist noch immer ein weit verbreitetes Mißverständnis, daß Computer in den Schulen vor allem dem Informatik-Unterricht dienen. Der Umgang mit dem Computer gehört aber wie das Lesen, Schreiben und Rechnen heute zu den selbstverständlichen Kulturtechniken, die fast in allen Fächern Auswirkungen haben. Dazu fehlt es meist nicht nur an der Ausbildung der Lehrer, sondern auch an pädagogischen Hilfen, mit denen der Computer zum Instrument im Geschichts-, Mathematik- oder Englischunterricht gemacht werden kann.

(HERZOG, 1998)

## Ergebnisse



**Thema: Eigenart und Struktur von Hypertexten (Teil A)**

**Hypothese 1:** Wenn Hypertexte als neue Medien zum Lehren und Lernen angesehen werden, dann werden sie grundlegend andere Strukturen aufweisen, als von herkömmlichen computerbasierten Unterrichtsmedien und eher hierarchischen Lehrtexten bekannt ist. Der strukturelle Aufbau von Hypertexten ist zu untersuchen und mit computerbasierten Unterrichtsmedien und Lehrbuchtexten zu vergleichen.

**These 1**

Der Vergleich von Hypertexten mit traditionellen computerbasierten Unterrichtsmedien ergab Gemeinsamkeiten

- auf technischer Ebene und organisatorischer Ebene

und Unterschiede in der

- Flexibilität: Hypertexte bieten eine wesentlich höhere Anzahl an Informationen an, die in sehr kurzer Zeit aufgerufen werden können (hohe Flexibilität)
- Adaptivität: Hypertexte passen die Informationen dem Lernstand der Schüler/innen nicht an (geringe Adaptivität)

Der Vergleich von Hypertexten mit eher hierarchisch aufgebauten Lehrtexten ergab Gemeinsamkeiten in der

- Verwendung des Sprachcodes und im Ziel der Informationsübermittlung, da Hypertexte wie auch hierarchisch strukturierte Texte eine kommunikative Funktion verfolgen
- Verwendung sprachlicher Mittel zum Aufbau von Textzusammenhang innerhalb der Knoten
- Verwendung von indexierenden Hilfsmitteln, mit denen gezielt auf bestimmte Informationen zugegriffen werden kann

und Unterschiede in der

- inhaltlichen Sinnentwicklung, da in hierarchischen Texten der Sinn des Textes schrittweise auf ein erwartetes Ganzes hin entwickelt wird
- sprachlichen Verknüpfung, da über den einzelnen Knoten hinaus kaum sprachlich verknüpfende Mittel existieren, mit denen ein Textzusammenhang hergestellt werden kann

**Medienvergleich:**

Gemeinsamkeiten

Unterschiede

**Textvergleich:**

Gemeinsamkeiten

Unterschiede

**Thema: Rezeptionseigenschaften von Hypertexten (Teil A)**

**Hypothese 2:** Wenn Hypertexte eine grundlegend andere Struktur als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte aufweisen, dann ist anzunehmen, dass sie anders rezipiert werden. Entsprechende Unterschiede in der Rezeption und damit verbundene positive und negative Auswirkungen sind zu erarbeiten.

**These 2**

Die wesentlichen Unterschiede in der Rezeption von Hypertexten gegenüber der Rezeption von herkömmlichen computerbasierten Unterrichtsmedien und eher hierarchischen Lehrtexten sind:

- die Lernenden müssen die Suche und Auswahl der Textteile selbst leisten
- die Lernenden müssen die inhaltliche und sprachliche Verknüpfung der einzelnen Textteile und damit die Sinnentwicklung selbst leisten

Daraus ergeben sich als erwartbare positive Folgen:

- Entscheidungsfreiheit der Lernenden in der Informationsauswahl und -bewertung
- Entscheidungsfreiheit der Lernenden über die Sinnentwicklung im rezipierten Text
- Entscheidungsfreiheit der Lernenden in der Zielsetzung
- Entscheidungsfreiheit der Lernenden in der Planung der Lösungswege

Gleichzeitig ergeben sich als erwartbare negative Folgen:

- Orientierungslosigkeit im Hypertext: Vielen Lernenden fällt es schwer, sich innerhalb des Textes zurecht zu finden. Sie haben Schwierigkeiten zu bestimmen, wo sie sich – inhaltlich gesehen – gerade aufhalten oder wohin sie ihren Rezeptionsweg richten sollen.
- hohe kognitive Belastung im Hypertext: Die Lernenden müssen zusätzlich zum Verstehen der Inhalte auch die Inhalte für das eigene Leseziel auswählen und miteinander in Beziehung setzen.

Rezeptionsunterschiede

positive Folgen

negative Folgen

**Thema: Rezeptionsanforderungen von Hypertexten (Teil A)**

**Hypothese 3:** Wenn Hypertexte anders rezipiert werden als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte, dann ist anzunehmen, dass auch eine für Hypertexte typische Rezeptionsleistung erbracht werden muss, um die Potenziale des Mediums zu nutzen. Es ist zu prüfen, welche Strategien, die beim Rezipieren herkömmlicher Unterrichtsmedien und hierarchischer Texte ausgebildet werden, übernommen werden können, wo neue Strategien entwickelt werden müssen und ob es Bereiche gibt, in denen entsprechende Strategien bereits ausgebildet werden.

