

# Untersuchung zur Realisierung selbstgesteuerten Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht

Eine Studie zum computergestützten Mind Mapping im Unterricht

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität  
zu Kiel

vorgelegt von  
Anja Neumann

Kiel  
17. April 2007

Referent/in: .....

Koreferent/in: .....

Tag der mündlichen Prüfung: .....

Zum Druck genehmigt: Kiel, .....

.....

Der Dekan

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Abstract</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>7</b>
3.1	Selbstgesteuertes Lernen . . . . .	10
3.1.1	Begriffliche Abgrenzung und Definition . . . . .	10
3.1.2	Kategorisierung von Lernstrategien . . . . .	12
3.1.3	Konstruktivismus und selbstgesteuertes Lernen . . . . .	17
3.1.4	Rahmenmodelle des selbstgesteuerten Lernens . . . . .	26
3.1.5	Entwicklung von Lernstrategien . . . . .	32
3.1.6	Einsatz von Lernstrategien und Lernleistung . . . . .	33
3.1.7	Lernvoraussetzungen für das selbstgesteuerte Lernen . . . . .	33
3.1.8	Selbstgesteuertes Lernen im Unterricht . . . . .	36
3.1.9	Förderung selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens . . . . .	43
3.2	Visualisierungsstrategien . . . . .	49
3.2.1	Visuelles Lernen . . . . .	50
3.2.2	Externe Visualisierung . . . . .	55
3.2.3	Mapping als Visualisierungstrategie . . . . .	56
3.2.4	Mapping im Unterricht . . . . .	67
3.3	ParIS (Partnerschaft Industrie- Schule) . . . . .	76
<b>4</b>	<b>Forschungsansatz</b>	<b>80</b>
4.1	Problemstellung . . . . .	80
4.2	Fragestellung und Hypothesen . . . . .	82
4.3	Forschungsverlauf . . . . .	85
<b>5</b>	<b>Untersuchung A</b>	<b>87</b>
5.1	Fragestellung . . . . .	87
5.2	Design . . . . .	87
5.3	Durchführung . . . . .	88
5.4	Stichprobe . . . . .	88
5.5	Material . . . . .	89

5.5.1	Fragebogen zum Mind Mapping . . . . .	89
5.5.2	Auswertung . . . . .	89
5.6	Ergebnisse . . . . .	89
5.6.1	Lernnutzen des „Mind Manager Smart“ . . . . .	90
5.6.2	Handhabung und Akzeptanz des „Mind Manager Smart“ . . . . .	91
5.7	Zusammenfassung . . . . .	93
<b>6</b>	<b>Untersuchung B</b>	<b>95</b>
6.1	Fragestellung . . . . .	95
6.2	Ablauf der Untersuchung . . . . .	96
6.2.1	Design . . . . .	96
6.2.2	Teilnehmer . . . . .	97
6.2.3	Durchführung . . . . .	98
6.3	Materialien . . . . .	98
6.3.1	Fragebogen . . . . .	99
6.3.2	Interviews . . . . .	100
6.3.3	Weitere Untersuchungsmethoden . . . . .	100
6.3.4	Datenauswertungen . . . . .	100
6.4	Ergebnisse . . . . .	102
6.4.1	Fragestellung zur Implementation und Akzeptanz des „Cognitive Ap- prenticeship“ und des Mind Mappings . . . . .	103
6.4.2	Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch den Unterrichts- ansatz „Cognitive Apprenticeship“ und das Mapping-Programm „Mind Manager Smart“ . . . . .	105
6.4.3	Welche Bereiche der Selbststeuerung werden durch das Mind Map- ping besonders unterstützt? . . . . .	109
6.4.4	Fragestellung zu den Zusammenhängen zwischen Lernvoraussetzun- gen und Treatmentvariablen . . . . .	116
6.5	Erkenntnisse und Perspektiven . . . . .	119
<b>7</b>	<b>Hauptuntersuchung</b>	<b>121</b>
7.1	Vorstudie . . . . .	121
7.1.1	Ablauf . . . . .	121
7.1.2	Methodische Erkenntnisse der Vorstudie . . . . .	123
7.1.2.1	Fragebogen . . . . .	123
7.1.2.2	Lernumgebung . . . . .	123
7.1.2.3	Mind Mapping und Microsoft Word . . . . .	124
7.1.2.4	Concept Mapping . . . . .	124
7.1.3	Erhobene Daten der Vorstudie . . . . .	124
7.1.4	Zusammenfassung . . . . .	124
7.2	Ablauf der Hauptuntersuchung . . . . .	125
7.2.1	Design . . . . .	125
7.2.2	Durchführung . . . . .	126

7.2.3	Teilnehmer . . . . .	128
7.3	Materialien . . . . .	128
7.3.1	Fragebogen zu den Lernvoraussetzungen . . . . .	128
7.3.2	Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen . . . . .	128
7.3.3	Ressourcentest . . . . .	129
7.3.4	Concept Mapping zur Wissensdiagnose . . . . .	130
7.3.5	Interviews . . . . .	132
7.3.6	Gestaltung der Lernumgebung . . . . .	132
7.3.7	Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ . . . . .	136
7.3.8	Ordnerstrukturen mit Microsoft Word . . . . .	137
7.4	Auswertung . . . . .	137
7.4.1	Fragebogen zu den Lernvoraussetzungen . . . . .	137
7.4.2	Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen . . . . .	138
7.4.3	Ressourcentest . . . . .	139
7.4.4	Concept Maps . . . . .	139
7.4.5	Interviews . . . . .	140
7.4.6	Betrachtung des Webquests, der Mind Maps und der Word-Dateien	140
7.5	Ergebnisse . . . . .	141
7.5.1	Lernvoraussetzungen . . . . .	141
7.5.2	Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen . . . . .	149
7.5.3	Ressourcentest . . . . .	160
7.5.4	Wissenstest . . . . .	162
7.5.5	Interviewdaten . . . . .	172
7.5.6	Einfluss der Lernvoraussetzungen . . . . .	182
<b>8</b>	<b>Zusammenfassende Beantwortung der gestellten Forschungsfragen</b>	<b>191</b>
8.1	Gütekriterien der Erhebungsinstrumente . . . . .	191
8.2	Unterstützung des selbstgesteuerten ressourcenbasierten Lernens durch Mind Mapping . . . . .	193
8.3	Akzeptanz und Implementation des Mind Mappings . . . . .	195
8.4	Zusätzliche Unterstützungsmaßnahmen . . . . .	196
8.5	Mind Mapping und Lernerfolg . . . . .	197
8.6	Einfluss der Lernvoraussetzungen . . . . .	198
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>200</b>
<b>A</b>	<b>Fragebogen Untersuchung A</b>	<b>203</b>
<b>B</b>	<b>Fragebogen Untersuchung B</b>	<b>204</b>
<b>C</b>	<b>Wissenstest Untersuchung B</b>	<b>205</b>
<b>D</b>	<b>Lernvoraussetzungen Hauptuntersuchung</b>	<b>206</b>

E Fragebogen Hauptuntersuchung	207
F Interviewfragen Hauptuntersuchung	208
G Einführung Concept Mapping	210
H Expertenmap „Lehm“	211
I Webquest „Lehm“	212

# Kapitel 1

## Abstract

Self-directed and resource-based learning skills are seen today as the fundamental prerequisite for discussions about current and everyday problems and questions. Guaranteeing the skills for lifelong learning is, as a goal of science education, important for training competencies as well as for mediating the subject contents.

Various questions, important when structuring learning environments and believed to promote self-directed learning, were studied within the framework of this project. Special attention was paid to the use of the „New Media” since learning with the support of hyper-medial systems is supposed to guarantee a number of criteria in promoting self-directed learning.

As it was not possible to refer to proven test instruments for the investigation, there had to be preliminary studies to develop valid instruments, e.g. a questionnaire about self-directed learning with mind mapping. The first step developed and then modified instruments in the various preliminary studies.

The first studies with students from various grade levels and types of schools were the focal point of the study about implementing the method in the classroom and about its acceptance. There was a high level of acceptance of the new methods among the students. There were no problems with implementing the mapping procedure in the classroom with any of the classes studied or with the learning situations. Accordingly, there were no problems in using the „Mind Manager” computer program which the students used especially for handling information processes.

The advantage of using mind mapping to learn with the „Mind Manager” and the testing of a situational learning environment that was structured according to the cognitive apprenticeship theory were the focal points of the second preliminary study. The results were collected with questionnaires and supplementary interviews and showed that the 10th graders studied had had comprehensive help in self-directed learning due to a learning environment that used the mapping and cognitive apprenticeship tools. Mind mapping supports the user both in the meta-cognitive area and in the cognitive processes of handling data. The students were supported in their learning by the preparation (setting goals, activating pre-knowledge, consciously recognizing missing information, ...), by the execution of the learning activity (researching information, managing information, relating and

understanding the contents, ...) and by the application of what was learned (presenting results, relating contents to new knowledge, transfer, ...). The main investigation was executed on the basis of the results of the preliminary studies. Self-directed learning using mind mapping was the focal point of the study. The effect of the learning aids that were planned as supporting measures were also studied.

8th graders from a Realschule (middle track of the German three track school system) did self-directed work on problem in a resource-based learning environment of a web quest. The clearly younger 8th graders confirmed the results of the preliminary study with 10th graders: they accepted the new mind mapping methods and worked with the computer program without any problems.

The results of the evaluation of the questionnaires show that the students felt especially supported by mind mapping in processing information. The supplementary interview unequivocally confirmed the conclusion that the organization of knowledge was made especially easy by the use of the mapping procedure. By using a resource test, it could be proven that working with the mind manager made organizing and recovering information and its sources easier.

The computer supported mapping also has a positive influence on further areas of self-direction, like motivation and the experienced self-direction. One main question of the investigation was whether and to what extent learning success is increased by the mapping method used. A learning test with concept mapping was able to show that mind mapping increased the students' achievements.

The question was whether the use of additional learning aids could further increase their achievements. The results, however, point to a contrary effect: the use of teaching aids in combination with mapping has a negative effect on learning increment. This case study confirms other studies in that the amount of „input from new elements” has to be mastered by the students if these new elements are to develop a positive effect in their interaction. A generalization of this result is only possible with restrictions as the study could only take place with one group of 8th graders and one topic.

The conclusion that the students' pre-knowledge had an important influence on achievement could be drawn across the board for all the investigation. Obviously this well-known dominating factor cannot even be relevated for learning new subjects with a computer supported learning environment and proven special structuring aids. More surprising was the result that there was a positive connection between pre-knowledge in using computers and the acquired knowledge.

As indicated earlier, the data to be collected in a case study within the framework of a dissertation can only be generalized to a limited extent. It also requires much larger groups of students and more limited questions for confirmation. The suitability of the mind mapping method in principle and the possibility of its use at secondary level I require, however, no further confirmation. This method's effect of promoting learning and the principle support of the important elements of self-directed learning have fundamentally been clarified.

Further work has to start directly at this point to clarify under what conditions learning support is optimized and where additional learning aids can develop a positive effect in connection with grade levels and the topics treated. It would be especially interesting to



study which learning advantages and areas of use in everyday school life crystallize in a long-term study. It must be assumed that efficacy in the field of learning can only be attained after a longer period of use and intensive confrontation with the method.

# Kapitel 2

## Einleitung

In einer zunehmend durch die Ergebnisse von Naturwissenschaft und Technik bestimmten Welt ist die Teilhabe an unserer Kultur und ihrer Fortentwicklung nur möglich, wenn der Allgemeinheit ein Mindest-Kontingent an naturwissenschaftlichem Sachwissen verfügbar ist und Kompetenzen vorhanden sind, um sich mit den alltäglichen Problemen auseinanderzusetzen und persönliche und gesellschaftliche Entscheidungen treffen zu können. Ziel eines zukunftsweisenden naturwissenschaftlichen Unterrichts sollte es daher sein, die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zu verbinden mit der Kompetenz zum selbstgesteuerten Lernen, die sicherstellt, dass auf veränderte Lebenssituationen reagiert werden kann.

Diesem Ziel sehen sich auch die Lehrpläne zahlreicher deutscher Bundesländer verpflichtet. Ein Blick auf die Ergebnisse internationaler Studien wie PISA (Program of International Student Assessment) oder TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) zeigt jedoch, dass die naturwissenschaftliche Schulbildung in vielen Bereichen große Lücken aufweist. Die Ursachen liegen zum einen an dem Unterricht selbst, zum anderen aber auch an dem Mangel an Akzeptanz, Wertschätzung und Sichtbarkeit von Mathematik, Naturwissenschaft und der Bildung im Allgemeinen innerhalb und außerhalb der Schule (vgl. List [1]).

Um diese Defizite zu beheben, werden verschiedene Ansätze für einen wirkungsvolleren Unterricht diskutiert und erprobt. Die traditionelle Sicht des Lernens soll durch eine neue Lernkultur ersetzt werden, in der es darum geht, Erfahrungen aktiv und selbstgesteuert in komplexen, lebensnahen Problembereichen zu machen. Die Übernahme dieser Lernkultur ist die Voraussetzung dafür, dass Berufstätige in Zeiten beschleunigten technologischen Wandels den Anforderungen des lebenslangen Lernens gerecht werden. Das selbstgesteuerte Lernen wird dabei als Antwort auf sich dynamisierende ökonomische und gesellschaftliche Strukturen verstanden und gilt als eines der bedeutsamsten Bildungsziele.

Angesichts des exponentiell wachsenden Wissens in den Wissenschaften wird die Fähigkeit zum Wissensmanagement als wichtiges Ziel eines zukunftsweisenden Unterrichts gesehen. Ein Schlüssel zum erfolgreichen Umgang mit Wissen und Informationen beim selbstgesteuerten Lernen wird in dem Einsatz von Visualisierungsstrategien (vgl. Mandl und Fischer [2]) gesehen. Die visuell dargestellten Sachverhalte können tiefer verarbeitet

werden und sind auch der eigenen Kontrolle des Wissenstandes besser zugänglich. In den letzten Jahren sind in den Bereichen von Pädagogik und Psychologie eine Reihe von Visualisierungswerkzeugen entwickelt worden, die es dem Anwender erlauben, Informationen elektronisch zu verwalten. Es fehlt bislang an Erfahrungen und Belegen aus der (schulischen) Praxis, die nähere Informationen darüber geben, inwieweit derartige Instrumente und Strategien von den Schülerinnen und Schülern akzeptiert werden und welche Auswirkungen sie auf den Lernprozess selbst haben.

In der vorliegenden Arbeit wird daher der Frage nachgegangen, ob selbstgesteuertes ressourcenbasiertes Lernen im naturwissenschaftlichen Kontext durch Mind Mapping unterstützt werden kann. Eingesetzt wird dabei mit dem Computerprogramm „Mind Manager“ ein Visualisierungswerkzeug, das u. a. persönliches Wissensmanagement unterstützen kann. Die Arbeit zeigt eine Forschungsreihe auf, welche von der Evaluierung des Programms in verschiedenen Klassenstufen bis hin zu einer Hauptuntersuchung reicht, die das selbstgesteuerte Lernen von Schülerinnen und Schülern in einer ressourcenbasierten Lernumgebung mit Hilfe des „Mind Managers“ untersucht. Aktuelle Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass Schülerinnen und Schüler die Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen zunächst erlernen müssen. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit zusätzlich der Nutzen von Instruktionsmaßnahmen („Cognitive Apprenticeship“ und Lernhilfen) untersucht, die die Selbststeuerung beim Lernen unterstützen sollen.

Die Studien sollen als „Felduntersuchungen“ in unterschiedlichen Klassenstufen und Schulformen erfolgen. Da die vorliegende Schrift die erste Arbeit in einer geplanten Reihe von Studien darstellt, lag der Schwerpunkt der Untersuchungen nicht in der Erhebung statistisch signifikanter Daten zu Detailfragen, sondern in einer breiter angelegten Erkundung des Untersuchungsraums in der Form einer Pilotstudie.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut:

Zunächst wird ein Überblick über den Stand der Forschung gegeben; aus ihm werden im vierten Kapitel die Forschungsfragen der Arbeit abgeleitet.

Im Zentrum der Untersuchungen steht einerseits das selbstgesteuerte Lernen und verschiedene Maßnahmen zu seiner Förderung, wie z. B. der Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“. Einen zweiten thematischen Schwerpunkt der Arbeit stellt die Frage dar, in wie weit das Visualisierungsinstrument „Mind Mapping“ das selbstgesteuerte Lernen unterstützen kann.

Im fünften Kapitel werden die Ergebnisse einer Vorstudie zum Einsatz des „Mind Managers“ im Schulkontext vorgestellt. Dabei stehen die Fragen der Akzeptanz und des Lernnutzens des Programms im Fokus. Es wird eine Querschnittstudie vorgestellt, bei der in verschiedenen Klassenstufen unterschiedlicher Schularten der Einsatz des „Mind Managers“ untersucht worden sind.

Die Lernumgebung einer weiteren Vorstudie stützt sich auf den situativen Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“, bei dem die Schülerinnen und Schüler selbstgesteuert natur-

wissenschaftliche Fragestellungen bearbeiten; sie ist im sechsten Kapitel dargestellt. In der zweifaktoriellen Feldstudie in einer 10. Klassenstufe werden die Auswirkungen des „Cognitive Apprenticeship“ und des „Mind Managers“ auf das selbstgesteuerte Lernen untersucht.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit ist eine im siebten Kapitel vorgestellte Hauptuntersuchung, bei der Schülerinnen und Schüler der achten Jahrgangsstufe in einer ressourcenbasierten Lernumgebung (Webquest) selbstgesteuert eine exemplarische Fragestellung zum Thema „Lehm“ bearbeiten. Die Ergebnisse aus Kapitel sechs haben maßgeblichen Einfluss auf die Gestaltung dieser Hauptuntersuchung. Als Interventionsmaßnahmen werden insbesondere der Einsatz des „Mind Managers“ und der Nutzen von Lernhilfen untersucht.

Im achten Kapitel werden die gestellten Forschungsfragen zusammenfassend beantwortet.

Eine abschließende Diskussion sowie eine Eingliederung dieser Ergebnisse in die aktuelle Forschungsdiskussion sind Gegenstand der Behandlung im neunten Kapitel.

# Kapitel 3

## Theoretische Grundlagen

Aufgrund vielfältiger Diskussions- und Kritikpunkte am derzeitigen Bildungsstand deutscher Schülerinnen und Schüler werden Ansätze zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts gesucht. Besonders die naturwissenschaftliche Bildung nimmt im bildungspolitischen Kontext eine zentrale Stellung ein. Der naturwissenschaftliche Unterricht soll die Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, „Schlüsselprobleme“ der jeweiligen Zeit zu verstehen und an deren Bewältigung mitarbeiten zu können. Solche Probleme

„ ... benennen grundlegende Probleme der Menschen und der Gesellschaft in einer bestimmten Epoche als konkreten für den Unterricht verbindlichen Rahmen“ (Klafki [3], S. 77).

Demnach dürfte ohne ein Mindestmaß an naturwissenschaftlichem Verständnis ein verantwortungsbewusster Umgang mit sich selbst und mit der Umwelt kaum möglich sein. Innerhalb der internationalen Diskussion um „Scientific Literacy“ wird der Sinn und Zweck von naturwissenschaftlicher Grundbildung ähnlich eingeschätzt. „Scientific Literacy“ beschreibt die Fähigkeit,

„...naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“ (OECD [4], S. 133).

Diese Grundbildung wird als Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts angesehen und fand somit auch in der Pisa-Datenerhebung 2006 besondere Beachtung. Wie aus der Definition erkenntlich wird, umfasst die Fähigkeit von „Scientific Literacy“ sehr viele Facetten, die nicht durch eine spezielle Fertigkeit erreicht werden kann. Es geht viel mehr um das Beherrschen verschiedener Kompetenzen und deren Zusammenspiel. Es lassen sich drei grobe Kernbereiche der naturwissenschaftlichen Grundbildung zusammenfassen:

1. Es sollte über Basiswissen in den Naturwissenschaften verfügt werden.

2. Das „Wesen der Naturwissenschaften“ und der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung soll verstanden werden.
3. Gesellschaftliches Verhalten und individuelle Probleme sollen auf der Basis der naturwissenschaftlichen Kenntnisse beurteilt werden.

„Scientific Literacy“ ist demnach im Grunde funktional bestimmt: Gegenstand von Bildung ist, was sich als nützlich, brauchbar oder verwertbar erweist (vgl. Parchmann und Menthe [5]). Damit kann eine Definition dessen, was „Scientific Literacy“ bedeuten kann, allgemein hin nicht gegeben werden. Sie bezieht sich auf die jeweiligen Schlüsselprobleme, also jene gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, die derzeit aktuell sind. Somit impliziert das Ziel „Scientific Literacy“ die Fähigkeit zum lebenslangen Lernen. Die naturwissenschaftlichen Inhalte müssen permanent den aktuellen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen angepasst werden, demnach muss naturwissenschaftliches Wissen über die Schulzeit hinaus erworben und erneuert werden.

Ein Blick auf Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudie Pisa (Program of International Student Assessment) oder auf die Ergebnisse von TIMSS III (Third International Mathematics and Science Study) macht jedoch den niedrigen Bildungsstand deutscher Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Bereich deutlich. Das bedeutet, dass unsere Schülerinnen und Schüler weit von dem entfernt sind, was „Scientific Literacy“ beinhaltet.

Um der Bildungsmisere entgegen zu wirken, werden neue Formen des Lernens und Lehrens diskutiert. Die traditionelle Sicht des Lernens soll durch die konstruktivistische Lernkultur ersetzt werden. Anstelle des instruktionalen Lehrens tritt eine Lernform, in der es darum geht, Erfahrungen aktiv und selbstgesteuert in komplexen, lebensnahen Problembereichen zu machen. Die Betonung liegt dabei nicht auf der bloßen Wiedergabe von Fakten und Details, sondern auf der Integration von Informationen und der Konstruktion anwendbaren Wissens (King [6]). Das selbstgesteuerte Lernen wird dabei als Antwort auf sich dynamische, ökonomische und gesellschaftliche Strukturen verstanden und ist Voraussetzung für die Fähigkeit zum lebenslangen Lernen. Prenzel [7] bezeichnet die Befähigung zum selbstgesteuerten Lernen deshalb als oberstes Ziel des Unterrichts.

Öffnet man allerdings traditionelle Formen der Lehr-Lernorganisation, so garantiert dies nicht unbedingt ein höheres Maß an Selbststeuerung bei den Lernenden (Dubs [8] und Weinert [9]). zunächst müssen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, mit den entstandenen Spielräumen umgehen zu können. Ohne diese Voraussetzungen führt das selbstständige Lernen zu kumulativen Defiziten und zu Misserfolgserlebnissen (Weinert [9]). Im Unterricht sollten Lernumgebungen deshalb so gestaltet sein, dass sie selbstgesteuertes Lernen ermöglichen, die Schülerinnen und Schüler dabei jedoch nicht überfordern. Diese Gratwanderung stellt nicht nur hohe Ansprüche an die Lernenden, sondern auch an die Lehrenden. Es werden zusätzliche Förderungsmaßnahmen zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens erforderlich, damit die neuen (Lern-)Freiheiten überhaupt genutzt werden können. Dubs [8] beschreibt in diesem Zusammenhang ausführliche „Grundregeln des Scaffoldings“, die von der Lehrerin oder dem Lehrer als Anleitung zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens genutzt werden können. Ebenso hilfreich

für das selbstgesteuerte Lernen können schriftliche Lernhilfen und speziell gestaltete Lernumgebungen sein. In situativen Unterrichtsansätzen wie z. B. dem des „Cognitive Apprenticeship“ wird das selbstgesteuerte Lernen explizit dadurch trainiert, dass die Unterrichtsgestaltung selbst auf die Selbststeuerung ausgerichtet ist.

Die konstruktivistische Lernkultur fordert von den Schülerinnen und Schülern die selbstständige Auseinandersetzung mit aktuellen Fragestellungen, womit sich ein weiterer Problembereich eröffnet: Es wird vermutet, dass die Schülerinnen und Schüler für die Erarbeitung komplexer Fragestellungen Fähigkeiten benötigen, die sie zum großen Teil erst erwerben müssen, wie u. a. den Umgang mit verschiedenartigen Informationen und ihren Quellen. Die Lernenden benötigen somit die Fähigkeit zum ressourcenbasierten Lernen und zum Wissensmanagement. Sie müssen die Informationen z. B. suchen, beurteilen und im geeigneten Kontext anwenden. Darüber hinaus muss ihr Vorgehen geplant, effizient ausgeführt und beurteilt werden. Diese anspruchsvollen Lerntätigkeiten können den Schülerinnen und Schülern nicht bedingungslos verlangt werden - insbesondere nicht im Unterricht unterer Klassenstufen.