**These 3**

Durch die Arbeit mit herkömmlichen Unterrichtsmedien und hierarchischen Texten können folgende Strategien ausgebildet werden, die beim Lernen mit Hypertexten nötig sind:

- Strategien zur Bewältigung der technisch-organisatorischen Anforderungen beim Lernen mit Computern
- Strategien zur Verwendung von sprachlichen Zeichen
- Strategien zum Textverstehen für die Rezeption innerhalb eines Knotens
- Strategien zur Arbeit mit strukturierenden Mitteln wie Verzeichnissen und Verweisen

Strategien, die zum Arbeiten mit Hypertexten besonders wichtig sind, sind vor allem:

- Strategien zur systematischen und orientierungssicheren Planung und Durchführung der Informationssuche
- Strategien zur Informationsbewertung
- Strategien zur Informationsverknüpfung und Sinnentwicklung

Bereiche des Lernens, in denen diese Fähigkeiten erforderlich sind und ausgebildet werden, sind Handlungsentscheidungen bei der Informationsverarbeitung und darauf aufbauend das selbstgesteuerte, problemlösende Lernen. Entsprechend können Strategien aus der kognitiven Psychologie zum Denken im Allgemeinen und zum Problemlösen im Besonderen für die Nutzung von Hypertexten wichtig sein. Es wird davon ausgegangen, dass die Ausbildung kognitiver Strategien zum Suchen und Erkennen, Beurteilen und Auswerten, Ordnen und Verknüpfen von Informationen das Arbeiten mit Hypertexten wesentlich erleichtern kann.

**Strategien:**

ausgebildete Strategien

auszubildende Strategien

Bereiche, in denen diese Strategien ausgebildet werden

**Thema: Modelle zum Lernen als Problemlösen (Teil B)**

**Hypothese 4:** Wenn Strategien zum Denken im Allgemeinen und zum Problemlösen im Besonderen geeignet sein können, um die Nutzung von Hypertexten als Unterrichtsmedien zu erleichtern, so wird es Modelle geben, die anschaulich machen, wie vorhandenes Wissen im Gedächtnis strukturiert ist, welche Bedingungen selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen beeinflussen und welche kognitiven Voraussetzungen zum selbstgesteuerten, problemlösenden Lernen nötig sind. Entsprechende Modelle sind zu beschreiben und auf ihre Anwendbarkeit für Lernprozesse mit Hypertext zu prüfen.

**These 4**

Als Modell, mit dem kognitive Prozesse beim problemlösenden Lernen mit Hypertext beschrieben werden können, eignet sich das Modell der kognitiven Struktur von DÖRNER, da

- im Modell kognitive Prozesse, mit denen routiniert Aufgaben gelöst werden von kognitiven Prozessen zum Problemlösen unterschieden werden können, so dass das Besondere beim problemlösenden Lernen mit Hypertext aus kognitiver Sicht beschrieben werden kann,
- im Modell komplexe Beziehungen zwischen Wissensbestandteilen sehr übersichtlich abgebildet werden, so dass die Struktur dieser Abbildung als Basis für die Ausbildung des Wissensvorrates ebenso genutzt werden kann wie für die Systematisierung von Informationen aus Hypertexten oder für die Orientierung in Hypertexten,
- im Modell das Zusammenspiel der Struktur des Gedächtnisses und der Denkprozesse beim Aufgaben- und Problemlösen genau und anschaulich beschrieben wird, so dass es sich systematisch auf pädagogisches Handeln anwenden lässt und somit über den Nutzen für die Organisation von Information und Wissen hinaus auch für das strukturierte Planen und Steuern von Unterricht genutzt werden kann.

Ergänzt wird das Modell durch die Theorie von ECKERLE zum Problemlösen entsprechend der Art der Problemfrage. Diese Ergänzung bietet eine heuristische Strategie, die auf formale Weise die Aufmerksamkeit beim Problemlösen lenkt, so dass systematisches und doch freies Vorgehen in komplexen und unübersichtlichen Zusammenhängen unterstützt wird.

Modellauswahl

Problemlösen

Komplexität

Pädagogik

Ergänzung

## Thema: Hypertext und Problemlösen (Teil B)

**Hypothese 5:** Wenn in Modellen und Theorien typische Strukturen von Problemsituationen beschrieben werden, dann kann anhand des Modells geprüft werden, für welche Problemsituationen Hypertexte zur Problemlösung geeignet sind. Die Modelle und Theorien der kognitiven Psychologie zum Problemlösen sind darauf zu prüfen, ob die Struktur von Hypertext geeignet erscheint, um die Problemlösung zu unterstützen.

### These 5

Lernprozesse können unterschieden werden in solche, in denen Aufgaben gelöst werden sollen und solche, in denen es um das Lösen von Problemen geht. Hypertexte bieten als Potenzial Freiheiten an, die vor allem für das problemlösende Lernen wichtig sind.

Bei der Analyse verschiedener Problemsituationen zeigte sich, dass:

- Hypertexte für alle Problemarten geeignete Möglichkeiten bieten. Dabei dienen Hypertexte für Interpolationsprobleme vor allem als Datengrundlage, um aus den bekannten Mitteln die jeweils geeigneten auszuwählen und zu konkretisieren, bei Synthesebarrieren kann Hypertext als Impulsgeber für Analogien und als Informationsbasis funktionieren. Für das Lösen dialektischer Probleme bieten Hypertexte die beste Unterstützung, da sie durch ihre hohe Flexibilität und ihre geringe Adaptivität sehr gute Bewegungsmöglichkeiten eröffnen und so der Komplexität des Problemtyps entsprechen.
- Hypertexte für Problemräume geeignet sind, deren Ausgangsbedingungen durch umfangreiche und hochvernetzte Situationen gekennzeichnet sind.
- Hypertexte für die Lösung aller Fragearten geeignet sind.

Unterscheidung der **Lernprozesse**

Analyse verschiedener **Problemsituationen**

**Thema: Elementare Denkprozesse zum Lernen mit Hypertexten (Teil B)**

**Hypothese 6:** Wenn in Modellen und Theorien Strukturen des Wissens beschrieben werden, dann können diese Strukturen als Grundlage für eine einfache Orientierung im Wissen und zur Organisation von Wissen dienen. Es ist zu prüfen, welche Denkprozesse dazu nötig sind. Es ist zu untersuchen, welche Möglichkeiten und Grenzen diese Denkprozesse für eine sichere und belastungsarme Orientierung in Hypertexten und für die Gliederung der aus Hypertexten gefundenen Informationen bieten.

**These 6**

Es gibt im Modell innerhalb der Wissensstruktur (Epistemische Struktur) des Gedächtnisses Beziehungen zwischen Wissensbestandteilen, die als Grundlage für elementare und an der Wissensstruktur orientierte Denkprozesse angesehen werden können. Diese elementaren Denkprozesse sind:

- das Abstrahieren und das Konkretisieren auf Grundlage der Abstraktheitshierarchie
- Das Synthetisieren und Analysieren auf Grundlage der Teil-Ganzes-Hierarchie
- das Finden von Folgen und Ursachen auf Grundlage der raumzeitlichen Beziehungen

Es ist zu erwarten, dass ein systematisches Vorgehen auf Grundlage dieser Denkprozesse das Lernen mit Hypertexten unterstützen kann, denn eine bewusste Steuerung dieser Denkprozesse beim Nutzen von Hypertexten kann dazu dienen,

- bei der Suche die geeignete Richtung einzuschlagen,
- den Standort im Hypertext zu bestimmen,
- gefundene Informationen auf ihre Bedeutung hinsichtlich des Rezeptionszieles einzuschätzen,
- die herausgesuchten Informationsbausteine zu einem zusammenhängenden Text zu verknüpfen.

Die elementaren Denkprozesse eignen sich nur für wenig komplexe Situationen. Für komplexe Situationen, in denen bewertet oder erklärt werden muss und in denen Ziele abgewogen oder Wege ausgewählt werden müssen, genügen sie nicht.

Elementare **Denkprozesse**

Nutzen

Einschränkung

**Thema: Strategien zum Lernen mit Hypertexten (Teil B)**

**Hypothese 7:** Wenn in Modellen und Theorien Strategien beschrieben werden, mit denen in Problemsituationen auf einen komplex strukturierten Wissensvorrat zugegriffen werden kann, dann können diese Strategien auch genutzt werden, um in Problemsituationen auf einen komplex strukturierten Informationsvorrat im Hypertext zuzugreifen. Entsprechende Prinzipien sind herauszuarbeiten und in ihren Möglichkeiten und Grenzen bezogen auf selbstgesteuertes, problemlösendes Lernen mit Hypertext zu beschreiben.

**These 7**

Aus der Vielzahl von Problemlösestrategien wurde das Verfahren ausgewählt, das sich an der Frageart orientiert. Gründe dafür sind, dass:

- ein Großteil von Problemen auf Fragen nach Erklärungen, Prognosen, Wegen, Zielen und Bewertungen basiert
- es zu diesen an der Frageart orientierten Strategien formale Antwortverfahren gibt
- im schulischen Kontext viel mit dem Mittel der Frage gearbeitet wird
- dieses Verfahren nicht an den Inhalt der Frage angebunden ist, sondern an deren Struktur

Beim Lernen mit Hypertext sind diese Verfahren wichtig:

- zur Prüfung von Informationen
- zur Planung des Lösungsweges
- zum Zielsetzen
- zum Folgern und Begründen
- zum Strukturieren von Suchwegen in komplexen Strukturen
- zur kognitiven Entlastung durch kleinschrittiges und doch komplex angelegtes Vorgehen

Für die positive Wirkung dieser Strategien sind Vorbedingungen wichtig. Seitens der Lernenden ist darauf zu achten, dass sie:

- möglichst gut strukturiertes Vorwissen besitzen
- die elementaren kognitiven Prozesse kennen und gezielt anwenden können
- eine Vorstellung von vernetzten kausalen Zusammenhängen ausgebildet haben
- eine Vorstellung davon haben, wie die Fragearten aufgebaut sind

**Auswahl einer geeigneten heuristischen Strategie**

Nutzen

Einschränkung

**Thema: Eignung von Hypertexten im Unterricht – Lernziel (Teil C)**

**Hypothese 8:** Wenn Hypertexte anders strukturiert sind und anders gelesen werden müssen als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte, dann ist anzunehmen, dass Hypertexte im schulischen Unterricht nur für entsprechende Lernziele nützlich sein werden. Es sind Kriterien zu entwickeln, nach denen die Eignung von Hypertext für Lernziele geprüft werden kann.