Einige Forschungsergebnisse legen die Vermutung nahe, dass Visualisierungs-Methoden, wie z. B. das Mapping eine sinnvolle Unterstützungsmaßnahme des persönlichen Wissensmanagements darstellen können. Mit Visualisierung ist dabei das „Sichtbar-Machen“ von Wissen und Informationen gemeint. In diesem Zusammenhang erweist sich computergestütztes Mind Mapping aus vielerlei Hinsicht als sinnvolle Hilfe im selbstgesteuerten, problemorientierten Lernprozess. Mapping-Programme wie der „Mind Manager“ können dabei helfen, die vorhandenen Informationen zu verwalten, Wissen sichtbar zu machen, Zusammenhänge zu verdeutlichen und den eigenen Lernvorgang zu überwachen. Trotz vielfältiger Lernvorteile und großer Beliebtheit von Mind Maps existieren nur wenige empirische Untersuchungen zur Effektivität dieser Visualisierungstechnik beim Lernen oder Generieren von Ideen (vgl. Jonassen et al. [10]).

Im vorliegenden Abschnitt wird der fachwissenschaftliche Hintergrund zum **selbstgesteuerten Lernen** näher betrachtet. Der Lehr - Lernansatz des **Konstruktivismus** wird erläutert und durch Ansätze aus der **Metakognitions-** und der **sozial-kognitiven Theorie** ergänzt. Die Theorien betonen die elementare Bedeutung von **Lernstrategien**, deren Zusammenwirken in **Rahmenmodellen des selbstgesteuerten Lernens** beschrieben wird. Anschließend werden lernerseitige Voraussetzungen erörtert, die entscheidend für das selbstgesteuerte Lernen sein können. Diese **Lernvoraussetzungen** haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Effizienz verschiedener **Förderungsansätze zum selbstgesteuerten Lernen in der Schule**.

Da mehrere Forschungsergebnisse die Vermutung nahelegen, dass **Mind Mapping** das selbstgesteuerte Lernen unterstützen kann, wird diese Visualisierungsmethode vorgestellt und ihre **Lernwirksamkeit** diskutiert. Dabei wird auf den Einsatz des **Mind Mappings im Unterricht** eingegangen. Es wird mit dem „Mind Manager“ ein computerbasiertes Mapping-Programm vorgestellt, das im Unterricht den Zugriff auf externe Informationen und Quellen ermöglicht und auf diese Weise das ressourcenbasierte Lernen unterstützt.

Abschließend wird im vorliegenden Kapitel das Projekt ParIS (Partnerschaft Industrie-

Schule) vorgestellt, welches die aktuellen Bildungsprobleme im naturwissenschaftlichen Unterricht aufgreift und selbstgesteuertes, ressourcenbasiertes Lernen im Unterricht unterstützt. In dem Projekt wird der situative Trainingsansatz des „**Cognitive Apprenticeship**“ umgesetzt und alltagsrelevante, naturwissenschaftliche Fragestellungen mit Hilfe des „Mind Managers“ bearbeitet.

## 3.1 Selbstgesteuertes Lernen

Gemäß der internationalen Untersuchungsergebnisse von Pisa sollen sich die Bildungssysteme nicht nur auf die Bereitstellung eines soliden Wissens konzentrieren, sondern ebenso dabei helfen, die Einstellungen und Verhaltensweisen der Schülerinnen und Schüler dahingehend zu verändern, dass selbstgesteuertes Lernen als selbstverständliche und unerlässliche Lernform angenommen wird. Wesentliches Ziel aller Bildungsbemühungen muss es daher sein, die Befähigung zum selbstgesteuerten Lernen sowie die Akzeptanz und Bereitschaft zum lebenslangen Lernen zu fördern. Somit wird die Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen eines der wichtigsten Bildungsziele unserer Zeit. Nur derjenige, der selbstständig und eigenverantwortlich zu lernen vermag, wird ein Leben lang Lernprozesse gewinnbringend durchführen können. Mit „lebenslangem Lernen“ ist dabei keine Verschulung des Lebens gemeint, sondern ein selbstgesteuertes und kooperatives Lernverhalten, das Eigeninitiative und Motivation ebenso voraussetzt wie Aktivität und Konstruktivität. Unter diesem Aspekt ist die Schule ein gewichtiger Abschnitt des Lernens und muss mehr leisten als reine Wissensvermittlung. Ziel sollte es sein, Schülerinnen und Schüler zu befähigen, sich selbstständig (naturwissenschaftliches) Wissen anzueignen und dieses in anderen Kontexten anwenden zu können. Darüber hinaus müssen die Schülerinnen und Schüler die in der Lage sein, ihr Wissen u. a. im Gruppenverband zu kommunizieren. Selbstgesteuertes Lernen impliziert demnach nicht eine einzige Fähigkeit, sondern eine Reihe verschiedener Kompetenzen, die zusammenspielen müssen. Um einen Überblick zu erhalten, welche Bereiche für das selbstgesteuerte Lernen von Bedeutung sein können, werden im Folgenden die Begrifflichkeiten und Lerntheorien dieses Bereiches vorgestellt. Darüber hinaus finden Förderungsmaßnahmen und die dazu wichtigen Parameter wie Lernvoraussetzungen und Rahmenmodelle Beachtung.

### 3.1.1 Begriffliche Abgrenzung und Definition

Der benutzte Ausdruck „selbstgesteuertes Lernen“ ist kein präzise definierter wissenschaftlicher Begriff. Die Bandbreite der Definitionen ist so groß, dass es schwer erscheint, einen gemeinsamen Kern zu finden. Weinert fasst das Problem folgendermaßen zusammen:

„Es gibt keine einheitliche Klasse von Lernvorgängen, die man als selbstgesteuert charakterisieren könnte. Mit dieser Kennzeichnung wird stets nur tendenziell zum Ausdruck gebracht, dass der Handelnde die wesentlichen Entscheidungen, ob, was, wann, wie und woraufhin er lernt, gravierend und erfolgreich beeinflussen kann“ (Weinert [11], S.102).



Auch Simons betont den Facettenreichtum:

„...Lernende, die ihr eigenes Lernen regulieren, sind in der Lage, sich selbstständig Lernziele zu setzen, dem Inhalt und Ziel angemessene Techniken und Strategien auszuwählen und sich auch einzusetzen. Ferner halten sie ihre Motivation aufrecht, bewerten die Zielerreichung während und nach Abschluss des Lernprozesses und korrigieren, wenn nötig, die Lernstrategie (vgl. Abschnitt 3.1.2)...

Bei dieser Fähigkeit handelt es sich nicht um eine „Alles-oder-Nichts“-Erscheinung, sondern eher um ein Kontinuum, das sich zwischen zwei Extremen erstreckt, zwischen dem völligen Unvermögen, das eigene Lernen zu steuern und zu kontrollieren, und der Fähigkeit, dies ganz ohne externe Hilfe zu tun. In ihrer Reinform kommen beide Extreme fast nicht vor“ (Simons [12], S. 251).

Im Lernprozess wechseln sich in Abhängigkeit vom eingesetzten Medium ständig Phasen der selbstständigen Tätigkeit mit solchen der unselbstständigen Tätigkeit ab. So unterliegt beispielhaft das Lesen eines Buches, obwohl die Leserin oder der Leser im Wesentlichen seinen Fortschritt selbst bestimmen kann, mindestens auf Ebene der Textbasis der Intention des Autors. Diese verlangt vom Leser, ihr zu folgen, wenn er den Inhalt verstehen will (Simons [12]). Deterministisch betrachtet ist jede irgendwie geartete Informationserschließung durch äußere Randbedingungen beeinflusst.

Es ist eine besondere Qualität selbstgesteuerten Lernens, jenen Wechsel von selbstständiger und geführter Arbeit zu organisieren. Jeder Lernstoff und jedes Medium besitzt eine am Inhalt und an der Repräsentation angelegte Struktur, der man sich nicht vollständig entziehen kann. Entscheidend ist allerdings, inwieweit man dieser Anreizstruktur erliegt oder ob eigene, regulierende Elemente im Lernprozess die Oberhand gewinnen (vgl. Thielke [13]). Noch in einer weiteren Hinsicht ist Selbststeuerung ein komplexes Phänomen: selbstgesteuertes Lernen kann nach Weinert [11] betrachtet werden als:

1. **Voraussetzung** des Lernens, da lernen immer ein Mindestmaß an Selbststeuerung erfordert, wie es auch der Konstruktivismus betont,
2. **Methode** des Lernens, die den Lernenden Entscheidungsspielräume hinsichtlich wesentlicher Aspekte des Lernens (ob?, wie?, woraufhin?, wann?, was? usw.) einräumt und
3. **Ziel** des Lernens, wie es „Scientific Literacy“ mit der Forderung nach lebenslangem Lernen vorgibt. Dieses Ziel soll mit Hilfe der Methode erreicht werden.

Die Selbststeuerung ist aus dieser Perspektive nicht nur als Persönlichkeitsmerkmal, Fähigkeit oder bestimmte Entwicklungsstufe zu beschreiben, wie es die Lerntheorien zu verstehen geben. Sie ist vielmehr ein optimaler Zustand vor dem Hintergrund aktueller Ziele, situativer Anforderungen und Voraussetzungen. Unter dem Gesichtspunkt, nach dem selbstgesteuertes Lernen in situativer Abhängigkeit stattfindet, ist die allgemeine Förderung der

Selbststeuerung lediglich in gewissen Grenzen oder als Fundament möglich und überwiegend kontextabhängig. Aus der Sicht von Weinert [11] nimmt die Schule eine große Rolle zur Förderung dieser Fähigkeiten ein. Diese Sichtweise wird in Abschnitt 3.1.9 konkretisiert.

Von besonderer Bedeutung scheint es zu sein, die Abgrenzung der im deutschen Sprachraum besonders verbreiteten Bezeichnungen „Selbststeuerung“ und „Selbstregulation“ vorzunehmen. Es gibt aber eine Vielzahl weiterer Begriffe, die in irgendeiner Weise selbstständiges Lernen bezeichnen sollen (u. a. selbst organisiertes Lernen, autodidaktisches Lernen, selbst bestimmtes Lernen). Zur Beschreibung selbstgesteuerter Lernprozesse wird häufig das englische Schlagwort „self-regulation“ verwendet, das sich je nach Theorie auf die Selbststeuerung oder Selbstregulation bezieht. Selbstreguliertes Lernen ist im deutschen Sprachraum in der Tradition kybernetischer Modelle zu sehen und bezeichnet ein Lernen, welches sich ständig an einer vorher festgelegten Regelgröße ausrichtet. Selbstgesteuertes Lernen wird in dieser Hinsicht als eine freiere Lernform angesehen, in der die oder der Lernende selbst gewählte Lernziele „ansteuert“ (Konrad [14]; Schreiber [15]). In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff „selbstgesteuertes Lernen“ verwendet. Es besteht allerdings im deutschsprachigen Raum (in Anlehnung an die englischsprachige Literatur) die Tendenz, die Begriffe „selbstreguliert“ und „selbstgesteuert“ zusammen zu fassen. Somit sind unter dem Begriff „Selbststeuerung“, wie er in dieser Arbeit verwendet wird, auch Prozesse der „Selbstregulation“ gemeint.

Als Fazit bleibt es festzuhalten, dass selbstgesteuertes Lernen ein komplexes Phänomen ist, das der Fremdsteuerung gegenüber steht, das es aber in der Reinform nicht geben kann. Selbstgesteuertes Lernen ist situationsabhängig und beschreibt die Fähigkeit, die wesentlichen Entscheidungen beim Lernen erfolgreich beeinflussen zu können. Wie diese Art des Lernens durch interne Prozesse und Strukturen gesteuert wird und wovon sie abhängt, wird Bestandteil der folgenden Abschnitte.

### **3.1.2 Kategorisierung von Lernstrategien**

Im vorherigen Abschnitt wurde das Konstrukt „selbstgesteuertes Lernen“ vorgestellt. Soll Schule diesen Bereich fördern, sind grundlegende Kenntnisse über Definitionen notwendig, aber nicht ausreichend. Es müssen zudem u. a. die Fragen geklärt werden: Welche lernerseitigen Strukturen und Prozesse sind für das selbstgesteuerte Lernen relevant? Wovon hängt selbstgesteuertes Lernen ab? Die Antworten auf diese Fragen fallen zumindest in groben Zügen einheitlich aus:

Selbstselbstgesteuertgesteuertes Lernen erfordert angemessene kognitive und motivational-emotionale Lernvoraussetzungen und fordert die ganze Person, nicht nur einzelne Komponenten von ihr. Diese Lernvoraussetzungen können mit „Lernstrategien“ (Prozesse) und „Lernstilen“ (Strukturen) beschrieben werden, die im Mittelpunkt der folgenden Betrachtung stehen. Die Untersuchungen aus der Lehr- Lernpsychologie haben sich in unterschiedlicher Art und Weise diesem Thema angenommen (u. a. Schmeck [16]; Mandl und Friedrich [17]; Baumert [18]; Krapp [19]; Wild [20]).

Die Frage nach lernerseitigen Prozessen beim selbstgesteuerten Lernen wird allgemein hin

folgendermaßen beantwortet: Die Selbststeuerung des Lernens beruht auf einem flexibel einsetzbaren Repertoire von **Lernstrategien**. Lernstrategien sind definiert als

„...behaviors of a learner that are intended to influence how the learner processes information” (Mayer [21], S.11).

Mit dem Begriff „Strategie” wird in der Alltagssprache oft ein absichtsvolles, geplantes und meist auch längerfristiges Vorgehen verbunden. In Anlehnung an Klauer wird der Begriff „Lernstrategie” definiert als

„Plan aufeinander folgender Handlungen zur Erreichung eines Lernziels” (Klauer [22], S. 21).

Ballstaedt [23] beschreibt die Lernstrategien noch genauer als eine zielgerichtete Aktivität, die dazu eingesetzt werden kann, Prozesse des Verstehens, Behaltens und Erinnerns zu verbessern. Für Zimmerman und Martinez-Pons [24] ist die Kenntnis von Lernstrategien eine unerlässliche Voraussetzung für das selbstgesteuerte Lernen. Nach Zimmerman [25] ist ein Lernprozess zu beschreiben als Zusammenspiel von Kognition, Emotion und Handeln zur Erreichung selbst gesetzter Ziele, bei dem die Lernstrategien eine entscheidene Rolle spielen:

„To qualify specifically as self-regulated in my account, students’ learning must involve the use of specified strategies... ” (Zimmerman [25], S.329).

Auch zahlreiche weitere Autoren betonen das Beherrschen verschiedener Lernstrategien als Grundlage des (selbstgesteuerten) Lernens. Artelt [26] beschreibt selbstgesteuertes Lernen als einen weit umfassenden, aktiven Prozess eines Individuums, den es selbst über geeignete kognitive<sup>1</sup>, metakognitive<sup>2</sup>, motivationale<sup>3</sup> und volitionale<sup>4</sup> Maßnahmen (dem Einsatz bestimmter Lernstrategien) gestaltet. Somit beschränken sich Lernstrategien keineswegs nur auf informationsverarbeitende Prozesse, die es zu überwachen und zu steuern gilt, sondern auch auf Tätigkeiten wie das Memorieren, Setzen von Zielen, Planen von

---

<sup>1</sup>Unter Kognitionen versteht man Vorgänge, durch die ein Organismus Kenntnis von seiner Umwelt erlangt (Wahrnehmung, Vorstellung, Denken, Urteilen, Sprache). Durch Kognition wird Wissen erworben.

<sup>2</sup>Metakognition ist das Wissen einer Person über das eigene Wissen. Es enthält z.B. die Fähigkeit zur Einschätzung, über welche Domäne man etwas bzw. nichts weiß. Das eigene deklarative, prozedurale oder strategische Wissen wird bewertet und bringt auf diese Weise die für erfolgreiche Problemlösungen notwendige Fähigkeit zur Selbstreflexion zum Ausdruck. Dabei wird gesagt, dass immer dann, wenn eine Person eine Strategie erwirbt, die das Lernen, die Verarbeitung oder das Problemlösen erleichtert, metakognitives Lernen stattfindet. Es handelt sich um ein komplexes Konstrukt mit zwei Kernproblemen der Definition. Zum einen ist es häufig schwer abzugrenzen, was „meta” (interne psychische Abläufe) und was „kognitiv” ist, zum anderen wird der Begriff mit verschiedenen Forschungsfeldern in Verbindung gebracht: das Wissen über die Kognition und die Regulation der Kognition.

<sup>3</sup>Theorien zur Motivation geben Antwort auf das „Warum” oder „Wozu”. Der Begriff „Lernmotivation” bezeichnet dementsprechend den Wunsch oder die Absicht, bestimmte Inhalte oder Fähigkeiten zu erlernen.

<sup>4</sup>Mitunter werden Prozesse der Umsetzung von Absichten aus dem Motivationsbegriff ausgeklammert und mit „Volition”(Wille) bezeichnet.

Abläufen, Selbstbewertung und Selbstüberwachung, sowie die gezielte Suche nach Informationen. Die Lernstrategien werden in der Forschungsliteratur nach unterschiedlichen Gesichtspunkten untergliedert. Einige bedeutsame Einteilungen werden im Folgenden vorgestellt.

Friedrich und Mandl [17] nehmen in Anlehnung an Dansereau [27] eine Gliederung vor, nach der die für das selbstgesteuerte Lernen erforderlichen Lernstrategien unterteilt sind in

1. kognitive Primärstrategien und
2. motivationale Stützstrategien.

**Primärstrategien** wirken direkt auf die zu erwerbende bzw. die zu verarbeitende Information, mit dem Ziel sie besser zu verstehen, zu behalten, wieder abrufen und transferieren zu können. Dieser Prozess führt zu einer Veränderung kognitiver Strukturen. Typische Primärstrategien für den Wissenserwerb sind beispielsweise Strategien für das Lernen mit Texten (Kintsch und van Dijk [28]), so etwa das Zusammenfassen von Texten in Worte oder das Zusammenfassen mit Hilfe grafischer Techniken wie Networking oder Mapping (Dansereau und Holley [29]).

Weinstein und Mayer [30] unterscheiden die Primärstrategien nach einem weiteren Gesichtspunkt. Sie unterteilen die Strategien, die für die **Informationsverarbeitung** elementar sind in (vgl. auch Mandl und Friedrich [17]; Friedrich [31]):

1. **Enkodierstrategien** (oder Elaborationsstrategien), welche zum dauerhaften Behalten einer Information beitragen. Bei elaborativen Strategien werden sowohl Bezüge zwischen neuer Information und schon vorhandenem Wissen, als auch sachlich-thematische Zusammenhänge innerhalb der neuen Informationen hergestellt (Bransford, Stein, Shelton und Owings [32]; Mayer [21]). Elaborative Techniken fördern somit das Verstehen und Behalten neuen Wissens (Reder [33]).
2. **Erhaltungsstrategien** (oder Wiederholungsstrategien) verhindern z. B. durch Wiederholen oder Üben, dass gelerntes Wissen „verblasst“. Wie einige gedächtnispsychologische Untersuchungen gezeigt haben, werden neue Informationen sehr schnell wieder aus dem Gehirn verdrängt, wenn sie nicht aktiv memoriert werden (Atkinson und Shiffrin [34]). Eine Wiederholungsstrategie beschreibt dabei das aktive Wiederholen, welche die Chance erhöht, dass eine neue Information in das Langzeitgedächtnis übernommen wird.
3. **Abrufstrategien** ermöglichen den gezielten Abruf von Gelerntem aus dem Gedächtnis. Hierbei können Gliederungen, Stichwortlisten oder Maps hilfreich sein.
4. **Wissensnutzungsstrategien** (oder Organisationsstrategien) sind Strategien, welche eine Anwendung des Gelernten unterstützen. Durch organisierende Tätigkeiten werden Detailinformationen zu größeren Sinneinheiten zusammengefasst und gruppiert. Dieses Organisieren macht das Verarbeiten komplexer Informationen aufgrund

der eingeschränkten Speicherkapazität unseres Arbeitsgedächtnisses überhaupt erst möglich (Baddeley [35]). Typische Organisationsstrukturen sind das Anfertigen von Tabellen und das Zusammenfassen von Texten.

5. **Kontrollstrategien** unterstützen die situationsangemessene Planung, Überwachung und Regulation. Effektives Lernen erfordert Strategien, die den eigenen Lern- und Denkprozess kontrollieren und evaluieren. Diese Art von Wissen über das eigene kognitive System wird auch „metakognitives Wissen“ genannt, auf das im Abschnitt 3.1.3 näher eingegangen wird. Die Strategien dienen dazu, die eigenen Informationsverarbeitungsprozesse zu regulieren (vgl. Mandl und Friedrich [17], S.13).

In Anlehnung an verschiedene Autoren (Dansereau [36]; Dansereau et al. [37]; Pintrich und Garcia, [38]; Mandl und Friedrich, [17]; Wild und Schiefele, [39]) kann zusätzlich noch von **ressourcenbezogenen Strategien** gesprochen werden, wenn sie hauptsächlich dazu dienen, die eingeschränkte menschliche Informationsverarbeitungskapazität durch externe Maßnahmen zu erhöhen. Das abgrenzende Kriterium für das Heranziehen von Ressourcen ist der Umstand, ob diese direkt der Informationsverarbeitung dienen oder nicht. Eine absolute Trennung zwischen kognitiven und ressourcenbasierten Lernstrategien findet man in der Regel nicht.

Neben den kognitiven Primärstrategien sind **motivationale Stützstrategien** beim selbstgesteuerten Lernen von Bedeutung (Dansereau [40]; McCombs und Marzano [41]). Die kognitiven Lernstrategien stellen zunächst nur ein Inventar potentieller Strategien zur Verfügung. Ob sie tatsächlich aktiviert werden, hängt im Wesentlichen von den motivationalen Bedingungen ab. Erst die Stützstrategien leiten den Prozess der Informationsverarbeitung ein, erhalten den Prozess aufrecht und steuern diesen. Wichtige motivationale Voraussetzungen auf der Lernerseite sind nach Friedrich [42]:

1. Die intrinsische Motivation, welche sich z. B. durch Neugier, Interesse an der Sache oder aus Herausforderung auszeichnet. Intrinsische Motivation ist durch eine positive Korrelation mit tiefergehendem Lernen oder dem Einsatz komplexer Lernstrategien für das Lernen vorteilhaft (u. a. Schiefele [43]).
2. Die lernbezogene Selbstwirksamkeitsüberzeugung (Bandura [44]) als besondere Art des Selbstvertrauens. Es handelt sich um das Vertrauen, über jene Fähigkeiten und Fertigkeiten zu verfügen, welche erforderlich sind, um Lernaufgaben zu lösen. Pintrich et al. [45] konnten zeigen, dass hohe Selbstwirksamkeitsüberzeugungen mit einer häufigeren Verwendung tiefenverarbeitender (näher erläutert im Abschnitt 3.1.7) und metakognitiver (näher erläutert im Abschnitt 3.1.3) Strategien und hoher Ausdauer beim Lernen hervorgehen. Dansereau [27] betont diese Zugehörigkeit von Strategien der metakognitiven Kontrolle des eigenen Lernens (Brown [46], Fischer und Mandl [47]) zu den Stützstrategien, während andere Autoren die metakognitiven Strategien den Primärstrategien zuordnen (vgl. weiter oben unter „Kontrollstrategien“).

3. Die volitionalen Strategien, welche Lernende darin unterstützen, einmal gefasste Absichten und Lernziele beizubehalten (z. B. durch mentale Erhöhung der Attraktivität der Handlung oder Ausblendung absichtsgefährdender Informationen).

Im Hinblick auf die Förderung des selbstgesteuerten Lernens sollten Interventionsmaßnahmen beide Aspekte berücksichtigen: Primär- und Stützstrategien. Dies gilt insbesondere deshalb für das selbstgesteuerte Lernen, da bei dieser Lernform die Lernenden auch für die stützenden Funktionen (Stoffauswahl, Aufrechterhaltung der Motivation u. a.) zuständig sind, die bisher im Schulalltag häufig in der Hand der Lehrenden lag (Zimmerman und Martinez-Pons [24], Friedrich und Mandl [48], Simons [12]).