**These 8**

Kriterien, nach denen die Eignung von Hypertexten für Lernziele geprüft werden kann, sind:

- ob die Lernenden Einsicht in exemplarische Inhalte erwerben sollen
- ob die Lernenden Einsicht in exemplarisches Vorgehen beim Lernen erwerben sollen
- ob die Lernenden Einsicht in die Strategien zum Problemlösen erwerben sollen
- ob die Lernenden das selbständige Suchen und Finden von Informationen lernen sollen
- ob die Lernenden das Umordnen, Bewerten und Verbinden von Informationen lernen sollen

Je mehr die genannten Kriterien als Lernziel geplant sind, desto besser können Hypertexte im Unterricht eingesetzt werden.

Geeignete **Lernziele** zum Lernen mit Hypertexten

**Thema: Eignung von Hypertexten im Unterricht – Lerngegenstand (Teil C)**

**Hypothese 9:** Wenn Hypertexte anders strukturiert sind und anders gelesen werden müssen als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte, dann ist anzunehmen, dass Hypertexte im schulischen Unterricht für entsprechende Lerngegenstände nützlich sein werden. Es sind Kriterien zu entwickeln, nach denen die Eignung von Hypertext für konkrete Lerngegenstände geprüft werden kann.

**These 9**

Das entscheidende Kriterium für die Eignung von Hypertext hinsichtlich des Lerngegenstandes ist, ob problemlösendes Lernen – besonders im Rahmen dialektischer Problemsituationen – geplant ist. Da Problemlösen ein individueller Informationsverarbeitungsprozess ist, werden die Lerngegenstände auf ihre Eignung für problemlösendes Lernen geprüft. Entsprechende Kriterien sind:

- ob der Lerngegenstand problematische, aber lösbare Lernsituationen ermöglicht
- ob der Lerngegenstand Lernbedürfnisse im Sinne von Informationsbedürfnissen weckt
- ob der Lerngegenstand an Fragen nach Erklärungen, Prognosen, Begründungen, Wegen und Zielen orientiert ist
- ob der Lerngegenstand exemplarisch wirkt
- ob der Lerngegenstand strukturierendes Denken in komplexen, vernetzten Zusammenhängen anregt

Je mehr die genannten Kriterien durch den Lerngegenstand ermöglicht werden können, desto besser können Hypertexte den Unterricht bereichern.

Geeignete **Lerngegenstände** zum Lernen mit Hypertexten

**Thema: Eignung von Hypertexten im Unterricht – Unterrichtsmethoden (Teil C)**

**Hypothese 10:** Wenn Hypertexte anders strukturiert sind und anders gelesen werden müssen als herkömmliche computerbasierte Unterrichtsmedien und eher hierarchische Lehrtexte, dann ist anzunehmen, dass Hypertexte im schulischen Unterricht für entsprechende Unterrichtsmethoden nützlich sein werden. Es sind Kriterien zu entwickeln, nach denen die Eignung von Hypertext für verschiedene Unterrichtsmethoden geprüft werden kann.

**These 10**

Im Rahmen kurzer Unterrichtssituationen wurde deutlich, dass Hypertexte dann geeignet sind, wenn elementare kognitive Prozesse angeregt werden sollen. Hypertexte können dazu vielfältig und unkompliziert eingesetzt werden.

**Unterrichtssituationen**

Im Rahmen der einzelnen Lernphasen wurde deutlich, dass Hypertexte:

**Lernphasen**

- auf der Stufe der Motivation geeignet sind, das Thema zu öffnen, an Vorwissen anzuknüpfen, neugierig zu machen und den Schwierigkeitsgrad einzustellen oder bestimmte Denkrichtungen anzuregen
- auf der Stufe der Schwierigkeit geeignet sind, den Schwierigkeitsgrad individuell zu korrigieren und neue Informationen zu erhalten
- auf der Stufe der Lösung geeignet sind, Informationen zu ordnen oder umzuordnen
- auf der Stufe des Tuns und Ausführens geeignet sind, wenn sie nicht nur Mittel des Lernens, sondern auch der Gegenstand selbst sind, wenn also die praktische Lösung das Tun am Hypertext ist. Sind es handwerkliche Tätigkeiten oder Denkprozesse, die bewältigt werden müssen, sind Hypertexte weniger geeignet.
- auf der Stufe des Behaltens und Einübens geeignet sind, anhand der Navigationsschritte das Gelernte zu prüfen, bestimmte Informationen wiederholend nachzuschlagen oder Beziehungen zwischen Inhalten zu prüfen. Als Recherchemedium dient Hypertext hier nicht mehr.
- auf der Stufe des Bereitstellens, der Übertragung und des Transfers geeignet sind, Beziehungen zu erkennen und erworbenes Wissen auf Parallelthemen zu übertragen

## Anhang



## Literaturverzeichnis

- Aebli, H. (1976). *Psychologische Didaktik*. Stuttgart: Klett-Cotta-Verlag.
- Aebli, H. (1981). *Denken: Das Ordnen des Tuns. Band II: Denkprozesse*. Stuttgart: Klett-Cotta-Verlag.
- ASTLEITNER, H. (1997). *Lernen in Informationsnetzen. Theoretische Aspekte und empirische Analysen des Umgangs mit neuen Informationstechnologien aus erziehungswissenschaftlicher Perspektive*. Frankfurt/M.: Peter Lang Verlag.
- ASTLEITNER, H. (2000). *Kritisches Denken im Unterricht. Pädagogisches Handeln*, Jg. 4, H. 1, S. 39–50.
- ASTLEITNER, H. (1997). *Lernen in Informationsnetzen. Theoretische Aspekte und empirische Analysen des Umgangs mit Informationstechnologien aus erziehungswissenschaftlicher Perspektive*. Frankfurt: Peter Lang.
- Ausubel, D. P. (1974). *Psychologie des Unterrichts*. Weinheim: Beltz Psychologie-Verlags-Union.
- Beaugrande, R. A. de; Dressler, W. U. (1981). *Einführung in die Textlinguistik*. Tübingen: M. Niemeyer Verlag.
- Bodendorf, F. (1990). *Computer in der fachlichen und universitären Ausbildung*. München/Wien: R. Oldenburg Verlag.
- Brinker, K. (1982). *Aufgaben und Methoden der Textlinguistik*. In W. Gewehr; K.-P. Klein (Hrsg.), *Grundprobleme der Linguistik: Ein Reader zur Einführung* (S. 187–192). Baltmannsweiler: Pädagogischer Verlag Burgbücherei Schneider.
- Brinker, K. (1992). *Linguistische Textanalyse: Eine Einführung in Grundbegriffe und Methoden*. Berlin: E. Schmidt Verlag.
- Bruner, J. S. (1981). *Der Akt der Entdeckung*. In H. Neber (Hrsg.), *Entdeckendes Lernen* (S. 15–29). Weinheim, Basel: Beltz Psychologie-Verlags-Union.
- Catlin, T.; Bush, P.; Yankelovich, N. (1989). *InterNote: Extending a Hypermedia Framework to Support Annotative Collaboration*. In *Hypertext'89 Proceedings*, November 5–8 (S. 365–378). Pittsburgh: ACM Press.
- Collins, A. M.; Quillian, M. R. (1969). *Retrieval time for semantic memory*. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. H. 8, S. 240–247.
- Conklin, J. (1987). *Hypertext: An introduction and survey*. *Computer Magazine*, Jg. 20, H. 9, S. 17–41.
- Dillon, A.; McKnight, C.; Richardson, J. (1993). *Space – the final chapter or why physical representations are not semantic intentions*. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Hrsg.), *Hypertext: A psychological perspective* (S. 169–191). New York: E. Horwood Verlag.
- Dohmen, G. (1996). *Das lebenslange Lernen. Leitlinien einer modernen Bildungspolitik*. Kassel: Printec Offset.
- Dörner, D. (1993). *Wissen, Emotionen und Handlungsregulation oder die Vernunft der Gefühle*. *Zeitschrift für Psychologie*. 2, S. 167–202.
- Dörner, D. (1974). *Die kognitive Organisation beim Problemlösen: Versuch einer kybernetischen Theorie der elementaren Informationsverarbeitung beim Denken*. Bern: H. Huber Verlag.