Die angesprochene Schwierigkeit, selbstgesteuertes Lernen sei im Besonderen situationsabhängig, wird durch eine Gliederung relativiert, nach der Lernstrategien im Hinblick auf ihre Spezifität unterteilt werden. Strategien lassen sich demnach in sehr **allgemeine, situationsübergreifende Strategien** unterteilen, zu denen Klauer [22] besonders Stützstrategien wie u. a. Strategien der Selbstmotivierung und Zeitplanung zählt. Neben diesen Strategien mit hohem Allgemeinheitsgrad lassen sich **weniger allgemeine Strategien** unterscheiden, die sich noch in vielen weiteren Lern- und Denksituationen einsetzen lassen (z. B. Verstehensstrategien für das Lernen mit Texten, die prinzipiell bei Texten mit unterschiedlichem Inhalt eingesetzt werden können (Ballstaedt, Mandl, Schnotz und Tergan [49])). **Hochspezifische Strategien** lassen sich nur in eng umrissenen Situationen einsetzen. Unter diesem Gesichtspunkt kann die Förderung selbstgesteuerten Lernens bereits da ansetzen, wo es um den Erwerb allgemeiner (situationsübergreifender) Lernstrategien geht.

In kognitiv-informationsverarbeitenden Ansätzen werden Lernstrategien nicht als zeitlich stabile Eigenschaften einer Person, sondern als Verhaltensweisen anerkannt, die situationsadäquat eingesetzt und auf das jeweilige Lernumfeld und die Lernaufgabe abgestimmt werden. Über diese Einteilung von Weinstein und Mayer [30] hinaus können Lern- und Denkprozesse auf unterschiedlichen Ebenen analysiert werden. Es ist naheliegend, auch diese Ebenen kurz zu erwähnen (vgl. Derry und Murphy [50] und Vauras [51]):

1. Auf einer **Mikroebene** werden jene elementaren Informationsverarbeitungsprozesse betrachtet, die von kurzer Dauer sind, z. B. Ziehen von einfachen Analogieschlüssen oder das Finden von Oberbegriffen.
2. Auf einer **Mesoebene** geht es um komplexere Informationsverarbeitungsprozessen, wie beispielsweise das Lösen von mathematisch-naturwissenschaftlichen Fragestellungen oder das Lesen von Texten.
3. Auf einer **Makroebene** geraten Prozesse langer zeitlicher Erstreckung in den Blick, wie beispielsweise das längerfristige Arbeitsverhalten in der Schule. Es treffen Lernaktivitäten mit anderen Aktivitäten zusammen, so dass ein Übergang von Lernstrategien zu allgemeinen Lebensbewältigungsstrategien fließend ist. Hier spielen grundlegende Einstellungen, Motive, Überzeugungen und Wertvorstellungen bezüglich des Lernens und dessen Funktion für das eigene Leben eine wesentliche Rolle.

Die aufgezeigten Unterteilungen beinhalten allgemein das Problem, dass die derzeitigen Taxonomien für Lern- und Denkstrategien nicht erschöpfend sind. Zum Teil werden wesentliche Strategien dabei nicht berücksichtigt. Derry und Murphy [50] stellen fest, dass keine der vorgelegten Systematiken die gesamte Breite an Strategien abdeckt, wie sie z. B. in einem öffentlichen Schulsystem anzutreffen ist. Ein zusätzliches Problem der hier dargestellten Systematisierung bleibt es, dass einige Strategien nicht eindeutig der einen oder anderen Klasse zuzuordnen sind und dass bisher kaum konzeptuelle Vorstellungen darüber entwickelt wurden, wie die vielen Einzelstrategien zusammenwirken (höhere kognitive Prozesse) (vgl. Mandl und Fiedrich [17]).

Abschließend bleibt es festzuhalten, dass Lernstrategien beim selbstgesteuerten Lernen eine zentrale Position einnehmen. Zimmerman [52] bezeichnet die Fähigkeit, Lernstrategien in Abhängigkeit vom Aufgabenkontext angemessen anzuwenden, als Merkmal selbstgesteuerten Lernens. Auch Artelt [26] beschreibt sie als konstituierendes Element selbstgesteuerten Lernens. Dabei wird u. a. zwischen kognitiven Primärstrategien und motivationalen Stützstrategien unterschieden. Insgesamt sind die Systematiken der Lernstrategien vielschichtig, aber nicht eindeutig.

Die kognitiven Primärstrategien (wie z. B. die Elaborations- oder Wiederholungsstrategien) stellen zunächst nur ein Inventar potentiell sinnvoller Strategien für das selbstgesteuerte Lernen dar. Ob sie im konkreten Fall aktiviert werden, hängt von den individuellen motivationalen Bedingungen (Stützstrategien) ab und vom Aufforderungscharakter der jeweiligen Lernumgebung, die Bedürfnisse, Interessen und Ziele zu befriedigen.

### 3.1.3 Konstruktivismus und selbstgesteuertes Lernen

Soll das Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts „Scientific Literacy“ (siehe Abschnitt 3) sein, welches die Fähigkeit des selbstgesteuerten (lebenslangen) Lernens impliziert, dann muss nach Ansätzen gesucht werden, die diese Fähigkeit fördern, wenn nicht sogar fordern. Versucht man die Vielzahl der aktuell relevanten Strömungen zu systematisieren, die für das selbstgesteuerte Lernen relevant sind, so lassen sich in Anlehnung an Zimmerman ([53], S.9) sieben lerntheoretische Ansätze unterscheiden:

1. **Operante Theorien** mit den Vertretern Skinner [54] und Mace et al. [55].
2. **Phänomenologie** mit dem Vertreter Mc Combs [56].
3. **Informationsverarbeitung** und **Metakognitionspsychologie**, vertreten durch Carver und Scheier [57].
4. **Sozial-kognitiver Ansatz** von Bandura [44].
5. **Kontrolle des Handelns und des Willens** mit den Vertretern Kuhl und Kraska [58] und Corno [59].
6. **Sozio-kultureller Ansatz** von Vygotsky [60] und Engeström [61].

## 7. Kognitiv-konstruktivistischer Ansatz von Piaget [62], [63].

An dieser Stelle wird auf drei dieser Ansätze Bezug genommen, die eine interaktive Vorstellung von Selbststeuerung betonen: Das konstruktivistische Modell, welches durch Ansätze aus der metakognitionspsychologischen und der sozial-kognitiven Theorie ergänzt wird.

**Die konstruktivistische Lerntheorie** Die Herausbildung von Fähigkeiten zum selbstgesteuerten Lernen ist nicht nur ein gesellschaftliches Erfordernis, wie es Klafki [3] mit den Schlüsselproblemen (siehe Abschnitt 3) umschreibt, sondern auch lerntheoretisch begründet (vgl. Konrad [14]). So bezeichnet Zimmerman [53] die Entwicklung der Lerntheorien in den letzten Jahrzehnten als Weg vom fremd- zum selbstgesteuerten Lernen. Anstelle des instruktionalen Lehrens tritt zunehmend das konstruktive Lernen. Beachtung finden besonders kognitivistische und konstruktivistische Ansätze, die durch Ergebnisse in Metakognitions- und Lernstrategieforschung, Experten-Novizenforschung, Motivationsforschung und zudem Forschungen zum situierten, selbstgesteuerten und kooperativen Lernen neue Grundannahmen entwickeln (Konrad [14]). Zu diesen Grundannahmen zählt die Vorstellung, dass Lernen ein aktiver, konstruktiver, kumulativer, selbstgesteuerter und sozialer Prozess ist, der untrennbar mit sozialen, organisatorischen und materiellen Kontexten verbunden ist (De Corte [64]). Damit wird wiederholt auf die Vielschichtigkeit des selbstgesteuerten Lernens verwiesen.

Die Diskussion um konstruktivistische Lehr-Lernansätze ist in der Literatur sehr breit gefächert. Es gibt kein einheitliches Theoriegebäude (Konrad [14]), das in Kürze beschrieben werden könnte. Als fester Kern der konstruktivistischen Position ist aber festzuhalten, dass Wissen durch eine aktive, subjektive Konstruktion von Konzepten entsteht:

„... meaning is imposed on the world by us, rather than existing in the world independently of us. There are many ways to structure the world, and there are many meanings or perspectives for any event or concept. Thus there is not a correct meaning that we are striving for” (Duffy und Jonassen [65], S.3).

Klisma fasst es folgendermaßen zusammen:

„Lernen bedeutet nach dem konstruktivistischen Paradigma: Wahrnehmen, Erfahren, Handeln, Erleben und Kommunizieren, die jeweils als aktive, zielgerichtete Vorgänge begriffen werden” (Klisma [66], S.22).

Der Konstruktivismus betont damit im Gegensatz zum Behaviorismus <sup>5</sup> die internen Verstehensprozesse und bildet durch die Betonung der aktiven Konstruktion von Wissen die

---

<sup>5</sup>Die Grundposition des Behaviourismus ist dem Objektivismus zuzuordnen. Kernpunkt der behavioristischen Sichtweise ist die Beschreibung und Steuerung des Lernens durch äußere Reize. Der Lernende wird dabei in seinen Lernvoraussetzungen wenig beachtet. Stattdessen geht man davon aus, dass Lernen im Wesentlichen durch Belohnung und Bestrafung gesteuert werden kann.



Gegenposition zum Objektivismus<sup>6</sup>. Lernen im konstruktivistischen Sinne stellt eine Erweiterung des Kognitivismus<sup>7</sup> dar und folgt den selben Voraussetzungen: Indem Erfahrungen interpretiert und mit bestehendem Vorwissen verknüpft werden, konstruieren Lernende ihr Wissen **selbstständig** in einem **aktiven** Lernprozess. Das neue Wissen ist daher gleichermaßen immer in einem engen Bezug zum Vorwissen zu sehen. Der selbstgesteuert Lernende setzt sich immer wieder neu mit dem aktuellen Lernstoff auseinander und konstruiert in wechselnder Form eigenes Wissen. Wissen entstammt demnach nicht einer externen Quelle, sondern wird in konstruktivistischer Hinsicht stark vom Lernenden „entwickelt“.

Der Konstruktivismus fordert aber nicht nur eine aktive, selbstständige Auseinandersetzung mit den Wissensinhalten, vielmehr setzt er selbstgesteuertes Lernen voraus, um überhaupt Wissen erwerben zu können. Diese Annahme ist in der folgenden Aufzählung deutlich erkennbar. Zusammenfassend ordnen Mandl und Reinmann-Rothmeier [67] (ergänzt durch Dubs [68]) die folgenden Merkmale einem konstruktivistischen Lernprozess zu:

1. Lernen ist nur über die **aktive** Beteiligung des Lernenden möglich. Dazu gehört, dass der Lernende zum Lernen motiviert ist und an dem, was er tut und wie er es tut, Interesse hat oder entwickelt.
2. Bei jedem Lernen übernimmt der Lernende Steuerungs- und Kontrollprozesse. Kein Lernen ist ohne jegliche **Selbststeuerung** denkbar. Dubs [68] spricht vom kollektiven, selbstgesteuerten Lernen.
3. Lernen ist **konstruktiv**: Ohne den individuellen Erfahrungs- und Wissenshintergrund und ohne eigene Interpretation finden im Prinzip keine kognitiven Prozesse statt.
4. Lernen erfolgt stets in spezifischen Kontexten, so dass jeder Lernprozess auch als **situativ** gelten kann.
5. Lernen ist schließlich auch immer ein **sozialer Prozess**: Zum Einen ist der Lernende und seine Aktivität stets soziokulturellen Einflüssen ausgesetzt, zum Anderen ist jedes Lernen ein interaktives Geschehen.
6. Im konstruktivistischen Unterricht findet eine **Orientierung an komplexen, lebens- und berufsnahen, ganzheitlich zu betrachtenden Problembereichen** statt.

---

<sup>6</sup>Unter Objektivismus versteht man eine grundlegende epistemologische Position, nach der Wissen extern und unabhängig vom Lernenden existiert. Ziel des Lernens ist es demnach, Kenntnis der existierenden Objekte, ihrer Eigenschaften und Beziehungen, zu erlangen. Lernen in dieser Hinsicht besteht darin, dieses externe Wissen auf einer internen Repräsentation abzubilden. Da die externe Welt unabhängig vom Bewußtsein (also für jeden gleich) ist, kann man über ihre Objekte Aussagen treffen, die objektiv, absolut und ohne Einschränkung wahr oder falsch sind.

<sup>7</sup>In der kognitivistischen Sichtweise des Lernens spielen die Denk- und Verstehensprozesse eine zentrale Rolle. Hier findet sich die wesentliche Abgrenzung zu behaviouristischen Positionen, bei denen lediglich die äußeren Bedingungen des Lernens betrachtet werden. Dieser Unterschied war so bedeutsam, dass in den sechziger Jahren der Begriff der „kognitiven Wende“ für die zunehmende Orientierung am Kognitivismus verwendet wurde.

7. Es wird **aus Fehlern gelernt**.

8. Gefühle sowie **persönliche Identifikation** mit den Lerninhalten sind bedeutsam.

Wie es die aufgezeigten Merkmale des konstruktivistischen Lernens zeigen, gilt es, die Schülerinnen und Schüler aus ihrer traditionell passiven Position zu befreien und sie durch problemorientierte Unterrichtsgestaltung zu motivieren. Auf diesem Wege soll der Unterricht für die Schülerinnen und Schüler interessanter gestaltet und ihre Lernbereitschaft erhöht werden.

Wie diese Konstruktionsprozesse unterstützt werden können, wird seit Langem diskutiert (Stork [69]). Innerhalb des Konstruktivismus lassen sich zwei Extreme markieren, die unterschiedliche Zugangsweisen zur Förderung des selbstgesteuerten Lernens aufzeigen. Piaget ist Vertreter des **kognitiven Konstruktivismus**, der **Äquilibration** als treibende Kraft für die kognitive Entwicklung sieht. Die Äquilibration meint die Adaptation, demnach die Anpassung des menschlichen Organismus an seine Umweltgegebenheiten. Dieser Prozess dient der Ausbildung immer höherer und adäquater Gleichgewichtszustände (und der Ausbildung neuer kognitiver Strukturen). Die spontane Aktivität des Individuums wird für diesen Prozess benötigt, da das Individuum sich selber Anregungen schaffen muss, um seine Neugierde zu wecken. Er wird ferner durch die selbstgesteuerte bzw. selbst motivierte Auseinandersetzung zwischen dem Individuum auf der einen Seite und der Umwelt auf der anderen Seite herbeigeführt. Äquilibration hält nach Piaget den Menschen zur selbst motivierten und selbstgesteuerten Auseinandersetzung mit seiner Umwelt an und ist verantwortlich für eine kontinuierliche Weiterentwicklung. Sie stellt den Impuls zur Differenzierung bereits vorhandener Strukturen dar. Lernen und Verstehen sind somit als kognitive Konstruktion von Erkenntnisstrukturen zu beschreiben und Ergebnis der aktiven und selbstständigen Verarbeitung von Umweltreizen. Als wichtigstes Element für den Aufbau von Erkenntnisstrukturen und die kognitive Entwicklung sieht Piaget die Konfrontation mit der äußeren Wirklichkeit. Ein Konflikt mit dieser Lebensumwelt wird als eigentlicher Entwicklungsmotor für die kognitive Entwicklung gesehen.

Der **sozial-kulturelle Konstruktivismus** stellt dagegen den sozialen Charakter der kindlichen Entwicklung in den Mittelpunkt. Während Piaget die individuellen Prozesse betont, räumt der Psychologe Vygotsky der sozialen und physikalischen Umgebung hohe Bedeutung ein. Alle höheren psychischen Funktionen (Gedächtnis, Denken,...) sind sozialen Ursprungs und werden auf dieser Ebene über das Versprachlichen und Koordinieren von Sicht- und Verhaltensweisen verinnerlicht und führen zur veränderten Verhaltenssteuerung. Vygotsky sieht die Sprache als zentrales Mittel in der Veränderung von der Fremd- zur Selbststeuerung. Die externale Sprache dient der Übertragung von Gedanken in Worte, bei der inneren Sprache werden Worte in Gedanken umgewandelt (Vygotsky [70]). Besondere Bedeutung erhält in der sozio-kulturellen Theorie der verbale Austausch mit kompetenteren Personen. Diese können den Lerner effektiv unterstützen, wenn sie in einer „**Zone der nächsten Entwicklung**“ liegen. In dieser Zone liegen jene Leistungen, die zwar nicht selbstständig, wohl aber mit Unterstützung bewältigt werden können. Wird diese weitergehende Leistung im weiter fortgeschrittenem Stadium selbstständig realisiert, eröffnet sich eine neue „Zone

der nächsten Entwicklung". So wechseln sich Stadien von Zusammenarbeit und Selbstständigkeit ab.

Im Hinblick auf das selbstgesteuerte Lernen zeigen beide Positionen (kognitiver- und sozial-kultureller Konstruktivismus) unterschiedliche Zugangsweisen zum Verständnis und zur Förderung der Selbststeuerung beim Lernen. Eine „pragmatische Zwischenposition“ wird von Merrill [71] als „instruktionales Design der zweiten Generation“ bezeichnet. Hier wird einerseits die Bedeutung von problem- und handlungsorientiertem Lernen betont, andererseits - nach kognitionstheoretischen Ansätzen - von dem Einfluss geeigneter Lernumgebungen auf kognitive Strukturen und Modelle ausgegangen. Integriert werden beide Positionen in der Theorie des **situierten Lernens**.

„This approach offers a new perspective on the sociocognitive and the socio-cultural approaches, and has recently led to certain revisions by erstwhile proponents of the earlier theories“ (Dillenbourg et al. [72], S.193).

Mit dem situativen Lernen in authentischen Lernumgebungen wird der Lebens- und Lernsituation eine besondere Bedeutung unter Berücksichtigung zusätzlicher motivationaler und kommunikativer Gesichtspunkte beigemessen. Zudem findet die Komplexität der Lernumgebung Beachtung (Krapp [73]; Fischer [74]). Diese Lernumgebung greift die Bedeutung der „Äquilibration“ in lebensnahen Fragestellungen auf und beachtet die „Zone der proximalen Entwicklung“, in dem die Lehrkraft dort eingreifen kann, wo der Lernende alleine nicht mehr weiterkommt.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass Lernen im konstruktivistischen Sinne ein aktiver, konstruktiver, kumulativer, selbstgesteuerter und sozialer Prozess ist, der untrennbar mit sozialen, organisatorischen und materiellen Kontexten verbunden ist. Der Konstruktivismus setzt das selbstgesteuerte Lernen als Bedingung voraus, um überhaupt lernen zu können. Obwohl die konstruktivistische Lerntheorie sehr gute Ansätze zum Verständnis und zur Förderung selbstgesteuerten Lernens bietet, muss die Theorie durch weitere lerntheoretische Ansätze ergänzt werden. Aus den Theorien der „Metakognitionspsychologie“ und der „sozial-kognitiven Lerntheorie“ werden im Folgenden ergänzende Bereiche aufgezeigt, die zum Verständnis des Theoriegebäudes „Selbststeuerung“ beitragen können.

**Erweiterte Lerntheorien zum selbstgesteuerten Lernen** Selbstgesteuertes Lernen ist ein umfangreiches Gebilde, welches sich schwer in all seinen Facetten beschreiben lässt. Der oben dargestellte Konstruktivismus muss aus diesem Grund zumindest durch Erkenntnisse aus der Metakognitionspsychologie und dem sozial-kognitiven Lernansatz ergänzt werden.

Während der Konstruktivismus die aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt betont, spielt in der **Metakognitionspsychologie** die Metakognition eine zentrale Rolle. Dieser Ansatz legt den Schwerpunkt auf den Prozess der Handlungskontrolle, aber auch auf kognitive Selbstüberwachung und Evaluation<sup>8</sup>. Der Mensch wird als denkender, sich selbst steuernder Organismus verstanden, der sich selbst und andere beurteilen kann (Hacker [75]).

---

<sup>8</sup>Evaluation ist eine Beschreibung, Analyse und Bewertung von Prozessen und Organisationseinheiten, insbesondere im Bildungsbereich. Evaluation kann sich auf den Kontext (wie u. a. auf Voraussetzungen

Flavell [76], [77] führte dazu den Begriff der „Metakognition“ ein und definiert diesen Prozess als eine Form des Denkens, die sich selbst zum Gegenstand hat. Während sich „Kognition“ auf bereichsspezifisches Wissen und Strategien zur Verarbeitung von Informationen und auf den Umgang mit Problemen bezieht (Schraw [78]), bezeichnet der Begriff „Metakognition“ Wissen über die Kognition und ihre Regulation (wie z. B. Planung, Evaluation, Überwachung)(vgl. Konrad [14]). Nach Brown [79] liegt die Quelle der Metakognitionsforschung u. a. in den Arbeiten zur Selbststeuerung von Piaget und Vygotski. Eine präzise Beschreibung des Begriffs bietet Weinert:

„Dabei versteht man unter Metakognition im allgemeinen jene Kenntnisse, Fertigkeiten und Einstellungen, die vorhanden, notwendig oder hilfreich sind, um beim Lernen oder Denken (implizite wie explizite) Strategieentscheidungen zu treffen und deren handlungsmäßige Realisierung zu initiieren, zu organisieren und zu kontrollieren“ (Weinert [80], S. 196).

Es geht somit nicht um eine einzige Fertigkeit, sondern auch um Kenntnisse und Einstellungen, die beim Lernen eine entscheidende Rolle spielen. Zwischen dem Wissen über Kognitionen und dem metakognitiven Handeln steht die Reflexion. Reflexion meint dabei ein prüfendes und vergleichendes Nachdenken über eigene Denkprozesse. Die Konzepte „Metakognition“, „Kognition“, und das „Handeln und Wissen“ darüber sind eng verwoben und lassen sich in vielen Situationen schwer voneinander abgrenzen, was eine Untersuchung der Bereiche erschwert. Eine zusätzliche Schwierigkeit besteht ferner darin, dass die metakognitive Steuerung kognitiver Aktivitäten **unbewusst** erfolgen kann und dem phänomenalen Bewusstsein unzugänglich bleibt. Über diesen Bereich können deshalb kaum Aussagen getroffen werden. Im Sinne **bewusster und absichtlicher Phänomene** sind metakognitive Gedanken aber kontrollierbar und können sogar demonstriert, kommuniziert und diskutiert werden (Hacker [75], Jacobs und Paris [81]). Allerdings sind diese Fähigkeiten an hohe Lernleistungen gekoppelt. Lediglich besonders gute und erfahrene Lerner können Aussagen zu ihren metakognitiven Gedanken machen.

Neben der Metakognition wird im **sozial-kognitiven Ansatz** von Bandura [44] die Bedeutung selbst bezogener Urteile und Überzeugungen (z. B. die Selbstwirksamkeitsüberzeugung) betont. Diese Urteile entstehen häufig intuitiv. Wirksamkeits- und Ergebniserwartungen bilden die Kernkonstrukte der sozial-kognitiven Modelle der Selbststeuerung. Beide Komponenten besagen im Prinzip, dass eine handelnde Person vor der eigentlichen Realisierung ihres Verhaltens Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten vornimmt. Der Lernende hat damit Erwartungen im Sinne subjektiver Prognosen. Auf diese Weise wird das Ziel verfolgt, künftige Person-Umweltbezüge zu erlangen und aufrecht zu erhalten (Konrad [14]).

Bandura [44] hebt in seinem „triadischen Ansatz“ die reziproken Wechselbeziehungen des Individuums mit der sozialen Umgebung hervor und beschreibt Lernen als konstruktiven, sozial und kulturell situierten Prozess. Damit steht der sozial-kognitive Ansatz dem

---

und Rahmenbedingungen), die Struktur, den Prozess und das Ergebnis beziehen. Im Gegensatz zur Grundlagenforschung orientiert sich Evaluation an den konkreten Fragen von Entscheidungsträgern, z.B. in der Bildungspolitik, von LehrerInnen, SchülerInnen und Eltern.

Kognitivismus sehr nahe. In dieser Perspektive geschieht Selbststeuerung dadurch, dass Lernende nach Wahl ihrer Ziele und ihrer Selbstwirksamkeitserwartung die Strategien zur Steuerung des Verhaltens („behavioral self-regulation“), der Lernumgebung („environmental self-regulation“) und des Denkens („overt self-regulation“) einsetzen. Unter diesem Aspekt müssen bei der Förderung des selbstgesteuerten Lerners in jedem Fall auch emotionale Aspekte Beachtung finden.