- Dörner, D. (1975). Kognitionstheoretische Aspekte der Darbietung von Lehrinhalten. In K. Frey (Hrsg.), *Curriculum-Handbuch* (S. 84–91). München: Piper Verlag.
- Dörner, D. (1979). *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Stuttgart: W. Kohlhammer Verlag.
- Dörner, D. (1998). *Die Logik des Mißlingens*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Dörner, D. (1994). Problemlösen und Gedächtnis. In D. Dörner. & E. van der MEER (Hrsg.), *Das Gedächtnis* (S. 295–230). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Duncker, K (1935). *Zur Psychologie des kreativen Denkens*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Eckerle, A. (2000). Thema: Kritisches Denken. Einführung der Herausgeber. *Pädagogisches Handeln*. Jg. 4, H. 1, S. 37–38.
- Eckerle, A. (1981). *Unterrichtssteuerung und selbständiges kooperatives Denken*. Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung. Forschungsbericht aus der Abteilung Psychologie. Frankfurt a.M.: Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung.
- Eckerle, A. (1987). *Innovatives Lernen*. Frankfurt/M.: Athenäum Verlag.
- Eckerle, A. (1983). *Wissenschaftliche Grundbildung: Von der Notwendigkeit, mit Wissen umgehen zu können*. Baden Baden: Nomos-Verlagsgesellschaft.
- Edelmann, W. (1996). *Lernpsychologie*. Weinheim, Basel: Beltz Psychologie-Verlags-Union.
- Fortmüller, R. 1991). *Der Einfluss des Lernens auf die Bewältigung von Problemen. Eine kognitionspsychologische Analyse des Problembereiches "Lerntransfer"*. Wien: Manz Verlags- und Universitätsbuchhandlung.
- Frey-Eiling A.; Frey, K. (1999). Das Gruppenpuzzle. In J. Wiechmann (Hrsg.), *Zwölf Unterrichtsmethoden* (S. 50–57). Weinheim und Basel: Beltz Psychologie-Verlags-Union.
- Friedrich, H. F.; Mandl, H. (1992). Lern- und Denkstrategien – ein Problemaufriß. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Lern- und Denkstrategien – Analyse und Intervention* (S. 3–54). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Friedrich, H. F. (1995). Analyse und Förderung kognitiver Lernstrategien. *Empirische Pädagogik*, Jg. 9, H. 2, S. 115–153.
- Fuhr, N. (1990). Hypertext und Information Retrieval. In P. A. Gloor & N. A. Streitz (Hrsg.), *Hypertext und Hypermedia. Von theoretischen Konzepten zur praktischen Anwendung* (101–111). Berlin: Springer Verlag.
- Funke, J. (1986). *Komplexes Problemlösen*. Berlin: Springer Verlag.
- Landow, G. P. (1994). What's a critic to do? In G. Landow (Hrsg.), *Hyper/Text/Theory* (S. 1–48). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Gerdes, H. (1997). *Lernen mit Text und Hypertext*. Berlin: Pabst Verlag.
- Gloor, P. A. (1990). *Hypermedia-Anwendungsentwicklung: Eine Einführung mit HyperCard-Beispielen*. Stuttgart: Teubner Verlag.
- Glowalla, U; Häfele, G. (1997). Einsatz elektronischer Medien: Befunde, Probleme und Perspektiven. In L. J. Issing; P. Klisma (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 415–433). Weinheim: Beltz-Psychologie-Verlags-Union.
- Gräsel, C.; Bruhn, J.; Mandl, H.; Fischer, F. (1997). Lernen mit Computernetzen aus konstruktivistischer Perspektive. *Unterrichtswissenschaft*, Jg. 25, H.1, S. 4–18.

- Haake, J.M.; Hannemann, J.; Thüring, M. (1991). Ein Ansatz zur Organisation von Hyperdokumenten. In H. Maurer (Hrsg.), *Hypertext/Hypermedia '91* (S. 119–135). Berlin: Springer-Verlag.
- Hentig, H. v. (1997). Aber mit Vernunft. Der Computer ist nur Knecht. *Die Zeit*, Nr. 39, 19. September 1997.
- Herzog, R. (1998). Erziehung im Informationszeitalter. Rede des Bundespräsidenten a. D. zur Eröffnung des Paderborner Podiums im Heinz Nixdorf Museums-Forum am 9. Juni 1998. online im Internet: [http://www.labi-berlin.nubb.dfn.de/bibliothek/reden/herzog\\_paderborn.htm](http://www.labi-berlin.nubb.dfn.de/bibliothek/reden/herzog_paderborn.htm)
- Herzog, R. (1999). Rede auf dem Deutschen Bildungskongress am 13. April 1999 in Bonn. Online im Internet: [http://www.bundespraesident.de/Die-deutschen-Bundespraesident/Roman-Herzog/Reden-,11072.12049/Rede-von-Bundespraesident-Roma.htm?global.back=/Die-deutschen-Bundespraesident/Roman-Herzog/-%2c11072%2c0/Reden.htm%3flink%3dbpr\\_liste](http://www.bundespraesident.de/Die-deutschen-Bundespraesident/Roman-Herzog/Reden-,11072.12049/Rede-von-Bundespraesident-Roma.htm?global.back=/Die-deutschen-Bundespraesident/Roman-Herzog/-%2c11072%2c0/Reden.htm%3flink%3dbpr_liste)
- Hofer, K. C.; Zimmermann, H. J. (1998). *good webrations*. MÜNCHEN: PROTEUS VERLAG
- Horn, Robert (1989). *Mapping Hypertext*. Lexington: The Lexington Institute
- Irlner, W. J.; Barbieri, G. (1991). Farbmarkierungen im Hypertext als Markierungs- und Lernhilfe. In H. Maurer (Hrsg.), *Hypertext/Hypermedia '91* (S. 135–145). Berlin: Springer-Verlag.
- Issing, L. J. (1988). Wissensvermittlung mit Medien. In H. Mandl; H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 531–553). München: Psychologie Verlags Union.
- Jarz, E. M. (1997). *Entwicklung multimedialer Systeme. Planung von Lern- und Masseninformati-onssystemen*. Wiesbaden: Gabler-Verlag.
- Jonassen, D.H. (1986). Hypertext principles for text and courseware design. *Educational Psychologist*, Jg. 21, H. 4, S. 269–292.
- Kaiser, R. (1996). *Literarische Spaziergänge im Internet*. Frankfurt/M.: Eichborn Verlag.
- Klix, F. (1971). *Information und Verhalten*. Bern: Huber Verlag.
- Klix, F. (1992). *Die Natur des Verstandes*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Knoll, M. (2000). Grundmodelle des Projektunterrichts. Versuch zur Klärung eines unübersichtlichen Konzepts. *Pädagogisches Handeln* Jg. 4, H. 1, S. 65–76.
- Köster, E. 1994. *Problemlösen als Lernhandlung: Grundlagen der Ausbildung schöpferischen Denkens und Handelns in der Lerntätigkeit*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Kraak, B. (1983). Nachwort. In A. Eckerle (1983), *Wissenschaftliche Grundbildung: Von der Notwendigkeit, mit Wissen umgehen zu können* (S. 166–168). Baden Baden: Nomos-Verlagsgesellschaft.
- Kraak, B. (2000). Erziehung zum Kritischen Denken – Eine wichtige, vielleicht die wichtigste, Bildungsaufgabe der Gegenwart. Warum Kritisches Denken so wichtig ist. *Pädagogisches Handeln*, Jg. 4; H.1, S. 51–60.
- Kretschmer, I. (1983). *Problemlösendes Denken im Unterricht. Lehrmethoden und Lernerfolge*. Frankfurt: Lang-Verlag.
- Kuhlen, R. (1991). *Hypertext – Ein nichtlineares Medium zwischen Buch und Wissensbank*. Berlin: Springer-Verlag.
- Landow, G. (1992). *Hypertext 2.0. The Convergence of Contemporary Critical Theory and Technology*. Baltimore, London: The Johns Hopkins Univ. Press.

- Landow, G. (1994): "What's a Critic to Do? Critical Theory in the Age of Hypertext" In: Ders. (Hg.), *Hyper / Text / Theory* (S. 1–48). London / Baltimore
- Lehmann, G.; Nieke, W. (2001). Zum Kompetenz-Modell.  
Online im Internet: <http://www.bildung-mv.de/download/fortbildungsmaterial/text-lehmann-nieke.pdf>
- Lompscher, J. (1972). Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten. Berlin: Verlag Volk und Wissen.
- Mandl, H.; Friedrich, H. F.; Hron, A. (1993). Psychologie des Wissenserwerbs. In: B. Weidenmann, A. Krapp, M. Hofer u.a. (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 143–2182). Weinheim/Basel: Beltz Psychologie-Verlags-Union.
- Mandl, H.; Friedrich, H. F.; Hron, A. (1988). Theoretische Ansätze zum Wissenserwerb. In H. Mandl, H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 123–160). München, Weinheim: Psychologie-Verlags-Union.
- Medienpädagogisches Zentrum (MPZ) des Landesinstitutes für Schule und Ausbildung M-V. (1999). Computer als Medium und Werkzeug. Eine Handreichung des für die Fortbildung zum Computereinsatz im Unterricht (Modul II) des Programms zur Integration Neuer Medien im Unterricht.  
Online im Internet: <http://www.bildung-mv.de/start.htm>
- Meyer, H. (1987). Unterrichtsmethoden I. Theorieband. Frankfurt am Main: Cornelsen Verlag.
- Nelson, T. H. (1967). Getting it out of our system. In: G. Schechter (Hrsg.), *Information Retrieval. A Critical View* (S. 191–210). Washington D.C: Thompson.
- Nielsen, J. (1996). Multimedia, Hypertext und Internet. Grundlagen und Praxis des elektronischen Publizierens. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg Verlagsgesellschaft.
- Norman, D. A.; Rummelhart, D. E. (1978). Strukturen des Wissens. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Piaget, J. (1976). Die Äquilibration der kognitiven Strukturen. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Kretschmer, I. (1983). Problemlösendes Denken im Unterricht. Lehrmethoden und Lernerfolge. Frankfurt/M.: Peter Lang Verlag.
- Roth, H. (1966). Pädagogische Anthropologie, Bd. 1: Bildsamkeit und Bestimmung. Hannover: Schroedel Verlag.
- Roth, H. (1971). Pädagogische Anthropologie. Bd. 2: Entwicklung und Erziehung. Hannover: Schroedel Verlag.
- Roth, H. (1963). Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens. Hannover: Schroedel Verlag.
- Ryle, G. (1969). Der Begriff des Geistes. Stuttgart: Reclam Verlag.
- Sager, S. F. (1995). Hypertext und Kontext. In E.-M. Jakobs; D. Knorr; S. Molitor-Lübbert (Hrsg.), *Wissenschaftliche Textproduktion* (S. 209–226). Frankfurt/M: Peter Lang Verlag.
- Schnupp, P. (1992). Hypertext. München, Wien: Oldenburg Verlag.
- Skinner, B. F. (1971). Erziehung als Verhaltensformung. Grundlagen einer Technologie des Lehrens. München-Neubiberg: Keimer Verlag.
- Sponsel, R. (2002). Allgemeine und integrative psychologisch-psychotherapeutische Kreativitäts- und Problemlösungs-Theorie.

Online im Internet: <http://www.sgipt.org/gipt/allpsy/denk/kreativ0.htm>

Straka, G. A.; Macke, G. (1981). *Lehren und Lernen in der Schule: Eine Einführung in Lehr-Lern-Theorien*. Stuttgart: W. Kohlhammer Verlag.

Streitz, N. A. (1990). Hypertext: Ein innovatives Medium zur Kommunikation von Wissen. In P. A. Gloor; N. A. Streitz (Hrsg.), *Hypertext und Hypermedia. Von theoretischen Konzepten zur praktischen Anwendung* (S. 10–27). Berlin: Springer Verlag.

Tergan, S. O. (1997). Lernen mit Texten, Hypertexten und Hypermedien. In H. Mandl (Hrsg.), *Bericht über den 40. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in München 1996* (S. 915–919). Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe Verlag.