Eine weitere intrapersonale Einflussgröße des selbstgesteuerten Lernens stellt die Dimension der **erlebten Selbststeuerung** dar. In Anlehnung an die Taxonomie Thompsons [82], der vier Formen der kognitiven Kontrolle unterscheidet (Beeinflussbarkeit, Vorhersehbarkeit, kognitive und retrospektive Kontrolle) liegt die „erlebte Selbststeuerung“ im Bereich der Beeinflussbarkeit. Gemeint ist die Wahrnehmung einer Person, ein Ereignis modifizieren zu können und somit um die Verfügbarkeit von Handlungsspielräumen. Sie stellen damit erst einen Rahmen für Selbststeuerung dar. Dieser Spielraum für autonome Entscheidungen muss vorhanden sein, um kognitive und metakognitive Elaborations- und Kontrollstrategien überhaupt einsetzen zu können. Allerdings müssen diese Freiheitsgrade von den Lernenden erkannt und genutzt werden (Konrad [14]).

Die Frage nach den Einzelschritten der Selbststeuerung wird unter sozial-kognitiver Perspektive u. a. von Zimmerman [52], [83] durch ein zyklisches Modell beantwortet.

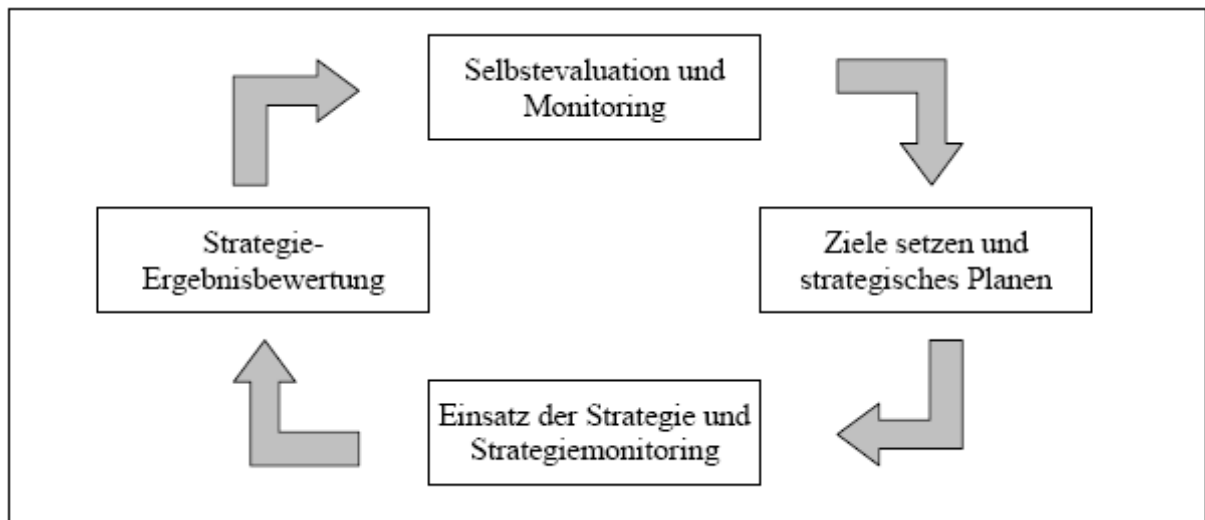


Abbildung 3.1: Selbstgesteuertes Lernen als zyklischer Prozess (Zimmerman [52], [83]; entnommen aus Konrad [14])

Zimmerman beschreibt in seinem Modell (siehe Abbildung 3.1) vier kreisförmig verbundene Teilkomponenten:

1. Der selbstgesteuert Lernende beginnt mit der Beobachtung seines Lernens. Dabei wird das Einschätzen der aktuellen persönlichen Leistung und des Leistungszuwach-

ses als **Selbstevaluation und Monitoring**<sup>9</sup> bezeichnet. Dies geschieht vor dem Hintergrund früherer Leistungen. Besonders lernschwache Schülerinnen und Schüler scheinen aber nur eine sehr vage Vorstellung davon zu haben, wie gut oder schlecht ihre Vorbereitung z.B. auf eine Klassenarbeit wirklich ist (Zimmerman und Martinez-Pons [24]).

2. Die Modellkomponente **Ziele setzen und planen** beinhaltet, dass Lernende die Aufgabenstellung analysieren, sich Lernziele setzen und geeignete Strategien auswählen. Die Wahl der angemessenen Strategie hängt dabei von dem Repertoire ab, auf das der Lerner zurückgreifen kann. Ist die Auswahl an Strategien zu gering, müssen neue Lernstrategien und Arbeitstechniken erworben werden.
3. Beim **Einsatz der Strategie und dem Strategiemonitoring** werden die Strategien in einem bestimmten Kontext angewendet und der Lernfortschritt überwacht. Es wird kontinuierlich überprüft, ob die gewählte Lernstrategie korrekt ausgeführt wird. Hier können die oben erwähnten metakognitiven Aktivitäten wieder aufgegriffen werden. Wie bereits erwähnt, sind diese Aktivitäten ausschließlich bei sehr erfahrenen Lernern zu beobachten.
4. In der letzten Komponente des zyklischen Prozesses, der **Strategie- und Ergebnisbewertung**, kommt es darauf an, das Ergebnis auf die Zielsetzung hin zu überprüfen. Die Lernenden verbinden den Einsatz bestimmter Lernstrategien mit dem Lernerfolg und beurteilen so die Effektivität des Lernens. Der Vergleich von Strategiewahl und Ergebnis stellt den Ausgangspunkt für neue Ziele und Strategien dar. Auch diese Leistung ist an ein hohes Maß von metakognitiven Fähigkeiten gebunden, die bei jüngeren Lernern kaum zu beobachten sein wird.

Beschreibt man selbstgesteuertes Lernen als einen zyklischen Prozess, kann angenommen werden, dass akkurate Selbstbeobachtung einen Einfluss auf Zielsetzung und Strategiewahl hat. Kitsantas und Zimmerman [87] haben diesen Zusammenhang bereits gezeigt. Selbstgesteuertes Lernen kann unter diesem Aspekt als eine Entwicklungsstufe betrachtet und als oberstes Ziel des Unterrichts verstanden werden. Es scheint einsichtig, dass der beschriebene Prozess für Schülerinnen und Schüler (bewusst) höchstens teilweise zu erfassen ist. Im „Zimmerman-Zyklus“ stellt das soziale Modelllernen einen wichtigen Aspekt dar. Selbstgesteuertes Lernen ist dabei die höchste Stufe eines Entwicklungsprozesses. Dieser beginnt mit der Beobachtung eines Modells (z.B. eines Lehrers), er wird weiter geführt in der Nachahmung der beobachteten Handlungen und mündet letztendlich in der Selbststeuerung. Neue Strategien und Techniken werden erworben und bei passender Gelegenheit eingesetzt. Diese Sichtweise sieht Lernstrategien als „kognitive“ Werkzeuge, die gelernt,

---

<sup>9</sup>Monitoring (Überwachen) wird von vielen Autoren als Schlüssel zum selbstgesteuerten Lernen angesehen (u. a. Schraw [84] und Ley und Young [85]). Im Unterschied zur Evaluation beschränkt sich das Monitoring auf das Registrieren der eigenen Leistung. Einige Autoren wie Butler und Winne [86] verwenden den Ausdruck zusätzlich für das Einholen von Informationen über den aktuellen Leistungsstand und den Vergleich mit dem Ziel.

geübt und eingesetzt werden sollen. In diesem Sinne gelten Lehrerinnen und Lehrer als „Experten“, die sich gut mit dem Gebrauch von Lernstrategien auskennen, Schülerinnen und Schüler dagegen nicht. Deshalb sollen die Lehrenden hinsichtlich der Förderung des selbstgesteuerten Lernens die Anwendung einzelner Lernstrategien beschreiben und die Lernenden im Gebrauch dieser Strategien instruieren und trainieren. Selbstgesteuertes Lernen ist unter diesem Gesichtspunkt das Ergebnis einer direkten Instruktion. Mit dieser zweiten Sichtweise auf das selbstgesteuerte Lernen verbinden sich Aspekte der Entwicklung von Selbststeuerung im Kontext der allgemeinen psychologischen Entwicklung. So wird Selbststeuerung nur erlernt werden können, wenn sie in der „Zone der proximalen Entwicklung“ (vgl. Abschnitt 3.1.3) geformt und elaboriert werden kann. Mit zunehmendem Alter gelingt es Kindern, Handlungen mit bewussten Zielen zu verknüpfen, über eigenes Denken zu reflektieren und auch komplexe Handlungssequenzen zu planen und zu überwachen. Welche Kognitionen und Handlungen (Strategien) dabei mit welchen Zielen „verlinkt“ werden, ist abhängig von den spezifischen Lernerfahrungen (Deci und Ryan [88]). Selbststeuerung ist dabei nicht das hauptsächliche Ziel des Lernprozesses, aber das Ergebnis der Bemühungen, die Anforderungen der Umwelt auf kohärente Art und Weise zu meistern. Letztendlich ergänzen sich beide Zugänge zum selbstgesteuerten Lernen. Sie fokussieren zwar auf verschiedene Aspekte des Lernens (Entwicklung und Instruktion), jedoch ist anzunehmen, dass sich beide Sichtweisen bedingen (Konrad [14]). Ohne einen gewissen Entwicklungsstand, der z. B. die Reflexionsfähigkeit über Wissen und Handeln bedeutet, kann sich das instruktionelle Strategietraining nicht als sinnvoll erweisen.

Auf der anderen Seite unterstützen die Strukturierung der Umgebung nach Selbststeuerung förderlichen Gesichtspunkten und eine explizite Information über nützliche Lernstrategien den Gebrauch von Strategien und somit die Verinnerlichung von selbstgesteuertem Lernen. Lernen und Verhalten stehen somit in einem engen Bezug. Die situativen Randbedingungen beeinflussen das allgemeine Lernen stark.

Zusammenfassend bildet der Konstruktivismus mit der Vorstellung von Lernen als aktiven, selbstgesteuerten Prozess einen guten Zugang für die Förderung selbstgesteuerten Lernens. Konstruktivistisches Lernen setzt Selbststeuerung sogar voraus, um überhaupt lernen zu können. Zur Beschreibung einzelner Vorgänge, die beim selbstgesteuerten Lernen stattfinden, müssen weitere Theorien herangezogen werden. Die sozial-kognitive Lerntheorie bietet einen guten Überblick über Lernen als zyklischen Prozess. Reguliert wird dieser Prozess durch metakognitive Aktivitäten, welche von der Metakognitionspsychologie betont werden. Selbststeuerung wird im zyklischen Prozess als höchste Entwicklungsstufe des Lernens betrachtet. Aus dieser Perspektive sind unerfahrenen Lernern viele Aspekte der Selbststeuerung noch nicht - oder nur gering - zugänglich. Die Förderung des selbstgesteuerten Lernens wird hier von zwei Seiten betrachtet. Die Lernenden können einerseits durch Instruktionen die Aspekte des selbstgesteuerten Lernens kennen lernen und trainieren. Andererseits wird ihnen dabei nur so viel zugänglich, wie es die „Zone der proximalen Entwicklung“ erlaubt. Damit erscheint es einsichtig, dass gewisse Freiräume beim Lernen gegeben sein müssen, um überhaupt selbstgesteuert lernen zu können. Andererseits müssen diese Freiräume so angelegt sein, dass die Lernerinnen und Lerner diese erkennen und nutzen können.

### 3.1.4 Rahmenmodelle des selbstgesteuerten Lernens

Die Funktion eines Rahmenmodells des selbstgesteuerten Lernens besteht darin, Forschungsergebnisse zu den verschiedenen kognitiven und motivationalen Komponenten (Lernstrategien) und deren Zusammenspiel in ein nahezu ganzheitliches Bild zu integrieren. Eines der bekanntesten und theoretisch gut begründeten Modelle hat Boekaerts [89] vorgelegt. Daran schließt sich ein zweites Modell von Konrad [90] an, welches die Sachverhalte reduziert darstellt und damit zugänglich für Untersuchungszwecke macht.

**Rahmenmodell von Boekaerts** Boekaerts sieht selbstgesteuertes Lernen als eine Interaktion der kognitiven, metakognitiven und motivationalen Aspekte des Lernens und beschreibt drei Ebenen der Selbststeuerung: Regulation der Informationsverarbeitung, metakognitive Steuerung und Regulation der Motivation (vgl. Abbildung 3.2).

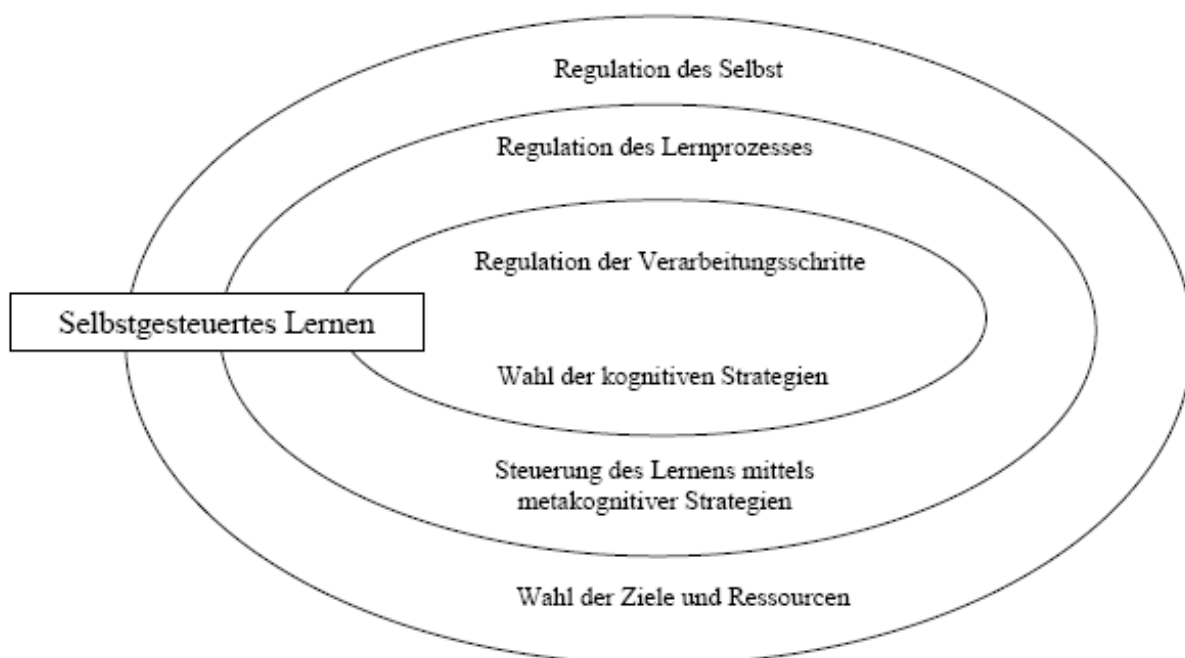


Abbildung 3.2: Dreischicht-Modell selbstgesteuerten Lernens nach Boekaerts [91]; entnommen aus Artelt et al. [92]

In den aufgezeigten drei Ebenen der Abbildung 3.2 spiegeln sich gleichzeitig bedeutungsvolle Denkschulen und Forschungslinien wider. Zum Einen beinhaltet das Modell Forschungsansätze zu Lernstrategien, zum Anderen Forschungsansätze zu Metakognition und Regulationsstilen und schließlich Theorien zum Selbst, wie es die sozio-kognitive Lerntheorie unterstützt. Das sogenannte Drei-Schichten-Modell des selbstgesteuerten Lernens wird im Folgenden konkretisiert (vgl. Artelt, Demmrich, Baumert [92]):



### 1. **Wahl kognitiver Strategien (Regulation des Verarbeitungsmodus)**

Die Kenntnis von Strategien der Informationsverarbeitung und das Wissen um den Nutzen dieser Strategien gilt als Voraussetzung für selbstgesteuertes Lernen. Die Strategien werden aus einem breiten Repertoire ausgewählt und situationsadäquat eingesetzt, um bestimmte Lernziele effizient zu erreichen.

### 2. **Gebrauch metakognitiven Wissens zur Steuerung des Lernprozesses (Regulation des Lernprozesses)**

Die Fähigkeit, Lernstrategien auszuwählen, zu kombinieren und zu koordinieren ist ein wichtiger Indikator für selbstgesteuertes Lernen. Durch Strategien der Planung, Steuerung und Überwachung werden Verstehensprozesse und Vorgehensweisen überwacht. Strategien der Evaluation ermöglichen darüber hinaus das Erkennen eigener Stärken und Schwächen und sorgen längerfristig für einen effektiven Lernprozess.

### 3. **Wahl von Zielen und Ressourcen (Regulation des Selbst)**

Der selbstgesteuert Lernende ist in der Lage, sich selbstständig Ziele zu setzen, sich selbst zu motivieren und sich gegen negative Lerneinflüsse abzusichern. Hinreichende Motivation, die sich zum Beispiel im inhaltlichen Interesse äußern kann, ist Voraussetzung dafür, dass Lernprozesse überhaupt begonnen und ausgeführt werden.

Somit nehmen kognitive, metakognitive und motivationale Lernstrategien einen Schwerpunkt der Selbststeuerung ein, wie es bereits in den vorherigen Abschnitten deutlich geworden ist. Darüber hinaus sind Kenntnisse über das eigene Selbst (z. B. über die Lernvoraussetzungen und Selbstwirksamkeitserwartungen) elementar.

Boekaerts und ihre Mitarbeiter stellen die verschiedenen Arten des Vorwissens als bedeutendste Bedingung des selbstgesteuerten Lernens in den Vordergrund. Boekaerts bemerkt dazu aber:

„[...] there is some confusion about what constitutes prior knowledge and about the type of prior knowledge that is necessary for self-regulated learning to occur”  
(Boekaerts [89], S.163).

Sie beschreibt in einem Modell (siehe Abbildung 3.3) mit sechs Komponenten diese Arten von Vorwissen und deren Zusammenspiel. Dabei ist mit Vorwissen nicht allein ein bereichsspezifisches Wissen gemeint, sondern auch das Wissen über kognitive und motivationale Strategien und deren Regulation. Die ersten drei Komponenten stehen für den **kognitiven Bereich** der Selbststeuerung (linke Spalte in Abbildung 3.3), die anderen drei Komponenten beziehen sich auf **motivationale Aspekte** der Selbststeuerung (rechte Spalte in Abbildung 3.3). Zudem unterscheidet Boekaerts [89] drei Ebenen, die die beiden Bereiche verbinden: Bereichsspezifisches Wissen (unterste Ebene), Strategiegebrauch (mittlere Ebene) und Ziele (höchste Ebene). Sie vertritt dabei die Auffassung, dass jede Komponente eine eigene Art von Vorwissen repräsentiert, welche dem Lerner je nach Kontext unterschiedlich nützen.

In der Abbildung wird in der untersten Ebene das **bereichsspezifische Wissen** beschrieben. Dazu zählen das kognitive Wissen (Komponente 1), welches sich auf das deklarative<sup>10</sup> und prozedurale Wissen<sup>11</sup> bezieht, und das metakognitive Wissen (Komponente 4). Metakognitives Wissen (vgl. Abschnitt 3.1.3) bezieht sich auf die Steuerung und Überwachung der Informationsverarbeitung und wirkt so auf das deklarative und prozedurale Wissen. Die Aufrechterhaltung des Lernprozesses wird durch die motivationalen Überzeugungen ermöglicht.

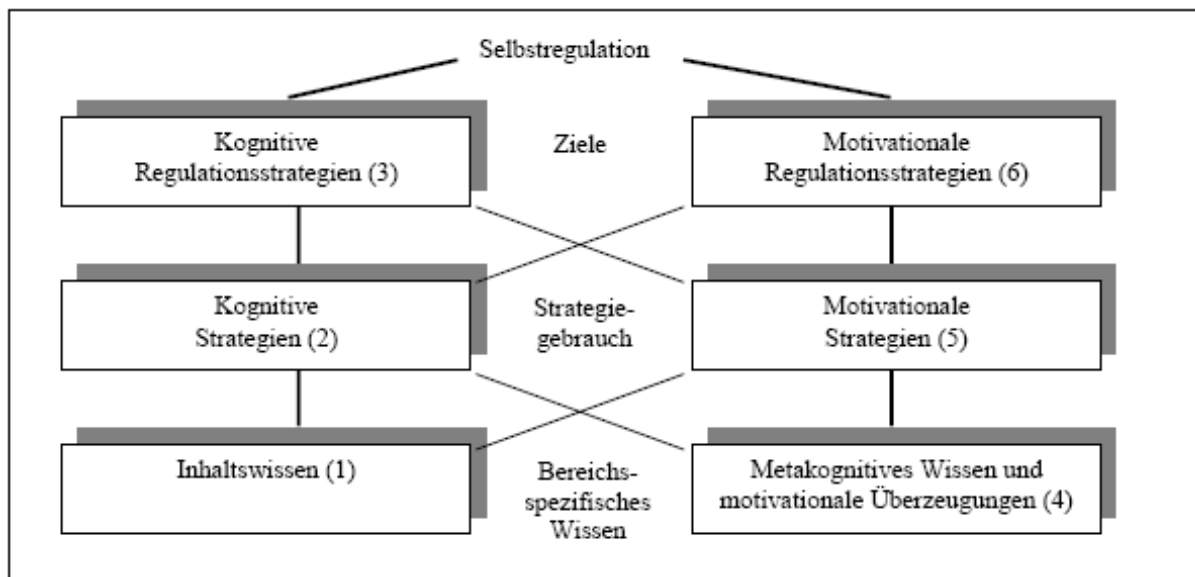


Abbildung 3.3: Sechskomponentenmodell des selbstgesteuerten Lernens nach Boekaerts [89]; entnommen aus Spörer [93]

In der zweiten Ebene werden durch den **Strategiegebrauch** kognitive Strategien wie beispielsweise Organisieren und Elaborieren (Komponente 2) mit motivationalen Strategien wie u. a. Anstrengungsvermeidung und Aufrechterhaltung von Lernintentionen (Komponente 5) verbunden. Hat ein Lernender sich verschiedene kognitive Strategien angeeignet und kann er sich ausreichend motivieren, diese einzusetzen, wird es wichtig sein, sie auch auf andere Bereiche übertragen zu können.

<sup>10</sup>Deklaratives Wissen umfasst das Wissen einer Person über Fakten, Begriffe, Definitionen, Objekte, Relationen („Wissen, dass..“). Es kann nach episodischem (basierend auf individueller Erfahrung) und semantischem Wissen unterschieden werden.

<sup>11</sup>Prozedurales Wissen („Wissen, wie..“) ist handlungsleitendes Wissen. Es wird in Form von Algorithmen oder Produktionssystemen repräsentiert („wenn ... , dann ..“) und bezieht sich auf Formeln, Regeln und Vorgänge. Solche Produktionssysteme können mehr oder weniger präzise beherrscht werden und sind schwer explizit kommunizierbar.

In der letzten Ebene befinden sich die **Ziele**, welche kognitive (Komponente 3) und motivationale Regulationsstrategien (Komponente 6) verbinden. Besonderes die kognitiven Strategien des Formulierens von Zielen, Überwachen des Lernfortschritts u. ä. werden zu den metakognitiven Strategien gezählt. Boekaerts betont aber, dass unter diesem Begriff der „Metakognition“ nicht nur das Wissen um die Wirkung bestimmter kognitiver Strategien gemeint ist, wie Brown [46] es klassifiziert hat, sondern dass es sich um das allgemeine Wissen über das Lernen, die Lernbedingungen und die eigene Person handelt (vgl. dazu Abschnitt 3.1.3). Sie trennt demnach in ihrem Modell den Bereich des domänenspezifischen Wissens um die Prozesse, die während der Lernhandlung erforderlich sind (Komponente 4), von dem Bereich des allgemeinen, domänenunspezifischen metakognitiven Wissens auf der Ebene der Ziele (Komponente 3).