Tergan, S. O. (1995). Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. In J. Issing, P. Klisma (Hrsg.), *Information und Lernen mit Hypermedia* (S. 123–138). Weinheim: Beltz Psychologie-Verlags-Union.

Vester, F. (1988). *Leitmotiv vernetztes Denken*. München: Heyne Verlag.

Wagenschein, M. (1963). Zur Klärung des Unterrichtsprinzips des exemplarischen Lehrens. In B. Gerner (Hrsg.), *Das exemplarische Prinzip* (S. 1–18). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Wallemsberger, J. (1995). Ariadnefäden im Docuversum. In E. M. Jakobs, D. Knorr, S. Molitor-Lübbert (Hrsg.), *Wissenschaftliche Textproduktion mit und ohne Computer* (S. 227–243). Frankfurt/M.: Peter Lang Verlag.

Weidenmann, B. (1997). Verlangen die neuen Medien ein neues Lesen? In S. Höfling, H. Mandl (Hrsg.), *Lernen für die Zukunft, Lernen in der Zukunft – Wissensmanagement in der Bildung* (S. 88–96). München: Hanns-Seidel-Stiftung.

Winkelmann, B. (1992). Dynamische Systeme und rationales Verhalten. In *Mathematikunterricht* 1992, Jg. 38, H. 4, S. 46–61.

Winter, A. (1998). Arbeiten an und mit Hypertexten. *Unterrichtswissenschaft* Jg. 26, H. 1, S. 32–50.



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Abbildung aus GERDES 1997, S. 26: Darstellung eines unstrukturierten Hypertextes, in dem von jedem Knoten auf jeden Knoten zugegriffen werden kann, und eines strukturierten Hypertextes, in dem Knoten zu mehreren Clustern (Gruppen) zusammengefasst sind. Innerhalb der Cluster bestehen lineare, hierarchische, vernetzte Beziehungen. Die Cluster sind untereinander vernetzt.	23
Abb. 2: Typisch Hypertext	50
Abb. 3: Überblick zur thematischen Eingrenzung	62
Abb. 4: LORiot und Problemlösen	63
Abb. 5: Beispiel einer Abstraktheitshierarchie	72
Abb. 6: Beispiel einer Teil-Ganzes-Hierarchie	73
Abb. 7: Beispiel vernetzter kausaler Zusammenhänge (siehe auch ECKERLE 1983, S. 15)	74
Abb. 8: Dreipolige Wissensgestalt	75
Abb. 9: Klassifikation der Probleme nach ihrer Barriere, nach DÖRNER 1979, S. 14	79
Abb. 10: Relationen und Denkprozesse	90
Abb. 11: Denkstruktur beim <i>Suchen nach</i> Begründungen	94
Abb. 12: Denkstruktur beim <i>Beantworten von</i> Begründungen	95
Abb. 13: Beispiele zur Aufmerksamkeitslenkung	104
Abb. 14: Systematisierung der Fragearten (nach ECKERLE 1983, 1987)	109
Abb. 15: Reduktion von Inhalten durch Klassifikationen	124
Abb. 16: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – verschiedene Lagerfeuerarten	134
Abb. 17: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Brennstoffe	135
Abb. 18: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Einstiegsseite	136
Abb. 19: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Feuer aus der Natur	137
Abb. 20: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Was passiert, wenn es brennt?	138
Abb. 21: Gruppenpuzzle nach FREY-EILING, FREY (1999)	139
Abb. 22: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Erdöl, Hitze und Sauerstoff als Bestandteile des Brennprozesses	140
Abb. 23: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Navigationsprotokoll	140
Abb. 24: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Feuer in Naturwissenschaft und Technik / Feuer kann Maschinen antreiben	141
Abb. 25: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – Die Dampflokomotive (Seite 1 und 2)	142
Abb. 26: „Winnie ist Feuer und Flamme“ – vom Überblicksknoten ausgehende Verweise	152



## **Selbständigkeitserklärung**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbst und ohne unzulässige Hilfe Dritter verfasst, die benutzte Literatur sowie Hilfsmittel vollständig erwähnt habe und die Dissertation noch von keiner anderen Fakultät abgelehnt worden ist. Diese Dissertation stellt auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten dar. Sofern fremde Abbildungen zur Illustration kopiert wurden, ist dies als Quelle und im Literaturverzeichnis angegeben.

Wolkwitz, 2007-07-20



## Danksagung

# Danke

Georg, Immanuel und Rahel Nikelski

Dr. Moritz Baßler

Prof. Dr. Dietrich Dörner

Prof. Dr. Anne Eckerle

Dr. Evelyn Gaßmann

Dr. Holm Graessner

Dr. Ute Grasshoff

Dr. Jan Hartmann

Prof. Dr. Andreas Heuer

Andrea Krönert

Roy Kübrich

Dr. Gabriele Lehmann

Martin Ratzlaff

Dr. Uwe Streibhardt

Prof. Dr. Wolfgang Sucharowski

Christiane und Steffen Vogt

Claudia Wiggers

Mitarbeiter/innen der Bibliotheken der Universität Rostock

Mitarbeiter/innen des Rechenzentrums der Universität Rostock