Die Komponenten des Modells stehen in mannigfaltiger Wechselwirkung: Metakognitives Wissen beeinflusst den Einsatz von kognitiven und metakognitiven Strategien. Nur wer über das Wissen von Strategien verfügt, kann diese auch effektiv einsetzen. Ebenso besteht ein Zusammenhang zwischen kognitiven und metakognitiven Komponenten: sie bedingen sich gegenseitig. So können Lernende, die über keine kognitiven Strategien verfügen, eine Aufgabe nicht lösen, egal ob sie motiviert sind oder über ausreichendes metakognitives Wissen verfügen (Pintrich und Garcia [38]).

Boekaerts hebt die Bedeutung des **Wissens um** und **Anwendung von** Lernstrategien hervor und betont den großen Einfluss kognitiver und motivationaler Voraussetzungen auf die Lerneffizienz. Auch Friedrich und Mandl [94] betonen die enge Verbindung dieser Komponenten: die Aneignung von Wissen erschöpft sich gerade nicht in der rationalen Verarbeitung des Lernstoffs, sondern es werden während des Lernens und danach Rückschlüsse gezogen, die auch Einfluss auf das Selbstbild nehmen.

Zusammenfassend ist das Modell von Boekaerts fundamental für das Verständnis der Selbststeuerung und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten. Dabei spielen die Wahl kognitiver Strategien, der Gebrauch metakognitiven Wissens zur Steuerung des Lernprozesses und die Wahl von Zielen und Ressourcen (auch bezogen auf das eigene Selbst) eine elementare Rolle. Bei dem Zusammenspiel der Komponenten sind die verschiedenen Arten des Vorwissens von elementarer Bedeutung, sie regulieren u. a. den Lernprozess, halten die Lernmotivation aufrecht und kontrollieren das Lerngeschehen. Die Komponenten stehen in vielfältiger Wechselwirkung und bedingen sich gegenseitig. Boekaerts deckt mit den zahlreichen Dimensionen des Vorwissens bereits umfangreich die theoretischen Anstätze des selbstgesteuerten Lernens ab.

Im Folgenden wird das Modell von Konrad [90] vorgestellt. Er beschreibt eine sehr vereinfachte Darstellung der Komponenten, die für das selbstgesteuerte Lernen von Bedeutung sind und stellt diese Dimensionen zunächst nur nebeneinander dar, ohne auf deren Zusammenwirken einzugehen. Sein Modell kann das von Boekaerts vor dem dargestellten theoretischen Hintergrund stark vereinfachen.

**Komponenten des selbstgesteuerten Lernens von Konrad** Ein vereinfachtes Rahmenmodell von Konrad [90] beschreibt die Komponenten des selbstgesteuerten Lernens

als fünf nebeneinander stehende Dimensionen: Die Lernmotivation, die erlebte Selbststeuerung, die Selbstüberwachung, das Selbstkonzept und die Informationsverarbeitung (siehe Abbildung 3.4). Die Dimensionen sind u. a. in dem Modell von Boekaerts wiederzufinden, werden von Konrad jedoch ohne Wechselwirkungen beschrieben. Das Modell von Konrad bietet einen vereinfachten Zugang, um allgemein zu beschreiben, welche Faktoren gegeben sein müssen, damit Selbststeuerung stattfinden kann. Demnach kann ein Lernender ohne Motivation, ohne erlebte Selbststeuerung oder ein ausreichendes Selbstkonzept kaum in der Lage sein, einen Lernprozess selbstgesteuert zu gestalten. Im Folgenden werden die Dimensionen von Konrad vorgestellt (vgl. Konrad [90], S.76) und in den vorgestellten Theorierahmen eingegliedert.

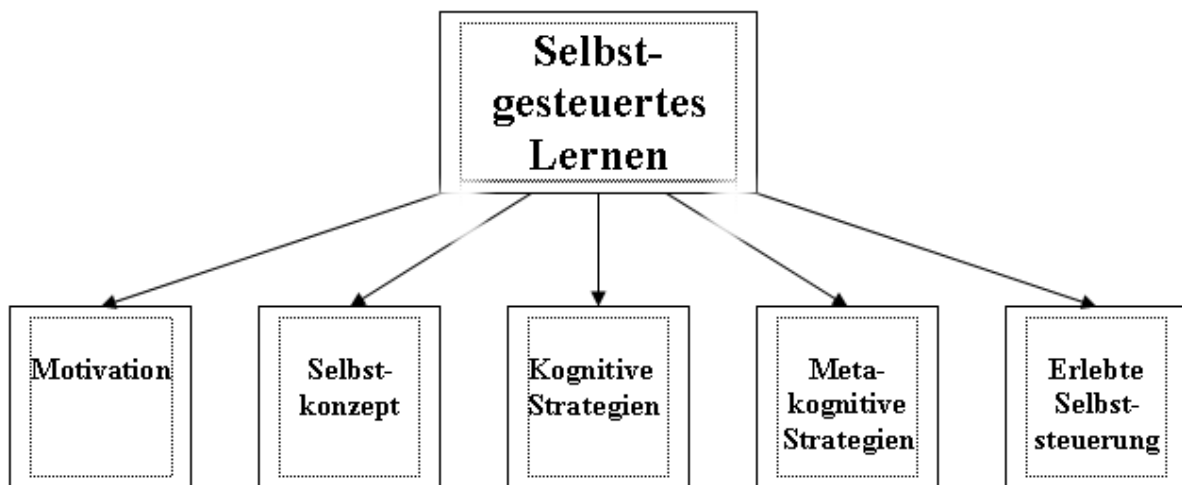


Abbildung 3.4: Komponenten des selbstgesteuerten Lernens von Konrad [90]

1. **Motivation:** Motivationale Lernstrategien werden als Voraussetzung für das selbstgesteuerte Lernen angesehen. Sie stehen im engen Zusammenhang mit den kognitiven Strategien (Friedrich und Mandl [94]). Motivation wird als Prozess beschrieben, bei dem zielgerichtete Anstrengungen initiiert und aufrechterhalten werden. Lernen als individuelle Aktivität ist nur über eine aktive Beteiligung des Lernenden möglich. Der Lernende muss zum Lernen motiviert sein und er muss an dem, was er tut und wie er es tut, Interesse haben oder entwickeln (u. a. Pektrun und Schiefele [95]).
2. **Selbstkonzept:** Das Selbstkonzept ist das Konzept, welches jemand von sich selbst hat. Die innere Struktur des Selbstbildes setzt sich u. a. zusammen aus:
  - (a) kognitiven Elementen und den Vorstellungen über die eigenen Eigenschaften,
  - (b) emotional-affektiven Elementen, aus Motivation und Selbstliebe,

- (c) aus volitiv-wertenden Elementen, der Selbsteinschätzung und der entsprechenden Einstellung zur eigenen Persönlichkeit.

Die Übereinstimmung von Selbstbild und Wunschbild sowie die von Selbstbild und Fremdbild sind wesentliche Voraussetzungen für die Leistungsfähigkeit, die psychische Gesundheit und für einen angemessenen interpersonalen Umgang der Person. Der Zusammenhang von „Selbststeuerung“ und „Selbstkonzept“, also die Bedeutung kognitiver, metakognitiver und insbesondere die Rolle affektiver und emotionaler Variablen wird für autonomes Lernen nur dann verständlich, wenn man berücksichtigt, wie sie durch Selbstsystem-Strukturen (Selbst-Schemata, Überzeugungen, Werte, Ziele) und Selbstsystem-Prozesse (Self-awareness, Selbstbeobachtung, Selbstbewertung, Selbstbegründigung) beeinflusst werden (McCombs und Whisler [96]). Das „Selbst“ ist beim selbstgesteuerten Lernen jene Instanz, welche die psychischen Ressourcen wie „Wollen“ und „Können“ integriert. Diese Dimension greift den Begriff der „Selbstwirksamkeit“ von Bandura (siehe Abschnitt 3.1.3) auf. Die Einstellung zu der eigenen Wirksamkeit beeinflusst maßgeblich den Grad der Selbststeuerung und die Leistungsfähigkeit.

3. **Kognitive Strategien:** Der Einsatz von Lernstrategien (vgl. Abschnitt 3.1.1 und 3.1.2) ist aus mehreren Gründen für effektives Lernen von entscheidender Bedeutung. Sie versetzen den Lernenden in die Lage, ihre begrenzten kognitiven Ressourcen effizient zu nutzen und die Lernprobleme systematisch zu lösen; schließlich unterstützen sie positive motivationale Überzeugungen wie etwa den Glauben an die eigene Wirksamkeit (Pintrich et al. [97]). Kognitive Strategien sind verantwortlich für die Informationsverarbeitung (Informationen finden, verwalten, strukturieren, in Zusammenhang bringen,...).
4. **Metakognitive Strategien:** Metakognition im Sinne Konrads bezieht sich auf metakognitive Kontrollstrategien wie Planen, Überwachen und Regulation (entspricht der Komponente 3 in Boekaerts Modell 3.1.4). Diese metakognitiven Aktivitäten beinhalten beide Komponenten der Metakognitionspsychologie und deren Zusammenspiel: metakognitives Wissen, metakognitives Handeln und Reflexion (vgl. Abschnitt 3.1.3). Diese Strategien sorgen für die Lenkung und Steuerung der kognitiven Lernstrategien (Wild und Schiefele [98]). Mit Hilfe metakognitiver Aktivität versucht das Individuum sein Strategiewissen zu nutzen und Entscheidungen über das weitere Vorgehen und den Strategieeinsatz zu optimieren (Pintrich und DeGroot [99]).
5. **Erlebte Selbststeuerung:** Mit der „erlebten Selbststeuerung“ greift Konrad die von Thompson [82] (siehe Abschnitt 3.1.2) hervorgehobene Bedingung des selbstgesteuerten Lernens auf. Die „erlebte Selbststeuerung“ bezeichnet das Reflektieren und Erlernen des eigenen Verhaltens (Arnold [100]). Als „psychologische Kontrolle“ und Selbstverantwortung aus der Sicht der lernenden Person ist sie maßgeblich für die Selbststeuerung. In der subjektiven Perspektive sind Lerntätigkeiten dann selbstgesteuert, wenn der Lernende wahrnimmt, bei der Gestaltung seiner Lernsituation

mitzuwirken, und erlebt, dass es aufgrund der eigenen Kompetenz und der persönlichen Anstrengung möglich ist, die Lernsituation nach eigenen Vorstellungen weiter zu entwickeln.

Die aufgezeigte Gliederung von Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie bezeichnen jene Faktoren, die maßgeblichen Einfluss auf das selbstgesteuerte Lernen haben. Insofern lässt sich zusammenfassen, dass die von Konrad aufgezeigten Dimensionen: kognitive und motivationale Lernstrategien, Metakognition, erlebte Selbststeuerung und das Selbstkonzept als gute Indikatoren dafür gelten können, ob selbstständiges Lernen überhaupt stattfinden kann. Das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten wird in dem vorliegenden Modell nicht beachtet. Wie die Schülerinnen und Schüler in einem bestimmten Lernkontext mit den genannten Dimensionen umgehen, ist individuell verschieden und schwer nachvollziehbar.

### 3.1.5 Entwicklung von Lernstrategien

Die Entwicklung von Lernstrategien beginnt mit dem Eintritt in die Grundschule. Vor dem 6. Lebensjahr werden Kinder oft für nicht strategisch gehalten, danach lässt sich eine Entwicklung von Lernstrategien allerdings deutlich beobachten (Schneider und Bjorklund [101]; Hasselhorn [102]). An dieser Entwicklung leistet die Schule einen entscheidenden Beitrag (Artelt [103]). Es werden spezifische Strategien beim Lesen und Schreiben kultiviert, indem Strategien auch in Verbindung mit Erfolgs- oder Misserfolgserlebnissen über bestimmte Anforderungen gelernt werden. Die frühe strategische Kompetenz ist aber noch sehr fragil und hoch spezifisch (Flavell und Wohlwill [104]). Es wird oft angenommen, dass sich Lernende erst im Laufe der Schulzeit und darüber hinaus ein festes Repertoire an Strategien aneignen, welches sich allmählich von isolierten **aufgaben-abhängigen** Aktivitäten zu einer **flexiblen** Fähigkeit entwickelt (vgl. Artelt [103]). Bei dieser Entwicklung von Strategien scheinen viele Strategien zunächst bereichsspezifisch gelernt zu werden (Boekaerts [89])(vgl. Abschnitt 3.1.4). Der Transfer auf andere Inhaltsbereiche kann dabei häufig nur durch Unterstützung geleistet werden, die in der Schule geleistet werden muss. Wenn es sich um komplexe Aufgabenstellungen handelt, wie es bei naturwissenschaftlichen Fragestellungen oft der Fall ist, reicht das metakognitive Wissen über die eigenen Strategien der Schülerinnen und Schüler oft noch nicht aus, um diese Anforderungen zu bewältigen (Hasselhorn, [102]). Artelt bestätigt diese Aussage:

„Dieses Wissen muss durch kontinuierliches Trainieren erst erworben werden.  
Die Entwicklung von Strategien muss also als notwendigerweise gesehen werden“  
(Artelt [103], S. 346).

Als Fazit bleibt die Erkenntnis, dass die Förderung zur Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen bereits früh beginnen sollte und im entscheidenden Maße von der Schule geleistet werden muss. Dabei darf nicht vergessen werden, dass Schülerinnen und Schüler immer nur ihrem Entwicklungsstand entsprechende - aber ständig wechselnde- Aufgaben erhalten, bei deren Lösung sie die Strategieanwendung lernen können und gegebenenfalls Unterstützungsmaßnahmen in Anspruch nehmen können.

### 3.1.6 Einsatz von Lernstrategien und Lernleistung

Ein Hauptargument, den Einsatz von Lernstrategien in der Schule zu fördern, basiert auf der Annahme, dass sich ihr Einsatz positiv auf den Lernerfolg niederschlägt. In welcher Art und Weise dies geschieht ist noch nicht endgültig geklärt. Nach dem Modell des „good-strategy-user“ (Pressley et al. [105]) ist mit einer Leistungssteigerung zu rechnen, wenn bereichsspezifisches Wissen, Strategiewissen, Motivation und Metakognition in adäquater Weise miteinander koordiniert werden können. Wichtige Ergebnisse, die sich im Rahmen der Informationsverarbeitungsprozesse mit Wirksamkeit und Effektivität von Lernstrategien befasst haben, sind vor allem von Baumert [106], Baumert und Köller [107] und Stebler und Reusser [108]. Meist ist die Korrelation zwischen Lernstrategieeinsatz und allgemeiner Leistung wie Schulnoten nur schwach. Aber Arbeiten von Presley, Borkowski und Schneider [109], Friedrich und Mandl [17] und Paris, Lipson und Wixon [110] belegen, dass Experten (Lehrer) und Novizen (Schülerinnen und Schüler) sich in Ausmaß und Qualität des Strategieeinsatzes bedeutsam unterscheiden. Insofern sollte der Einsatz von Lernstrategien Einfluss auf die Lernleistung haben.

Insgesamt zeigen die Studien zum Zusammenhang von Gebrauch von Lernstrategien und erbrachten Lernleistungen ein heterogenes Bild. Es gibt nur wenige eindeutige Belege für den leistungsfördernden Einfluss beim Einsatz von Lernstrategien. Der Vergleich der derzeitigen Untersuchungsergebnisse ist zudem problematisch, da alle Analysen sich auf Fragebogenerhebungen oder Interviews beziehen (Thielke [13]). Als korrelierte Leistungsmaße kommen dabei nur unspezifische Maße wie die Schulnote zum Tragen. Konkrete Aussagen bezüglich der Prozessdaten wurden bislang wenig untersucht, was die Aussagekraft der Daten mindert (Artelt [26]). Trotz der schwachen Datenlage und ungeklärten Zusammenhänge sprechen alle theoretischen Annahmen und auch die Befunde der qualitativen Forschung für einen leistungsdifferenzierenden Effekt beim Einsatz unterschiedlicher Strategien.

Obwohl es außerdem als plausibel erscheint, dass die Verwendung von „tiefenorientierten Strategien“ (Strategien der Organisation und Elaboration) (vgl. Abschnitt 3.1.2 und 3.1.7) und metakognitiven Strategien zu besseren Lernergebnissen führen sollte (vgl. Boekaerts [91]; Pintrich [111]; Zimmerman [112]), ist in der Forschungsliteratur auch dieser Zusammenhang nur wenig bestätigt. Für diese erwartungswidrigen Befunde werden zahlreiche Gründe genannt, die sich ebenfalls auf die Erfassung von Lernstrategien beziehen (Leutner und Leopold [113]). Insofern muss der theoretisch gut begründete Nachweis eines Zusammenhangs zwischen Strategieeinsatz und Lernerfolg noch bestätigt werden.

### 3.1.7 Lernvoraussetzungen für das selbstgesteuerte Lernen

Selbstgesteuertes Lernen ist ein voraussetzungsreicher Prozess, wie es bereits aus den vorherigen Abschnitten deutlich geworden ist. Die bereits beschriebenen Faktoren erweisen sich als noch umfangreicher, wenn Lernen als individueller Prozess betrachtet wird. Jeder Lernende konstruiert Wissen vor dem Hintergrund der eigenen Erfahrungen, so dass jede Art von Wissen einzigartig ist. Mit der Steuerung des Lernens durch die Lernenden selbst werden Lernvoraussetzungen, wie z. B. das Vorwissen, der Motivation und die Erwartungs-

haltungen zum Bestandteil des Lernens, wie es Boekaerts in ihrem Modell angedeutet hat. Selbstgesteuertes Lernen wird so zum rückgekoppelten Lernen.

„Wer steuert, benötigt Steuerungsinformationen und Rückmeldung über den Erfolg der Steuerung. Selbststeuerung stellt die Verbindung her zwischen dem Lernen und der kontinuierlichen Verbesserung des Lernens durch den Lernenden selbst“ (BLK-Modellversuchsprogramm [114], S.10 ).

Die Lernvoraussetzungen bezeichnen unter diesem Gesichtspunkt das bisher Gelernte. Damit wird alles aufgegriffen, was an Kenntnissen, Begriffen, Einstellungen, Motiven, Verhaltensstrategien, Verhaltensdispositionen bei dem Lernenden vorhanden ist. Betrachtet man in Bezug auf diese Fülle von Lernvoraussetzungen nur einen einzelnen Lerner, lassen sich auch nur teilweise seine Lernbedürfnisse ermitteln, um den Lernstoff darauf abzustimmen. Im schulischen Umfeld ist diese Einschätzung der Lernbedürfnisse jedoch aufgrund der hohen Klassenstärke nicht möglich. Der Anspruch alle Schülerinnen und Schüler optimal zu fördern ist somit nicht vollständig zu erfüllen. Im besten Fall werden unterschiedliche Methoden eingesetzt und Lernziele differenziert angesetzt, um möglichst viele Bedürfnisse zu stillen.

Die einzelnen Lernvoraussetzungen sind so vielschichtig, dass es nicht möglich ist, sie an dieser Stelle in der gesamten Breite abzubilden. Deshalb soll sich im Folgenden auf zwei Bereiche konzentriert werden, die sich in Bezug auf selbstgesteuertes Lernen mit Visualisierungsmethoden als besonders bedeutsam erwiesen haben.

Durch die Literatur zu den Lernvoraussetzungen zieht sich ein roter Faden: Unabhängig davon, ob es sich um selbstgesteuerte Lernsituationen, um Untersuchungen von Lernstrategien oder um Forschung zu Lernstilen handelt, werden zwei theoretische Konstrukte unterschieden: **Oberflächen- und Tiefenverarbeitung**. Innerhalb der lernpsychologischen Forschung kann man demnach von einem Konsens über die Existenz von tiefen- und oberflächenartigem Lernverhalten ausgehen, welches mehr oder weniger personenbezogen im Sinne von Lernstilen oder aufgaben- und handlungsbezogen im Sinne von Lernstrategien unterschieden wird (Thielke [13]). Neben den aufgezeigten Unterteilungen in verschiedene Lernstrategien (vgl. Abschnitt 3.1.2) hat die Unterscheidung zwischen Strategien der Oberflächen- und Tiefenverarbeitung von Craik und Lockhart [115] einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht. Die Kernthesen dieser Einordnung lauten (vgl. Konrad [14], S.60):

1. Die Verarbeitungstiefe eines Reizes hat substanziellen Effekt auf das Maß, an das sich an den Reiz erinnert wird.
2. Die tiefere Verarbeitung produziert elaborierte, längerdauernde und stärkere Gedächtnisspuren als weniger tiefe Verarbeitung. Nicht nur die Kodierungsebene, sondern auch das Ausmaß der Elaboration eines Reizes ist für das Behalten ausschlaggebend.

Ausgehend von diesen Thesen lassen sich die Strategien der Oberflächen- und Tiefenverarbeitung folgendermaßen beschreiben:



1. Das Anwenden von Wiederholungsstrategien (vgl. Abschnitt 3.1.2) kann als Zeichen für **Oberflächenverarbeitung** angesehen werden. Durch das ständige Wiederholen wird eine Information so lange im Arbeitsspeicher gehalten, bis sie ins Langzeitgedächtnis aufgenommen wird.
2. **Tiefenverarbeitung** findet durch das Anwenden von Elaborationsstrategien (vgl. Abschnitt 3.1.2) statt. Durch sie wird neues Wissen mit Vorwissen verknüpft und derartig vernetzt, dass es der Behaltensleistung förderlich ist. Die Kodierung findet im Gegensatz zur Oberflächenverarbeitung auf einer höheren Ebene statt. Ergänzt werden die Elaborationsstrukturen durch das gezielte Heraussuchen von Sinnstrukturen (Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt, Suche nach Begriffsbedeutungen und Sinnzusammenhängen).

In seinen Forschungsarbeiten konnte Pintrich [111] nachweisen, dass besonders jene kognitiven Strategien der Tiefenverarbeitung Lernende in die Lage versetzen, begrenzte kognitive Ressourcen effizient zu nutzen und Lernprobleme systematisch zu lösen. Dies könnte mit einer erhöhten Lernleistung verbunden sein. Ferner unterstützen sie zusätzlich eine positive motivationale Überzeugung. Insofern sollte die Anwendung von Tiefenstrategien ein Ziel der Förderung des Einsatzes von Lernstrategien und selbstgesteuerten Lernens sein.

Als zweite Gruppe der an dieser Stelle erwähnten Lernvoraussetzungen wird die Präferenz für verbale oder bildliche Informationsverarbeitung aufgezeigt. Riding und Cheema [116] unterscheiden zwischen **Verbalisierern** und **Visualisierern**. Die Unterscheidung basiert auf der „Theorie der dualen Informationsverarbeitung“ nach Paivio [117] (vgl. Abschnitt 3.2.1, nach der zwei funktionell unabhängige kognitive Verarbeitungssysteme angenommen werden. Diese Systeme verarbeiten Informationen in verbaler (abstrakt-propositional) **oder** visueller (bildhaft analoger) Form. Der kognitive Stil des Verbalisierers oder Visualisierers bezeichnet die Tendenz, welche Form der Verarbeitung bevorzugt wird (Riding und Cheema [116]). Die Validität dieser Zuordnung ist in der Literatur allerdings uneinheitlich. Kozhevnikov, Hegarty und Mayer [118] vertreten die Ansicht, dass zwar die Gruppe der Verbalsierer homogen ist, die Visualisierer aber in zwei Gruppen unterteilt werden kann. Dort gibt es Lernende, die hohe räumliche Fähigkeiten haben, und mentale Repräsentationen von Objekten aufgrund der räumlichen Fähigkeit zueinander bilden. Der andere Typus hat geringe räumliche Fähigkeiten und bildet mentale Modelle entsprechend ihrer visuellen Erscheinung anhand von Oberflächenmerkmalen wie Farbe und Form. Vertieft wird auf die Verarbeitung visueller und verbaler Daten in Abschnitt 3.2.1 eingegangen.

Zusammenfassend kann der Forschungsbestand zu Lerntypen und Lernstilen als sehr heterogen betrachtet werden. Es können u. a. familiäre, emotionale, soziale, kulturelle, kognitive Voraussetzungen unterschieden werden, die zum Teil unterschiedlich kategorisiert werden. Im Wesentlichen sind zwei große Gruppen der Lernvoraussetzungen in Bezug auf das selbstgesteuerte Lernen zu nennen: Tiefen- versus Oberflächenverarbeitung und Verbalisierer versus Visualisierer. Wie die bisher aufgezeigten Felder der „Selbststeuerung“

(Lernvoraussetzungen, Lernstrategien, Lerntheorien, Regulation der Lernhandlung, u. ä.) sich im Schulkontext verhalten, wird im Folgenden beschrieben.

### 3.1.8 Selbstgesteuertes Lernen im Unterricht

Seit den 90er Jahren werden Lernstrategien zunehmend aus dem Blickwinkel des selbstgesteuerten Lernens betrachtet. Der effektive Umgang mit Lernstrategien (also die Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen) gilt als Voraussetzung für die Fähigkeit zum lebenslangen Lernen. Es gibt Gründe die dafür sprechen, dass diese Art des Lernens besonders in der Schule gefördert werden kann und sollte. Friedrich [119] betont in dieser Hinsicht den Aspekt, dass in der Schule die Grundlagen für das weitere Lernen und Leben gelegt werden und somit an dieser Stelle Methoden und Strategien zur Selbststeuerung vermittelt werden sollten.

Friedrich [119] betont als weiteren Vorteil der Schule die Langfristigkeit des Lernens. Die Schulzeit lässt ausreichend Zeit, um das Verhältnis von Aufwand (bestimmte Maßnahmen) und Ertrag (Fähigkeit zum selbstständigen Lernen) in einem günstigen Licht erscheinen zu lassen. Zudem ist die kann die Vermittlung von Lernstrategien in Kombination mit der Vermittlung von Inhaltswissen erfolgen und fach- und altersstufenübergreifender Transfer ermöglicht werden.

In einer anderen Hinsicht sind die Ausgangsbedingungen der Schule zur Förderung des selbstgesteuerten Lernens weniger günstig, was Simons [12] mit dem „Paradoxon des Unterrichts“ beschreibt. Das System „Schule“ steht in einem Zielkonflikt (Weltner [120]) zwischen der Optimierung der Informationsvermittlung und dem Aufbau der Lernkompetenz. Auch heute noch wird bei diesem Konflikt häufig zugunsten des ersten entschieden.

Lehrpläne und Bildungsstandards beschreiben dem entgegengesetzt den Erwartungshorizont für die Vermittlung von Lernstrategien (zum selbstgesteuerten Lernen) in der Schule. Unter der Verwendung unterschiedlicher Begrifflichkeiten wird die Notwendigkeit, das eigenständige Lernen zu lernen, in allen Lehrplänen explizit betont. Der zentrale Stellenwert von Lernstrategien im schulischen Lernen wird auch in den Erwartungshorizonten der Bildungsstandards deutlich. Artelt schreibt dazu:

„Die in Lehrplänen und Bildungsstandards für Neunt- bzw. Zehntklässler formulierten Erwartungshorizonte machen deutlich, dass der selbstständige Einsatz von Lernstrategien von Schülern dieser Altersgruppe erwartet wird (Standards) und auch Gegenstand des Unterrichts dieser Klassenstufen ist bzw. sein sollte (Lehrpläne)“ (Artelt [103], S. 339).

Die Erfassung von Lernstrategien in der Schule orientiert sich an den bestehenden Systematiken (vgl. 3.1.2) und Erfassungsmethoden wie z. B. der Fragebogenmethode. Bekannte Fragebögen sind der „Motivated Strategies for Learning Questionnaire“ (MSLQ) von Pintrich, Smith, Garcia und McKeachie [121], der Fragebogen über „Lernstrategien im Studium“ (LIST) von Wild und Schiefele [122] und dem „Kieler Lernstrategien-Inventar“ (KSI) von Baumert, Heyn und Köller [123]. Diese Fragebögen sind ökonomisch einsetzbar, weisen hohe Reliabilitäten auf und liefern klare und replizierbare Faktorenstruktur (Artelt [103]).

Einen Abgleich der normativen Erwartungen aus den Bildungsstandards und den intendierten Lehrplänen mit der tatsächlichen Umsetzung im Unterricht (implementierter Lehrplan) herzustellen, bleibt aus verschiedenen Gründen unvollständig (vgl. Artelt [103]). Eine Möglichkeit, den Stellenwert von Lernstrategien im Unterricht (im Vergleich zu anderen Schulsystemen) festzustellen, bieten die Ergebnisse von PISA 2000. Diese zeigen kein zufrieden stellendes Bild, wie es im folgenden Abschnitt verdeutlicht wird. Auch aus anderer Perspektive zeigt der naturwissenschaftliche Unterricht einige Defizite, die weit von dem entfernt sind, was „Scientific Literacy“ als Ziel des Unterrichts fordert. Einige derzeitige Probleme im naturwissenschaftlichen Unterricht werden im Folgenden behandelt, um anschließend mögliche Lösungsansätze aufzuzeigen.

**Defizite im naturwissenschaftlichen Unterricht** Soll das Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts „Scientific Literacy“ sein, müssen derzeitige Defizite aufgedeckt und Maßnahmen ergriffen werden, um dieses Ziel zu erreichen. „Scientific Literacy“ impliziert u. a. anwendungsbezogenes Wissen und die Fähigkeit zum lebenslangen Lernen. In beiden Bereichen scheinen die deutschen Schülerinnen und Schüler bislang bei Weitem nicht den Ansprüche zu genügen.

Studien wie PISA zeigen, dass die deutschen Schülerinnen und Schüler an den Maßstab der naturwissenschaftlichen Grundbildung im Sinne der „Scientific Literacy“ bei Weitem nicht heranreichen. Ihre Leistungen liegen unterhalb des Durchschnitts der OECD-Staaten (Baumert et al. [124]). Auch die Ergebnisse von TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) 1997 belegen, dass 20 % der Schülerinnen und Schüler nicht einmal über physikalisches Wissen auf Grundschulniveau verfügen und lediglich 25% ein beginnendes Verständnis von naturwissenschaftlichen Konzepten und Verfahren aufweisen (Baumert und Lehmann, [125] ). Etwa 20 % aller Schülerinnen und Schüler lösen bestenfalls Aufgaben niedrigster Kompetenzstufen (Alltagswissen). In beiden der erwähnten Studien steht die Erfassung der Verfügbarkeit von Kompetenzen in variierenden Anwendungssituationen im Mittelpunkt. Damit kann davon ausgegangen werden, dass die fehlenden Kompetenzen in einzelnen Bereichen weit über die Schule hinausgehende Konsequenzen haben (z. B. im Berufs- und im Alltagsleben) (Fischer et al. [126]).

Die Nichtanwendung bekannter Strategien wird in der Literatur oft auch als „Träges Wissen“ (Renkl [127]) behandelt. Ein Grund für „Träges (Lernstrategie-) Wissen“ besteht darin, dass mit dem Erwerb von Strategien in einem bestimmten Kontext zunächst noch kein Wissen über die Generalität der Einsetzbarkeit ausgebildet wird (Baumert und Köller [107]; Borkowski und Turner [128]; Paris, Lipson, Wixson [110]).

Zudem kann der fehlende Bezug des Unterrichtsstoffes zum Schüleralltag eine Ursache dafür sein, dass neben dem Lernerfolg auch die Lernmotivation seitens der Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht seit langem beklagenswert ist (Gräber und Stork [129]). Auch in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern muss dieser Umstand attestiert (und berücksichtigt) werden. Es wird von lebensfremdem Unterricht und abstraktem Unterrichtsstoff gesprochen. Offensichtlich wird den Schülerinnen und Schülern der unterrichtliche Bezug zum Alltag nicht deutlich oder von der Lehrkraft nicht deutlich gemacht.

Obwohl die meisten Schülerinnen und Schüler durchaus mit hoher Motivation und hohem Interesse in ein Fach wie z. B. Chemie einsteigen (Gräber [130]), nimmt selbiges mit steigender Schuldauer ab. Sjöberg [131] berichtet von ähnlichen Untersuchungsergebnissen. Vielen Schülerinnen und Schülern fehlt darüber hinaus die Fähigkeit zum Umgang mit Wissen, Informationen und Informationsquellen. Diese Kompetenz wird aber im Hinblick auf unsere Wissensgesellschaft immer entscheidender. Das eigene Wissen muss anwendbar und abrufbar sein. Die Schülerinnen und Schüler sollten in der Lage sein, sich Informationen zu beschaffen und diese sinnvoll zu organisieren und zu speichern. Die Zeit, die z. B. für den Chemieunterricht zur Verfügung steht, ist sehr knapp bemessen. Es bleibt nur wenig Zeit, den Schülerinnen und Schülern ausreichende Kenntnisse für das spätere Leben zu vermitteln. Deshalb werden Informationen komprimiert und häufig ohne Übertragung von der Theorie in die Praxis an die Schülerinnen und Schüler weitergegeben. Diese fühlen sich überfordert, die „Informationsflut“ zu filtern und entscheidende Inhalte zu finden. Beim Versuch, jene Informationsfülle aufzunehmen, gehen entscheidende Informationen verloren oder es werden ohne Zusammenhang eine Reihe von Fakten gelernt, die im täglichen Leben nicht anwendbar sind (es resultiert „Träges Wissen“).

Aber nicht nur das fehlende fachliche und anwendungsbezogene Wissen ist ein Problem deutscher Bildungseinrichtungen. Die Schule ist nur ein Abschnitt im Leben und soll die Schülerinnen und Schüler auf ein Leben nach der Schule vorbereiten. Zur Zeit erfüllt der (Chemie-) Unterricht diese Aufgabe nicht. Immer noch ist lehrerorientierter Frontalunterricht der Regelfall des Unterrichtsgeschehens. Die Schülerinnen und Schüler befinden sich in einer passiven Lernposition und haben nur selten die Gelegenheit, aktiv und selbstgesteuert zu lernen. Es erscheint logisch, dass ein derartig gestalteter Chemieunterricht im Hinblick auf die Vermittlung wichtiger Kompetenzen dem Bildungsziel nicht gerecht wird. Es werden deshalb Ansätze diskutiert, mit denen die aufgezeigten Problembereiche im Chemieunterricht behoben werden können. Einige Ansatzbereiche seien im Folgenden genannt.

**Ansätze zur Verbesserung des Unterrichts** In der Literatur findet sich regelmäßig der Hinweis zum schulischen Förderbedarf der Vermittlung von Strategien und der Schulung ihres Gebrauchs (National Institute of Child Health and Human Development (2000) [132]). Oft wissen Lehrende nicht, wie sie sich den geforderten Aufgaben nähern sollen (Weinert [80]). Im Gegensatz zum traditionellen Instruktionsparadigma, mit dem unterstellt wird, dass alle zur gleichen Zeit das Selbe lernen, entwickelt beim selbstgesteuerten Lernen jeder/jede Lernende ein spezielles Wissen, das sich an den individuellen Interessen, Neigungen und Potenzialen orientiert. Den Lernenden wird weniger etwas auf „Vorrat“ vermittelt, sondern es wird ihnen die Möglichkeit geboten, sich bei der Entwicklung von Wissen und Fähigkeiten bedarfsgerecht anleiten und unterstützen zu lassen. Das sind hohe Ansprüche an die Lehrenden und Lernenden. Macht man sich zudem den bereits zitierten Sachverhalt klar, dass selbstgesteuertes Lernen Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts ist (Weinert [11]), wird um so deutlicher, wie schwer der Weg ist, den die Schule zu gehen hat, um das Ziel zu erreichen. Hierzu Friedrich:

„Es geht darum, diese Zielkompetenz durch die Methode des selbstgesteuerten Lernens zu erreichen, ohne dabei interindividuelle Unterschiede in den Lernvoraussetzungen für selbstgesteuertes Lernen zu vernachlässigen“ (Friedrich [42], S.11).

In jedem Fall führt die Realisierung des selbstgesteuerten Lernens unausweichlich zu einer Umstrukturierung des herkömmlichen Unterrichts. Es kann zukünftig nicht mehr derartig unterrichtet werden, dass alle Schülerinnen und Schüler gleichzeitig das Selbe tun. Die systematische Vermittlung von Lernstrategien in der Schule erfordert im Endergebnis eine gemischte Inhalts- und Prozessorientierung von Unterricht (Friedrich [42]). Inhaltsvermittlung wird dabei zugunsten der Vermittlung solcher Lernstrategien reduziert, die den späteren selbstgesteuerten Erwerb von Inhaltswissen unterstützen (Glaser [133]). In schulorganisatorischer Hinsicht müssen für einen derartigen Vermittlungsansatz folgende Maßnahmen umgesetzt werden (vgl. Friedrich [134]):

1. Die Auswahl potenziell wichtiger Lernstrategien aus einer Vielzahl, welche in der Schule systematisch vermittelt werden sollen. In der Regel werden dies Strategien mittleren Allgemeinheitsgrades sein (vgl. 3.1.2).
2. Die Lehrenden müssen in die Methodik eingearbeitet werden. Hier könnte sich die direkte Instruktion bewahren, die einen kontinuierlichen Übergang von eher gelenkter zu mehr selbstständiger Aktivität vorsieht (vgl. Boekaerts [89]).
3. Organisation der Erstvermittlung z. B. zum Schuljahresbeginn muss geplant und realisiert werden.
4. Die Aufrechterhaltung, der Ausbau und die Anwendung der vermittelten Strategien muss gewährleistet werden.

Die Maßnahmen müssen fester Bestandteil der Schulorganisation werden, um das Beherrschen von Strategieanwendung zu gewährleisten. Aber auch auf der Unterrichtsebene müssen Veränderungen stattfinden, wie es bereits weiter oben im Text angedeutet wurde. Zukünftig sollten zur Förderung des selbstgesteuerten Lernens im Unterricht die Schülerinnen und Schüler **in Gruppen oder alleine an unterschiedlichen Themen mit unterschiedlichen Lernressourcen im unterschiedlichen Tempo arbeiten**. Friedrich schlussfolgert aus diesen Forderungen:

„Dies führt zwangsläufig zum Medieneinsatz, da die Lehrerin / der Lehrer nicht gleichzeitig bei allen Gruppen oder Einzellern sein kann. Es müssen Quellentexte, Lehrtexte, Anschauungsmittel und Arbeitsblätter, AV-Medien, multimedialer Lernprogramme usw. bereit gestellt, unter Umständen sogar selbst produziert werden“ (Friedrich [42], S. 15).

Neben der Umstrukturierung des Unterrichts in Einzel- oder Gruppenunterricht mit individuellen Lernprozessen, spricht Friedrich [42] einen Bereich an, der sich entscheidend auf die Unterrichtsgestaltung auswirkt: In der heutigen Welt wird Wissen zunehmend über die

neuen Informations- und Kommunikationstechnologien vermittelt und verarbeitet. Nahezu kein Bildungsprozess wird in Zukunft ohne den Umgang mit diesen **Neuen Medien** selbstgesteuert möglich sein (Stadelhofer und Marquard [135]). Die dazu erforderlichen Such- und Organisationsstrategien für den Umgang mit der technisch forcierten Informations- und Wissensflut müssen vielfach erst erlernt werden. Es ist unabdingbar, Schülerinnen und Schüler im Umgang mit diesen Maschinen zu unterstützen und sie zu befähigen, mit den Informationen kritisch umzugehen. Dabei soll es in einem zukünftigen Unterricht nicht darum gehen, dass ausschließlich am Computer gelernt wird. In der heutigen Zeit ist die Fähigkeit zum Umgang mit neuen Technologien aber zunehmend als unverzichtbare Voraussetzung für das Lernen einzustufen (vgl. de Witt und Kerres [136]; Friedrich [42]). Computer Literacy<sup>12</sup> nimmt einen immer höheren Stellenwert als selbstverständliche Qualifikation ein und ist somit auch ein unverzichtbares Bildungsziel der Schule. Insofern sollte in jedem Fall **auch** mit den neuen Medien gearbeitet werden. Stadelhofer und Marquard [135] weisen darüber hinaus nachdrücklich auf die Möglichkeiten und Chancen hin, welche die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien für das selbstgesteuerte Lernen bieten können (Lernen wird zeit- und raumunabhängiger, bietet die Möglichkeit zur weltweiten Kommunikation, erweitert durch das selbst bestimmte Vorgehen die Möglichkeiten der Selbststeuerung, durch das Lernen mit Hypertexten („Hyperlernen“) kann ein nicht mehr linear vorbestimmter Lernweg eingeschlagen werden,...).

Noch aus einem weiteren Punkt ist das Internet eine lohnenswerte Ergänzung des Schulunterrichts: Besonders in naturwissenschaftlichen Fragestellungen aus dem täglichen Leben reichen herkömmliche Informationsquellen (wie Schulbücher) nicht mehr aus. Die Schülerinnen und Schüler sind gezwungen im Internet nach Informationen zu suchen und mit der Fülle an Quellen und unterschiedlichen Repräsentationen umzugehen. Somit wird neben dem selbstgesteuerten Lernen ein weiterer Bereich elementar, um sich im Sinne von Scientific Literacy zu bilden: das ressourcenbasierte Lernen mit der Kompetenz zum Wissensmanagement. Auf diese Bereiche wird im Folgenden ergänzend eingegangen. Speziell was den Einsatz von Multimedia und Internet als Ressourcen für selbstgesteuertes Lernen in der Schule betrifft, sind schwerpunktmäßig Lernstrategien gefragt, die Eigenaktivität fördern, aber den Lernenden nicht überfordern. Es ist beim Einsatz neuer Medien besonders erforderlich, eine Balance zwischen Selbststeuerung und Unterstützung durch die Lehrenden zu finden. Über den Medieneinsatz (und die sich damit eröffnenden Freiheiten) hinaus wird mit Hilfe von innovativen Projekten versucht, den Schülerinnen und Schülern einen anderen Zugang zu den (naturwissenschaftlichen) Lerninhalten zu eröffnen. Es muss gewährleistet werden, dass die Schülerinnen und Schüler ein **Grundverständnis der Naturwissenschaften** erlangen, welches sie im Alltag anwenden können. In der Konzeption „**Chemie im Kontext**“ (vgl. Demuth et al. [137]) wird u. a. versucht, für die Schülerinnen und Schüler relevante Themen nicht mehr an eine primär fachsystematische Erarbeitung zu binden. Relevante Themen werden selbst zum eigentlichen Unterrichtsinhalt und dienen

---

<sup>12</sup>Computer Literacy ist das Grundwissen im Umgang mit dem Computer und findet im angelsächsischen Sprachraum Anlehnung an Scientific Literacy. Unter Computer Literacy wird hier das umgangsrelevante deklarative und prozedurale Computerwissen sowie die subjektiv wahrgenommene Sicherheit im Umgang mit dem Computer (als positivem Gegenpol zu Computerängstlichkeit) verstanden

der Erarbeitung grundlegender Kenntnisse. In dem Projekt geht es darum, gesellschaftlich relevante, sinngebende Kontexte in unmittelbarem Zusammenhang mit chemischen Kenntnissen zu vermitteln. Darüber hinaus sollen diese Kontext- und Fachinhalte aber so miteinander vernetzt sein, dass ein kontextunabhängiges und systematisches Basiswissen entwickelt werden kann.

Ein derartig gestalteter Unterricht greift die Schülerinteressen auf, vermittelt darüber hinaus fachliches und gesellschaftsrelevantes Wissen und fördert die Anschlussfähigkeit der Schülerinnen und Schüler.

Ein weiteres Projekt des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel ist das **Projekt ParIS (Partnerschaft Industrie-Schule)**, welches mit Hilfe von Strategietraining die Förderung des selbstgesteuerten Lernens zum Ziel hat. Durch einen situativen Unterrichtsansatz („Cognitive Apprenticeship“) werden Strategien und anwendungsbezogenes Wissen vermittelt. Weiterhin stellt die Informationssuche im Internet einen zentralen Punkt des Projektes dar. Das Projekt ParIS wird im Abschnitt 3.3 ausführlicher vorgestellt. Es bleibt als Fazit festzuhalten, dass Schule einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung von Lernstrategien (zum selbstgesteuerten Lernen) leisten sollte. Dabei müssen neue Methoden gefunden werden, die Selbststeuerung erfordern und die Möglichkeit bieten, die Lernenden durch Unterstützungsmaßnahmen nicht zu überfordern. Ein besonderes Augenmerk wird auf den Einsatz „Neuer Medien“ gelegt. Sie bieten einen unabhängigen Zugriff auf Informationen und ermöglichen eine freie Gestaltung des Lernprozesses. Zukünftig können Schülerinnen und Schüler allein oder in Gruppen an naturwissenschaftlichen Fragestellungen arbeiten. Diese Aufgaben müssen Bezug zum Alltag der Lernenden haben und stehen in einem übergeordneten Kontext zu anderen Fachinhalten. Die erforderlichen Lernstrategien werden von der Lehrkraft während der Vermittlung der Fachinhalte „mitvermittelt“ und ihre Anwendung geschult. Die Informationen zum Lösen der geforderten Aufgaben werden nicht mehr von der Lehrkraft vorgegeben und müssen von den Schülerinnen und Schülern selbst erschlossen werden. Das impliziert die Fähigkeit zum „ressourcenbasierten Lernen“, auf welches im folgenden Abschnitt eingegangen wird.

**Ressourcenbasiertes selbstgesteuertes Lernen** Ressourcenbasiertes Lernen ist eine besondere Form des selbstgesteuerten Lernens. Es findet dort seinen Platz, wo Lernende selbstgesteuert mit einer Fülle an Informationen und Informationsquellen umgehen müssen, die möglicherweise nicht von einem Lernexperten (der Lehrerin oder dem Lehrer) vorgegeben und vorstrukturiert werden.

Rakes beschreibt ressourcenbasiertes Lernen folgendermaßen:

”Resource-based learning can be explained as a learning mode in which the student learns from his or her own interaction with a wide range of learning resources rather than from class exposition. Resource-based learning involves examining a topic and locating the information necessary to answer questions or to solve problems related to the topic. Learning resources could include print and non-print media, ranging from books and articles to sound and video

recordings to electronic databases and other computer-based resources”  
(Rakes [138], S. 52).

Ressourcenbasiertes Lernen ist somit die Antwort auf den geforderten multimedialen Unterricht (vgl. Abschnitt 3.1.8). Aber nicht nur die Forderung nach der Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen bedingt den Umgang mit neuen Medien, auch umgekehrt bedingt die fortschreitende Entwicklung zur Wissensgesellschaft das selbstgesteuerte Lernen. Angesichts der durch den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt bedingten rapiden Wissensveraltung stoßen herkömmliche Lernformen an ihre Grenzen. Immer mehr Wissen wird immer schneller durch moderne Kommunikationswege zugänglich gemacht. Um sich dieses Wissen zu Nutzen zu machen und sich verschiedener Informationen ein Leben lang bedienen zu können, brauchen die Schülerinnen und Schüler und auch die Lehrenden bestimmte Fähigkeiten.

„Qualität und Erfolg von Lern- und Problemlöseprozessen hängen bei der Bewältigung von Aufgabenstellungen, in deren Zentrum die selbstständige Suche und Nutzung von Informationen als Lernressourcen stehen, entscheidend davon ab, inwieweit es Lernenden gelingt, das eigene aufgabenrelevante Wissen sowie die darauf bezogenen Informationen effektiv zu strukturieren, zu repräsentieren, zu verwalten und für die Aufgabenbewältigung verfügbar zu machen”  
(Tergan [139], S. 307).

Es müssen Verarbeitungsstrategien entwickelt werden, mit denen ein Überschuss an irrelevanten Informationen erkannt und gleichzeitig sinnvolle Informationen verarbeitet und in einen geeigneten Zusammenhang gebracht werden können. Wie bereits erwähnt, gewinnt diese Fähigkeit besonders im schulischen Unterricht zunehmend an Bedeutung. Es zeigt sich aber, dass Schülerinnen und Schüler besonders dieses selbstständige Arbeiten mit Hilfe z. B. des Internets nicht beherrschen (Rakes [138]; Dodge [140]). In ressourcenbasierten Lernszenarien leiden die Schülerinnen und Schüler aufgrund der Informationsfülle häufig an „Cognitive overload” (Sweller [141]). Sie sind überfordert, mit den Informationen und ihren verschiedenen Quellen effektiv zu arbeiten. Untersuchungen zeigen, dass besonders ungeübte Lernende in ressourcenbasierten Lernumgebungen Anleitung und Unterstützung benötigen (Hannafin, Hill und McCarthy [142]). Vielfach wird die Fähigkeit zum **Wissensmanagement** als Antwort auf die Wissensexplosion und Informationsflut gesehen. Die Vermittlung der Kompetenz zum Wissensmanagement ist eine bedeutende Aufgabe der Schule, sowohl im Hinblick auf den derzeitigen Unterricht als auch in Bezug auf die Entwicklung in unserer Gesellschaft (Mandl und Reinmann-Rothmeier [67]). Häufig wird der Begriff „Wissensmanagement” mit der Umschreibung „Umgang mit Information und Wissen” gleichgesetzt. Ressourcenbasiertes Lernen ist somit ein Teil des Wissensmanagements. Mandl und Reinmann-Rothmeier [67] sehen im Wissensmanagement eine gesellschaftliche Herausforderung, eine organisatorische Methode und eine individuelle und soziale Kompetenz. Es umfasst ein Bündel von Aufgaben, Aktivitäten oder Fähigkeiten, die u. a. folgendermaßen zusammengefasst werden können (vgl. Mandl und Reinmann-Rothmeier [67]):

1. Informationen verbreiten,



2. Informationen selektieren,
3. Informationen in einen Kontext einbetten und mit Bedeutung versehen,
4. aus Informationen Wissen konstruieren und neues Wissen entwickeln,
5. Wissensinhalte miteinander verknüpfen und Wissensnetze bilden,
6. Wissen weitergeben, vermitteln und verteilen,
7. Wissen austauschen und gegenseitig ergänzen,
8. Wissen anwenden und umsetzen,
9. wissensbasiertes Handeln bewerten und daraus neues Wissen entwickeln,

Diese Fülle von Fähigkeiten muss in einem aktiven Lernprozess verinnerlicht werden, der in der Schule beginnen und nie enden sollte. Die Schulen müssen auf die Veränderungen in unserer Gesellschaft reagieren und dazu beitragen, dass neben dem erforderlichen Grundwissen auch Kompetenzen gefördert werden, die für unsere Gesellschaft von großer Wichtigkeit sind (vgl. Mandl und Reinmann-Rothmeier [67]). Ein Schlüssel zu erfolgreichem Wissensmanagement in einer ressourcenbasierten Lernumgebung wird in der **Visualisierung** gesehen. Visualisierungsmethoden können den Schülerinnen und Schülern helfen, der kognitiven Belastung („Cognitive Load“, Sweller [141]) u. a. durch ein Externalisieren der Wissensinhalte und das Zusammenfassen von Informationen und ihrer Quellen zu reduzieren. Auf Visualisierungsstrategien und -methoden wird im Abschnitt 3.2 und folgende vertieft eingegangen.

Zusammenfassend kann das ressourcenbasierte Lernen (als Teil des Wissensmanagements) als Antwort auf die sich rasch verändernde Informationsflut der heutigen Gesellschaft betrachtet werden. Die Fähigkeit mit Wissen und Informationen umzugehen erweist sich als unverzichtbare Voraussetzung für viele Lernformen und muss als Teil des selbstgesteuerten Lernens in der Schule gefördert und gefordert werden. Welche Förderungsmaßnahmen die Forschungsliteratur für diese Lernform vorsieht, wird im nächsten Abschnitt erläutert.

### **3.1.9 Förderung selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens**

Durch die aktuelle Diskussion um lebenslanges Lernen wird vermehrt nach Methoden gesucht, die selbstgesteuertes, ressourcenbasiertes Lernen fördern können. Die Förderung muss - wie jede instruktionale Maßnahme - in Qualität und Quantität auf die jeweiligen Ziele, Zielgruppen und organisatorischen Kontextbedingungen ausgerichtet werden (Cook und Mayer [143]). Zudem müssen im konkreten Fall die Trainingsmaßnahmen auf individuelle Unterschiede in den Lernvoraussetzungen der Adressaten (Entwicklungsstand, kognitive Fähigkeiten, Vorwissen, motivationale Voraussetzungen) ausgerichtet sein. Das ist in größeren Gruppen, wie z. B. im Klassenverband aufgrund der erheblichen interindividuellen Unterschiede schwer umzusetzen.

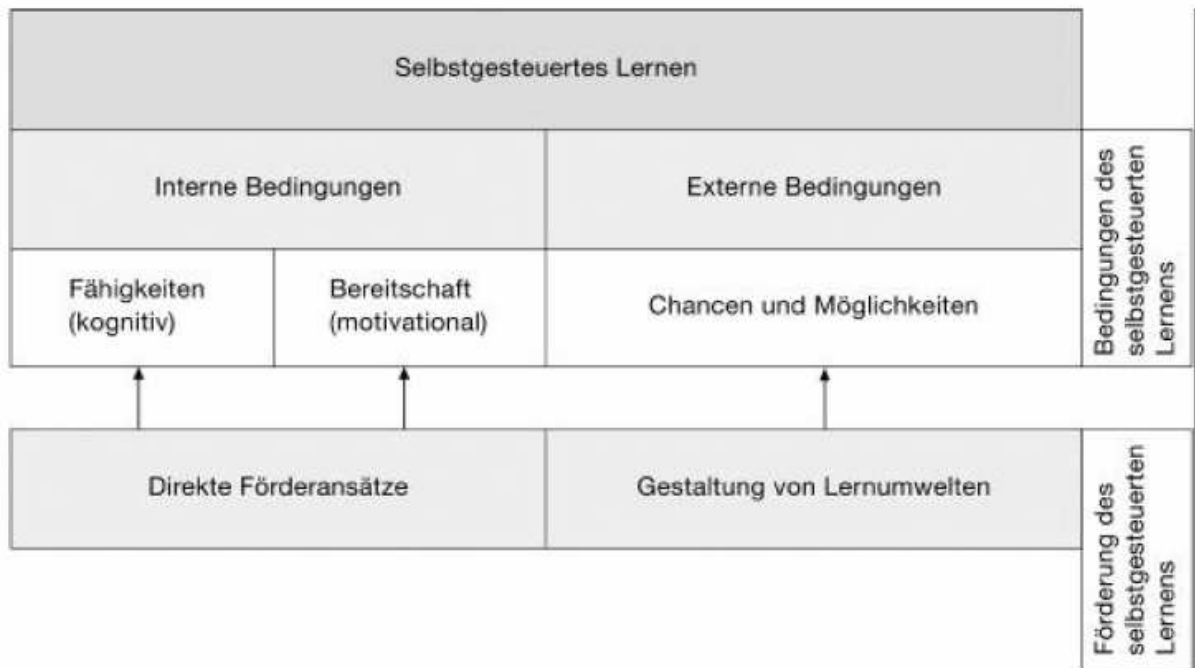


Abbildung 3.5: Bedingungen und Förderung des selbstgesteuerten Lernens von Friedrich und Mandl [94]

Bei der Vermittlung strategischer Kompetenz reicht es nicht aus, Techniken und Strategien lediglich theoretisch zu vermitteln (Artelt [103]). Fördermaßnahmen, die lediglich zu einer Labilisierung bestehender Strategien oder Methoden führen, können einen Konflikt zwischen alter und neuer Strategie bedingen. Dieser Konflikt kann die Informationsverarbeitung behindern und die Lernleistung mindern. Friedrich [144] beschreibt diesen lernhemmenden Effekt von Instruktionsmaßnahmen als „mathemantantischen Effekt“. Effektive Fördermaßnahmen sollten sich auf den Abbau suboptimaler Strategien und den Aufbau effektiver Lernstrategien beziehen (über die Labilisierung der alten Strategie hinaus sollten Übungs- und Festigungsphasen neuer Strategien stattfinden). Dieser Prozess ist durchaus langwierig (Weinert [9]).

Betrachtet man die aufgezeigten Voraussetzungen und Möglichkeiten selbstgesteuerten Lernens, so lassen sich externe und interne Lernbedingungen unterscheiden, welche als Förderungsmaßnahmen aufgegriffen werden können. Friedrich und Mandl [94] sprechen von „lernerseitigen Strukturen und Prozessen“ und „situativen Bedingungen, unter denen selbstgesteuertes Lernen auftritt“ (Friedrich und Mandl [94], S. 241). Die Autoren unterscheiden prinzipiell zwei Ansatzpunkte um selbstgesteuertes Lernen zu unterstützen, die einander ergänzen können (vgl. Abbildung 3.5): Zum einen den Ansatz des **Lernstrategietrainings**, in dem es darum geht, kognitive und motivationale Komponenten des selbstgesteuerten Lernens **direkt** zu vermitteln, zum anderen gibt es den **indirekten** Förderansatz des In-

struktionsdesigns, bei dem die Lernumgebung so gestaltet wird, dass sie Möglichkeiten für selbstgesteuertes Lernen eröffnet oder selbstgesteuertes Lernen erfordert. Beide Förderansätze werden in den folgenden Abschnitten näher betrachtet.

**Ansätze zur direkten Förderung des selbstgesteuerten Lernens** Direkte Förderansätze beziehen sich besonders auf das Trainieren von Strategieanwendung. In einem Strategietraining werden die Prinzipien des selbstgesteuerten Lernens dem Lerner explizit vermittelt. Dabei lassen sich Trainingsprinzipien erkennen, die den Kern direkten Trainings ausmachen und die jeweilige Zielstrategie explizit darlegen. Als Beispiel für derartige Trainingsprinzipien ist das **kognitive Modellieren** zu nennen, bei dem meist mit Hilfe eines Modells die motivationalen und kognitiven Komponenten explizit gemacht werden. Das **informierte Training** legt den Schwerpunkt auf die Vermittlung von Aufgaben- und Strategiewissen (conditional knowledge: Paris, Lipson und Wixson [110]) für einen angemessenen Strategieeinsatz.

Durch die **Vermittlung von Kontroll- und Selbstreflexionsstrategien** als eine weitere Methode werden den Lernern z. B. Planungsstrategien oder Techniken für die Verstehensüberwachung vermittelt. Diese Kontroll- und Regulationsmechanismen sind für das selbstgesteuerte Lernen elementar (Friedrich und Mandl [94]).

Neben dem zielgerichteten Strategietraining gibt es weitere Prinzipien, die mehr akzessorischen Charakter haben, wie u. a. das **Erlernen** bestimmter Strategien und die Abstimmung der Strategien auf einen bestimmten Anwendungskontext, dazu gehört anschließend das **Üben** unter variierenden Aufgabenbedingungen und mit zunehmendem Trainingsfortschritt schließlich der **Abbau** anfänglicher externer Unterstützung. Es geht bei direkten Förderansätzen u. a. darum, günstige motivationale Voraussetzungen z. B. in Form von angemessener Zielsetzung, Attributionsstilen und Selbstbewertungstendenzen zur Bewältigung von Lernsituationen zu erwerben. Diese Methoden können in den Unterricht eingestreut werden, lassen sich aber schwerer mit dem allgemeinen Unterrichtsgeschehen verbinden als die indirekten Fördermaßnahmen. Auf diese wird im Folgenden eingegangen.

**Ansätze zur indirekten Förderung des selbstgesteuerten Lernens** Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen direkten Förderansätzen wird bei der indirekten Förderung der Lernumgebung besondere Beachtung beigemessen. Eine Lernumgebung umfasst die äußeren Lernbedingungen wie z. B. Personen, Objekte, Medien, Informationsmittel und die Instruktionsmaßnahmen wie z. B. die Aufgaben oder die Methoden. Die Lernumgebung sollte dabei so gestaltet sein, dass sie den Lernenden Freiräume zum selbstgesteuerten Lernen einräumt und diese Selbststeuerung gleichzeitig auch von den Lernenden fordern ohne ihn zu überfordern. Damit sind hohe Anforderung an die Lernumgebung (und somit auch an den Unterricht) gestellt. Wie es bereits in den lerntheoretischen Ansätzen zum selbstgesteuerten Lernen diskutiert wurde (vgl. Abschnitt 3.1.3), fordern kognitivistisch-konstruktivistische Konzeptionen Lernumgebungen, die (vgl. Friedrich und Mandl [94], S. 259)

1. authentische, komplexe und realitätsnahe Lernprobleme stellen,

2. den Aufbau vielfältiger Perspektiven und kognitiver Flexibilität im Umgang mit Wissen fördern,
3. die Verknüpfung von Wissen und Handeln unterstützen,
4. die Kooperation zwischen den Lernenden aktivieren,
5. den Transfer des Gelernten bahnen und
6. Medien so einsetzen, dass diese die Funktion von kognitiven Werkzeugen für die Bearbeitung komplexer Probleme übernehmen.

Es können aus den genannten Konzeptionen also auch Lernumgebungen zum selbstgesteuerten Lernen resultieren, die den Lernenden mehr Freiheitsgrade einräumen. In einem durch die Lernumgebung vorgegebenen Rahmen können die Abfolge der Lernschritte und die Auswahl und Verknüpfungen unterschiedlicher thematischer Einheiten frei wählbar sein. Ein Beispiel dafür wäre die Hypertext-Lernumgebung auf Grundlage des „Cognitive Flexibility-Konzepts“ (Siro, Feltovich, Jacobson und Coulson [145], auf das zu einem späteren Zeitpunkt vertieft eingegangen wird. Kognitivistisch-konstruktivistische Lernumgebungen sollen einerseits Konstruktivität, Spontaneität und Eigenaktivität der Lernenden ermöglichen, andererseits besteht genau darin die Gefahr der Überforderung und damit letzten Endes der Abbruch des selbstgesteuerten Lernens. Somit können diese speziellen Lernumgebungen jeweils nur ein bestimmtes Angebot bereitstellen, ob dieses Angebot jedoch tatsächlich die Selbststeuerungsvorgänge auslöst, hängt dabei entscheidend von dem Wollen oder Können des Lernenden ab (vgl. Friedrich und Mandl [94]).

Die Prinzipien der kognitivistisch-konstruktivistischen Lernumgebung räumen der Selbststeuerung durch die aktive und konstruktive Rolle des Lernenden einen großen Stellenwert ein, was allerdings nicht bedeutet, dass ihm möglichst viele Entscheidungen selbst überlassen bleiben. Ein Beispiel dafür ist der bereits erwähnte Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ von Collins, Newman und Brown [146]. Im Mittelpunkt dieses Instruktionsansatzes steht eine Lernumgebung, in der viele Aspekte des Lernens systemseitig vorgegeben sind. Die Idee ist eine Leitlinie (Masterplan) durch einen erfahrenen Experten. Dabei wird so realitätsnah wie möglich gearbeitet. Zu Beginn des Unterrichts ist die Unterstützung durch Hilfe des Lehrers noch sehr umfangreich, sie nimmt aber im Laufe des Unterrichtsverlauf immer weiter ab. So steigt das Ausmaß der Selbstkontrolle im Lernprozess stetig an. Die Grundsätze des Ansatzes werden im Abschnitt 3.3 näher betrachtet.

Innerhalb der dargestellten Lernumgebungen gibt es verschiedene Arten, die darauf angelegt sind, das selbstgesteuerte Lernen Einzelner zu unterstützen. Die gemeinsame Grundidee des individualisierten Lernens ist dabei, die Steuerung des Lerntempos den Lernenden zu überlassen. Dies wird meist durch Instruktionen in Form von selbstinstruktionalen Medien (z. B. mit Hilfe des Computers) realisiert. Dagegen können andere Aspekte des Lernens, wie z. B. die Unterteilung der Lernschritte, nicht vom Lerner beeinflusst werden. Typische

Beispiele dieser Lernumgebungen sind interaktive tutorielle Lernsysteme (computerunterstützte Lernsysteme sind u.a. bei Kunz und Schott in [147] zu finden) (vgl. Friedrich und Mandl [94]).

Wieder andere Lernumgebungen verlangen tendenziell mehr und komplexere Eigenaktivitäten des Lernenden. Sie können unter Einbezug traditioneller personaler Unterrichtsformen und Selbstinstruktionsmedien oder/und moderner Lerntechnologien (z. B. computerintegriertes Multimedia) realisiert werden. Beispielhaft zu nennen sind Lernverträge, Leittext-Konzepte und innovative computerbasierte Lernumgebungen.

Innerhalb von innovativen, computerbasierten Lernumgebungen wird häufig mit **Hyper-texten** gearbeitet. Besonders die hypermediale Lernumgebung erfüllt eine Reihe von gewünschten Kriterien für eine Lernsituation, die als optimal für selbstgesteuertes Lernen angesehen wird, z. B. Interaktivität, Informationsangebot, Multimedialität, Verfügbarkeit, Erneuerungsfähigkeit und Erweiterbarkeit (Kuhlen [148]; Issing [149]; Klein [150]). Das selbstgesteuerte Lernen mit einer hypermedialen Lernumgebung stellt eine spezielle Form der freien Lernsituation dar und trägt den aktuellen Entwicklungen in unserer Informationsgesellschaft Rechnung. Da heutzutage Informationen nur noch selten in Form von reinen Texten verfügbar sind, sondern in den meisten Fällen in Form von Hypertexten vorliegen, muss der Umgang mit Hypermedien in der Schule geschult werden. Nicht nur, weil die Gesellschaft diese Fähigkeit von den Bürgerinnen und Bürgern fordert, sondern auch deshalb, weil sie lernpsychologisch von Vorteil ist. In Bezug auf Hypermedia unterstellen einige Kognitionsforscher, dass die Struktur dieser Medien der kognitiven Struktur des menschlichen Geistes entspreche (**cognitive plausibility hypothesis**). Sie sehen darin sogar das eigentliche lernfördernde Potential (Jonassen [151]; Jonassen und Grabinger [152]; Jonassen und Wang [153]). Es gibt aber erhebliche Kritik an der „cognitive plausibility hypothesis“ und der damit verbundenen Netzwerkanalogie, welche zunehmend belegt wird (Gerdes [154]). Die Kritik richtet sich dabei aber lediglich auf die pauschale und naive Annahme, Hypertexte sind an sich besser geeignet als andere Lernumgebungen.

Trotz belegter Lernvorteile beim Lernen in einer hypermedialen Lernumgebung, birgt dieser Umgang auch die Gefahr der Überforderung und Orientierungslosigkeit. Besonders neuere Ansätze der Forschungsliteratur betonen die Bedeutung von Instruktionen im Umgang mit Hypermedien (vgl. dazu auch Abschnitt 3.2.1). Große Freiräume bei der Auswahl und Unterteilung der Lernschritte und der Aufbau multipler Perspektiven und Repräsentationen des Lerninhaltes werden dabei betont (u. a. Spiro et al. [155]). Beim Umgang mit den Informationen des Internets beim Beantworten komplexer Fragen sind zusätzliche Schwierigkeiten zu erwarten. Die Autoren spielen dabei auf das Problem des „**lost in hyperspace**“ und eines Orientierungsverlustes (Conklin [156]) an. Einige Analysen im Umgang mit umfangreichen hypermedialen Lernumgebungen belegen, dass Novizen und erfahrene Nutzer nach einiger Zeit nicht mehr wussten, wie sie zum Ausgangspunkt zurück kommen konnten und orientierungslos in den Informationen suchten. Zudem wird der Bereich des „Cognitive Overload“, welcher bereits im Abschnitt 3.1.8 angesprochen wurde, zum Problem. Durch Instruktion und geeignete adaptive Hilfsmittel könnten diese Probleme aufgefangen werden.

Zum Umgang mit diesen Lernumgebungen muss beachtet werden, dass das System sich

nicht dem Lerner anpasst, sondern dieser auswählt, welche Informationen und Instrukti-  
onsmaßnahmen er sehen und nutzen will. Durch unterschiedliche Lernvoraussetzungen der  
Lernenden werden zudem nicht alle Ansprüche in einer Lernumgebung befriedigt werden  
können, deshalb sollten bestimmte Freiheiten und Unterstützungskomponenten in jeder  
Lernumgebung enthalten sein. Für die selbstinstruktionale Qualität von Medien sind eini-  
ge Punkte besonders wichtig, damit der Nutzer sich alleine zurechtfinden und somit auch  
seine Motivation aufrecht erhalten kann (vgl. Friedrich [42]):

1. Eine angemessene inhaltliche Gestaltung (nicht zu viel, nicht zu wenig),
2. der Einsatz von Wahrnehmungshilfen (z.B. konsistente Verwendung von Gestaltungs-  
merkmalen wie Farbe und Grafiken),
3. der Einsatz von Erschließungshilfen (Stichwortverzeichnis, Leittexte, u. ä.) und
4. der Einsatz von Verarbeitungshilfen (advance organizer, Strukturierungs- und Redu-  
zierungshilfen wie z. B. Maps (vgl. Abschnitt 3.2.3), Lernkontroll- und Problemlöse-  
aufgaben usw.).

Selbst wenn hypermediale Lernumgebungen mit den instruktionalen Unterstützungsmaß-  
nahmen eine hervorragende Lernumgebung für das selbstgesteuerte Lernen darstellen, muss  
nach zusätzlichen Methoden gesucht werden. Solche Unterrichtsmethoden sind u. a. (vgl.  
Wiechmann [157]):

1. Stationenarbeit,
2. Wochenplanarbeit,
3. Projektmethode,
4. entdeckendes Lernen und
5. Freiarbeit.

In den einzelnen Arbeitsphasen können hypermediale Lernpassagen integriert werden. Aber  
auch bei den genannten Methoden ist es ein Problem, dass derartige Lernformen bereits  
beachtliche Methodenkompetenz in Form von effektiven Lernstrategien auf der Seite der  
Lernenden voraussetzen, welche zunächst erlernt werden müssen. Die systematische Ver-  
mittlung von Lernstrategien erfordert im Endergebnis eine gemischte Inhalts- und Prozes-  
sorientierung von Unterricht: Strategien werden zum Bestandteil des Unterricht wie sonst  
bestimmte Inhalte (vgl. dazu Abschnitt 3.1.8).

Ein wichtiger Ansatzpunkt bei der Förderung des selbstgesteuerten Lernens ist zudem die  
Motivation der Schülerinnen und Schüler. Die Lernsituation sollte so gestaltet sein, dass sie  
zur Selbststeuerung anregt. Deci und Ryan [158] gehen von drei angeborenen Bedürfnissen  
der Motivation aus, die besonders wichtig für das Lernen sind: Bedürfnis nach Kompetenz,  
Autonomie und sozialer Eingebundenheit. Da es dabei illusorisch wäre anzunehmen, dass

Lernende für alle schulischen Lernstoffe intrinsisch motiviert sind, spricht Weinert [9] sich für eine vernünftige Kombination von intrinsischer und extrinsischer Lernmotivation aus. Friedrich [42] betont bei der Förderung des selbstgesteuerten Lernens zudem die Realisierung kooperativer Lernformen. Es gibt eine Vielzahl von Untersuchungen, die in Verbindung mit kooperativem Lernen positive Effekte in kognitiver, motivationaler und sozialer Hinsicht zeigen (Brown und Palincsar [159]; Eppler und Huber [160]; Slavin [161]). Arbeiten zum kooperativen Lernen können unter den angegebenen Literaturstellen vertieft werden. Zusammenfassend kann herausgestellt werden, dass neben anderen Maßnahmen die hypermediale Lernumgebung eine Reihe von gewünschten Kriterien für eine Lernsituation erfüllt, die als optimal für selbstgesteuertes Lernen angesehen wird, z. B. Interaktivität, Informationsangebot, Multimedialität, Verfügbarkeit, Erneuerungsfähigkeit, Erweiterbarkeit und die Möglichkeit zum freien Agieren. Diese Art des Lernens stellt eine spezielle Form der freien Lernsituation dar und trägt den aktuellen Entwicklungen in unserer Informationsgesellschaft Rechnung. Ebenso kommt es bei einer Lernumgebung darauf an, dass Lernschritte, Lernaufgaben, Arbeitsaufträge, Auswertungsschritte usw. zeitlich geordnet und in einem Skript so dargestellt sind, dass sich ein Lernender daran orientieren kann. Auch diesbezüglich bietet die hypermediale Lernumgebung einen guten Zugang, da instruktionale Hilfen direkt integriert werden können. Eine Vielzahl von Experimenten im Umgang mit diesen Lernarrangements (u. a. Paivio [162], [117]; Santa [163]; Roland und Friberg [164]; Shepard und Metzler [165]; Mc Namara et al. [166] und Mayer [167] belegen zudem den Vorteil von Bildern und Visualisierungen, Animationen und Bildreihen innerhalb dieser Lernarrangements (vgl. Thielke [13]). Dem Einsatz von Visualisierungsstrategien wird seit einigen Jahren große Aufmerksamkeit geschenkt. Im folgenden Abschnitt wird der lernfördernden Wirkung von Visualisierungstechniken nachgegangen und ein Computerprogramm vorgestellt, mit dem digitale Mind Maps auf dem Computer entworfen werden können.

## 3.2 Visualisierungsstrategien

Beeinflusst durch die wachsende Menge und Komplexität der Informationen in der heutigen Wissensgesellschaft wird ein Wechsel in der Lernkultur erforderlich (Schnurer, Stark und Mandl [168]). Die geforderten Aufgabenbereiche im (schulischen,) naturwissenschaftlichen Bereich sind komplex und müssen häufig mit unstrukturierten und nicht aufbereiteten Informationen bearbeitet werden, nach denen zudem eigenständig recherchiert werden muss. Von den Schülerinnen und Schülern wird ein selbstgesteuertes, ressourcenbasiertes Lernen gefordert, welches hohe Ansprüche an die Lernenden stellt. Seit einiger Zeit wird deshalb nach Methoden gesucht, die Lernenden in diesem Lernprozess zu unterstützen. Mehrere Forschungsergebnisse legen die Vermutung nahe, Visualisierungsstrategien könnten eine Unterstützung im ressourcenbasierten Lernprozess darstellen (Holley und Dansereau [169] und Jonassen, Beissner und Yacci [10]). Visualisierung meint dabei das „Sichtbarmachen“ von Informationen, Ideen und Wissen mittels verschiedener Techniken wie zum Beispiel dem Mapping.

Ein zentraler Vorteil der Visualisierung wird darin gesehen, dass mehrere Bereiche des

menschlichen Gehirns angesprochen werden. Ware beschreibt es folgendermaßen:

„The power of a visualization comes from the fact that it is possible to have a far more complex concept structure represented externally in a visual display than can be held in visual and verbal working memories” (Ware [170], S. 29).

Ware spricht damit zwei große Lernvorteile der Visualisierung an: Der Umgang mit bildlichen Informationen kann einerseits eine „tiefere” Verarbeitung im Gehirn begünstigen, weil mehrere Gehirnbereiche durch bildliche Darstellungen angesprochen werden. Zudem können Bilder verschiedene Informationen „sparsamer” abbilden und somit ein Überfluss an Informationen (und damit auch die Gefahr des „Cognitive Load” (vgl. Abschnitt 3.1.8) vermieden werden. Andererseits dienen Visualisierungsstrategien dazu, (eigenes) Wissen auszulagern. Interne Gedächtnisinhalte werden „sichtbar” und somit leichter der metakognitiven Kontrolle zugänglich. Wissen und Informationen werden handhabbar, strukturierbar und leichter zugänglich für das Erkennen von Zusammenhängen und der Integration neuer Wissensinhalte in bestehende Konzepte.

Mit dem Einsatz von Visualisierungsstrategien werden einige lernförderliche Aspekte verbunden, so dass Lern- und Problemlösetechniken der externen Visualisierung in den letzten Jahren ein besonderes Interesse erfahren. Dies gilt im Besonderen für die Methode des Mappings. Der Mapping-Technik werden viele Lernvorteile zugeschrieben, die auch im Hinblick auf die Förderung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens einen entscheidenden Beitrag liefern können.

Im Folgenden wird zunächst Bezug auf das **visuelle Lernen** genommen, um anschließend auf das **Externalisieren von Wissen** und Informationen einzugehen. Der externen Visualisierung werden eine Reihe von lernfördernden Eigenschaften zugeschrieben, die ausführlich dargestellt werden. Anschließend wird das **Mapping-Verfahren** als Brücke zwischen visuellem Lernen und externer Visualisierung von Wissen vorgestellt. Spezieller betrachtet wird dabei die Methode des „**Mind Mappings**”. Zur Förderung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens werden die Einsatzbereiche (im Schulunterricht) und die Handhabbarkeit diskutiert. In diesem Zusammenhang wird ein Computerprogramm vorgestellt, welches digitales Mind Mapping auf dem Computer ermöglicht.

### 3.2.1 Visuelles Lernen

Im Zuge der Entwicklung zum multimedialen Lernen enthalten Lehrmaterialien immer mehr Illustrationen, Schaubilder und Diagramme, oder sie werden in Form von Filmen oder Videos zur Verfügung gestellt. Neben dem verbalen Lernen tritt somit das visuelle Lernen in den Vordergrund. Von den Schülerinnen und Schülern wird eine „Visual Literacy” erwartet, d. h. der kompetente Umgang mit bildhaften und grafischen Darstellungen (vgl. Mandl und Fischer [2]). Die Vorteile des Lernens mit Bildern sah man lange Zeit darauf beschränkt, dass sie das Behalten verbaler Informationen verbessern (Levie und Lentz [171]).



Einen zentralen Vorteil bildlicher Informationen beschreibt der „**dual-coding**“-Effekt<sup>13</sup> von Paivio [117], der generell nahelegt, dass grafische Darstellungen reichhaltigere Gedächtnisspuren hinterlassen als Texte.

Spätestens an dieser Stelle muss der Aufbau **mentaler Repräsentationen**<sup>14</sup> näher betrachtet werden. Die Frage nach der wirklichen Speicherung von Gedächtnisinhalten wurde in der kognitionspsychologischen Debatte oft zweitrangig betrachtet (Tergan [172]). Es besteht bisher keine Einigkeit über leistungsfähige Modelle zur Beschreibung kognitiver Strukturen und bislang auch keine einheitliche Theorie. Unbestritten ist es aber, dass Wissen in irgendeiner Form „organisiert“ ist und eine Struktur besitzt (Fischler und Peuckert [173], Tergan [172]). Folgende Modelle können für das Verständnis von Visualisierungsvorteilen entscheidend sein:

Semantische Modelle zählen zu den sprachlich-abstrakten Modellen. Diese Modelle gehen davon aus, dass Wissen aus grundlegenden Bedeutungseinheiten (Propositionen) zusammengesetzt sind. Eine Proposition ist die kleinste Wissenseinheit. Sie besitzt ein oder mehrere Argumente und eine Relation (Weidenmann und Krapp [174]). Zur Verdeutlichung sei hier das von Stracke [175] herangezogene Beispiel genannt: Chemie (Argument) ist eine (Relation) Naturwissenschaft (Argument).

Die Propositionen werden in Form eines Netzwerkes abgebildet, das die Gestalt eines gerichteten, bezeichneten Graphen aus Knoten (Argumente) und Kanten (Relationen) aufweist. Diese netzartige Darstellung wird von vielen Autoren vertreten. Während Collins und Quillian [176], [177] eine hierarchisch aufgebaute Struktur der mentalen Repräsentation vertreten, werden in propositionalen Netzwerken von Rumelhart und Norman [178] Argumente und Relationen einer Proposition in anderer Art und Weise grafisch veranschaulicht (vgl. dazu Abb. 3.6)

---

<sup>13</sup>Theorie der dualen Kodierung von Paivio [117]: Sprachliche Informationen werden in einem verbalen System, bildhafte Informationen werden in einem imaginalen System und zusätzlich im verbalen System kodiert (also zweifach). Die duale Kodierung führt zu einer elaborierteren mentalen Repräsentation und ermöglicht dadurch einen besseren Zugang zu der gespeicherten Information.

<sup>14</sup>Umfassende Wissenstrukturen werden als „mentale Modelle“ beschrieben, welche verschiedene Arten von Wissen (begriffliches und Verfahrenswissen) beinhalten.

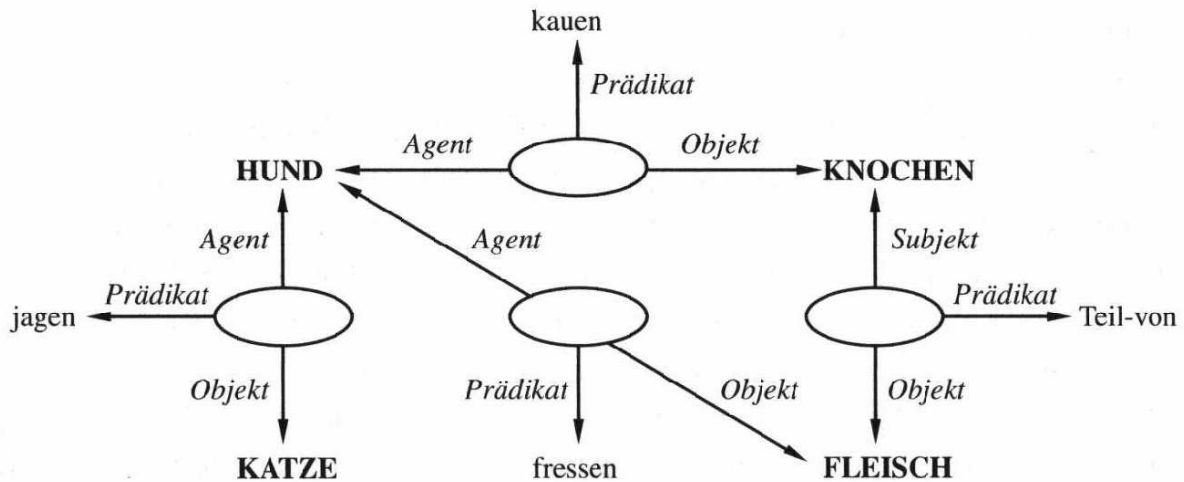


Abbildung 3.6: Beispiel einer propositionalen Darstellung im Sinne von Rumelhart und Norman [178]; entnommen aus Stracke [175].

Die Autoren brechen die strenge hierarchische Ordnung auf, indem Verknüpfungen zwischen verschiedenen Strängen zulässig sind. Das hat den Vorteil, dass eine Vielzahl von Propositionen zu einem komplexen System zusammengefügt werden können und ...

„...die semantische Distanz durch die Nähe von verschiedenen Begriffen dargestellt werden kann. In der Theorie kognitiver Schemata<sup>15</sup> werden einzelne Wissenseinheiten zu kohärenten, erfahrungsabhängigen Schemata zusammengefasst“ (Stracke [175] S.24).

Die Schemata beinhalten dabei deklaratives und prozedurales Wissen und sind in weitere netzwerkartige Schemata eingebettet (Schnotz [179]).

Wenn ein Lernender nun eine verbale Beschreibung oder eine bildliche Darstellung eines Sachverhaltes versteht, bildet er eine „mentale Repräsentation“ des betreffenden Sachverhaltes. Schnotz [180] beschreibt zur Bildung mentaler Repräsentationen zwei Wege (vgl. dazu Abbildung 3.7).

1. Informationen in Textform sind von **beschreibender** Symbolik. Es handelt sich hier um eine so genannte „deskriptionale“ Repräsentation des Inhalts, die subsemantisch und semantisch **propositional** repräsentiert. Das heißt, dass die Information in Form einzelner, die Sache beschreibender Aussagen repräsentiert wird. Aus solchen einzelnen, propositionalen Repräsentationen wird durch einzelne Modellbildungsprozesse ein mentales Modell konstruiert.

<sup>15</sup>Ein Schema ist ausgrenzbares konzeptuelles Teilsystem in einem Netzwerk, in dem aufgrund von Erfahrungen typische Zusammenhänge eines Realitätsgebietes repräsentiert sind (Weidenmann und Krapp [174], S. 150).

2. Bilder und Diagramme haben im Gegensatz zu den Textformen **abbildenden** Symbolcharakter. Bei ihnen handelt es sich um so genannte „**depiktionale**“ Repräsentationen. Sie werden direkt - ohne den Umweg über die propositionalen Repräsentationen - zu mentalen Modellen verarbeitet. Aus diesen Modellen können jedoch auch durch Modellinspektion Propositionen generiert werden.

Das Modell von Schnotz geht demnach von zwei parallel und weitgehend getrennt arbeitenden Subsystemen aus, die zur mentalen Repräsentation von Bildern und Texten führen. Durch die getrennte Verarbeitung unterschiedlich kodierter Informationen ist eine effizientere Aufnahme und Ablage von Wissen möglich. Das heißt, dass durch die Aufnahme verschieden kodierter Informationen (Text oder Bild) eine bessere (tiefere) Verarbeitungsweise möglich ist. Diese Verarbeitungsweise (doppelte Kodierung) soll den Vorteil von Multimedia erklären. Damit wird die Vorliebe für das Arbeiten mit Text oder Bild zur persönlichen Eigenschaft, wie es in Abschnitt 3.1.7 erläutert wurde. Es resultieren die Lernstile: Visualisierer und Verbalisierer.

Eine grafische Zusammenfassung von Informationen hat nach Schnotz [181] den Vorteil, dass sie sparsamer ist. Jedes Konzept muss nur einmal eingeführt werden, während ein Text mehrfacher Erklärung bedarf, um alle Zusammenhänge zu betrachten. Bilder haben nicht ausschließlich mnemonische, sondern auch eine erklärende (verstehensfördernde) Funktion (Mayer [182], [183]) und lassen dem Betrachter zudem mehr Freiheit in der Reihenfolge der Exploration<sup>16</sup> (Fischer [184]). Eine andere Begründung für den Vorteil von Bilddarstellungen ist die, dass ein Bild nur als **eine** Einheit im Arbeitsspeicher repräsentiert und verarbeitet wird (Kulhavy, Stock und Kealy [185]).

Bei der Gestaltung visueller Darstellungen ist ein Informationsangebot so aufzubereiten, dass die Wahrnehmung und das konzeptuelle Wissen optimal zusammenspielen. Bei Lernenden mit geringeren Lernvoraussetzungen ermöglichen zum Beispiel weniger detaillierte, schematische Bilder oft höhere Lernleistungen. Die relevanten Strukturen sind dadurch leichter erkennbar als bei realistischen Bildern (Dwyer [186]). Angemessene Kontextualisierung eines visuell dargestellten Sachverhaltes kann nicht-sichtbare Eigenschaften darstellen (wie zum Beispiel Hitze in Verbindung mit Sonne) und dadurch das Vorwissen der Lernenden aktivieren. Die Darstellung eines Objektes unter einer gewohnten Perspektive knüpft an Erfahrungen der Lernenden an und erleichtert so den Verarbeitungsprozess (vgl. Schnotz [187], S. 558).

Einen weiteren leistungsfördernden Mechanismus beschreibt Wandmacher [188], indem er die Funktion der medialen Visualisierung aus informationsverarbeitender Sicht betrachtet. Visualisierung über Medien erzeugt eine Entlastung durch **externe Kognitionen** (Kirsh [189]; Scaife und Rogers [190]). Wandmacher [188] knüpft an Norman [191] an, der den Begriff des „externen Wissens“ beschrieben hat. Externe Kognitionen können das Verstehen von bestimmten Lerninhalten durch strukturelles Ordnen, Wiedererkennen, u. ä. erleichtern. Das Wissen wird „ausgelagert“, dort weiter bearbeitet und dabei auch wieder zu internem Wissen. Auf den Bereich „externe Visualisierung“ wird im Folgenden vertieft eingegangen.

---

<sup>16</sup>Exploration (lateinisch für „Ausforschung“) meint in diesem Fall die Erkundung eines Sachgebietes.

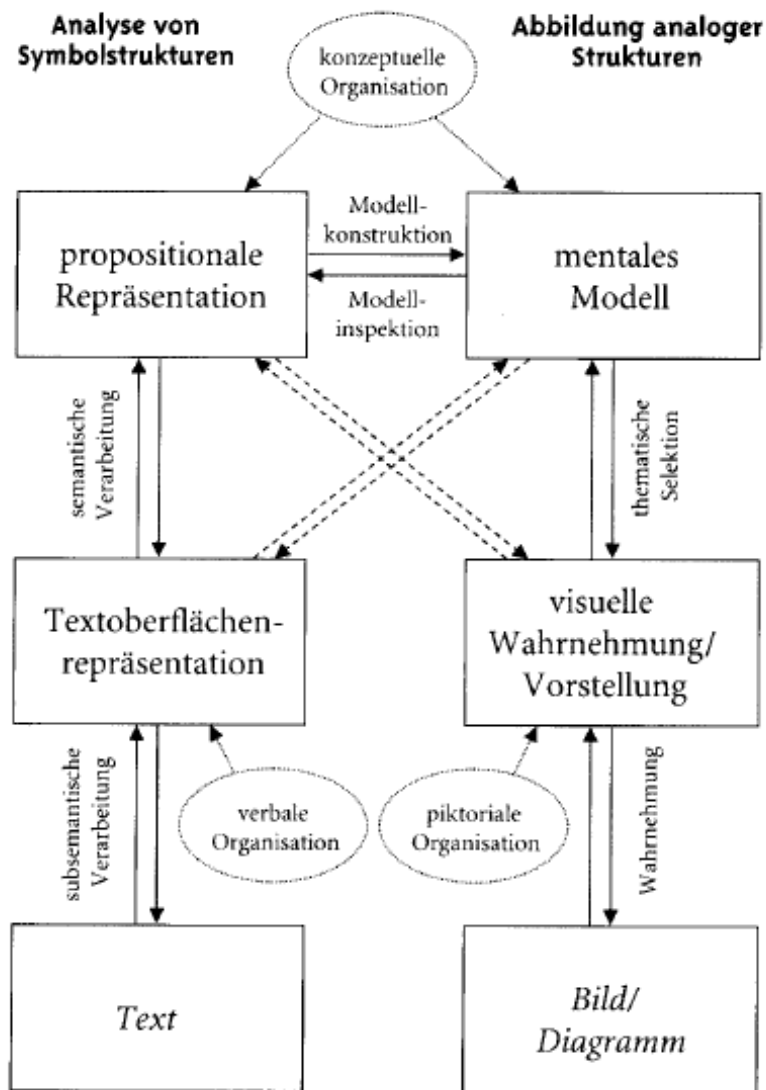


Abbildung 3.7: Unterschiedliche Verarbeitungswege für textuelle und bildliche Informationen; entnommen aus Schnotz [180].

Zusammenfassend werden dem visuellen Lernen viele Vorteile zugesprochen. Neben der Theorie der „dualen Kodierung“, die davon ausgeht, dass grafische Darstellungen reichhaltigere Gedächtnisspuren hinterlassen als Texte, spricht Schnotz [181] von der Sparsamkeit grafischer Zusammenfassung von Informationen. Visualisierung über Medien erzeugt darüber hinaus eine Entlastung durch externe Kognitionen, diese können das Verstehen von bestimmten Lerninhalten durch strukturelles Ordnen und Wiedererkennen erleichtern und eine Verknüpfung zu internen Gedächtnisinhalten erleichtern. In diesem Sinne ist die Darstellung von Informationen in verschieden kodierter Form (nicht nur Text, sondern auch

Bilder und Grafiken) aus lerntheoretischer Sicht erforderlich.

### 3.2.2 Externe Visualisierung

Der Begriff „externe Visualisierung“ umschreibt das Auslagern kognitiver Inhalte aus dem Gehirn in eine sichtbare Darstellungsform. Das heißt, es werden sich bestimmte Strategien zu nutze gemacht, das eigene „Wissen“ (oder Ausschnitte davon) betrachten zu können. Dieses „Sichtbarmachen“ durch Externalisierung ist mit bestimmten lernfördernden Wirkungen verbunden, die Renkl und Nückles [192] folgendermaßen zusammenfassen:

1. Eine Hauptfunktion der externen Visualisierung ist die Förderung der **Tiefenverarbeitung** von Lerninhalten, auf die bereits im Abschnitt 3.1.7 verwiesen wurde. Die tiefere Verarbeitung kann durch mehrere Aktivitäten gefördert werden, die Renkl und Nückles [192] folgendermaßen zusammenfassen:
  - (a) Organisation des Lernstoffs: Herstellen von Zusammenhängen zwischen neuen Inhalten
  - (b) Reduktion: Identifikation der Hauptpunkte
  - (c) Elaboration: Herstellen von Zusammenhängen zwischen neuem Wissen und Vorwissen.
  - (d) Manche Autoren (u. a. Cox [193]) ergänzen die genannten Punkte noch durch Selbsterklärungsaktivitäten, die durch die Konstruktion externer Visualisierungen gefördert werden.

Darüber hinaus kann die Externalisierung besonders im Umgang mit problemorientierten, ressourcenbasierten Lernumgebungen eine Hilfe sein, das eigene Arbeitsgedächtnis zu entlasten. Auf diese Weise kann die Gefahr des „Cognitive Load“ reduziert werden (Sweller und Chandler [194]), welche häufig im Zusammenhang mit komplexen, internetbasierten Fragestellungen befürchtet wird. Das Leistungsvermögen des Gedächtnisses kann (durch frei gewordenen Speicherplatz) erweitert und komplexe kognitive Anforderungen können gemeistert werden (Cox und Brna [195]). Durch die Möglichkeit, Informationen mit Hilfe externer Repräsentationen erschließen zu können, werden zusätzliche Einsichten möglich, die zu einem tieferen Verständnis führen können. Das Organisieren eines Wissensgebietes, dabei das Erkennen und Darstellen von Zusammenhängen und die Reduktion der Lerninhalte auf wesentliche Stichpunkte stellen elementare Bereiche des Wissensmanagements dar.

2. Renkl und Nückles ziehen darüber hinaus das Beispiel heran, dass eine Darstellung als Diagramm häufig Informationen liefern kann, die im Text schnell überlesen werden können. So wird der Lernerin oder dem Lerner zusätzlich durch die explizit gemachte Information oder durch dargestellte Zusammenhänge darauf aufmerksam, was sie

oder er noch nicht verstanden hat. Durch die Erstellung der externalen Repräsentation können also Wissens- und Verstehenslücken aufgedeckt und evtl. geschlossen werden. Externe Visualisierung unterstützt somit auch die **Metakognition**.

3. Neben dem Aspekt der Tiefenverarbeitung und der Metakognition werden noch zwei weitere Lernvorteile deutlich. Zum einen sei die **Übersetzungsfunktion** genannt: Lernende müssen bei externen Repräsentationen häufig Informationen von einer Repräsentations-Art (z. B. Darstellung als Text) in eine andere Darstellungsweise (z. B. Darstellung als Tabelle oder Map) überführen und verstehen (Cox [193]). Der oder die Lernende muss den Inhalt also multipel repräsentieren (Renkl und Nückles [192]). Diese Fähigkeit deuten de Jong et al. [196] als expertenhaftes Verstehen, welches bereits hohe Lernerfähigkeiten impliziert.
4. Ein weiterer Vorteil wird darin gesehen, dass Lernende mit Hilfe ihrer externen Repräsentationen selbst besser lernen können und ihnen die mentalen Modelle damit schneller zugänglich werden. In diesem Fall hat die externe Visualisierung **Inferenzfunktion**. Die Lernenden können mit ihren eigenen Darstellungen lernen, was die Behaltensleistung verbessern kann.

Die genannten Punkte zeigen lernförderliche Funktionen der Externalisierung auf, die besonders bei computergestütztem Visualisieren zum Tragen kommen. Die Kombination eines computergestützten Programms mit dem menschlichen Gehirn und die Visualisierung als Verbindung zwischen den beiden erweist sich als wesentlich effektiver als die Arbeit des Gehirns ohne Unterstützungsmaßnahme (Ware, [170]). Die genannten Vorteile treffen besonders auf jene Lerner zu, die visuelle Strategien den verbalen vorziehen (vgl. Abschnitt 3.1.7).

Zusammenfassend lassen sich der externen Visualisierung eine Reihe lernförderlicher Wirkungen zuschreiben, wie der tieferen Verarbeitung oder der Metakognition. Diese Funktionen sind in mehrerer Hinsicht mit leistungssteigernder Wirkung oder einer Verbesserung der eigenen Lernkompetenz zu verbinden. Externalisierung durch Visualisierung kann dabei durch mehrere Techniken geschehen. Im Folgenden wird eine bekannte Visualisierungsmethode, das Mapping, vorgestellt, welche sich vor dem Hintergrund verschiedener Perspektiven als Unterstützungsmaßnahme im Schulkontext anbietet.

### 3.2.3 Mapping als Visualisierungstrategie

In Bereichen von Psychologie und Pädagogik wurden in den letzten 30 Jahren eine Reihe von Visualisierungswerkzeugen entwickelt, die das persönliche Wissensmanagement durch grafische Darstellung von Wissensstrukturen unterstützen sollen. Es handelt sich hierbei vor allem um Mapping-Techniken, die im Laufe der letzten Jahre immer mehr Zuspruch erfahren haben. Die anfängliche Entwicklung von Mapping-Methoden erfolgte zunächst aus eher pragmatischen Gründen, erst später kam besonders durch die Anbindung an Ausubels [197] „meaningful learning“ eine psychologische Auseinandersetzung zustande.

Gleichzeitig rückte mit dem Aufschwung der Kognitionspsychologie und der verstärkten Auseinandersetzung mit dem Thema „Lernen“ die individuelle Wissensrepräsentation in den Mittelpunkt der Betrachtungen. Dabei gelten die in der Kognitionspsychologie entwickelten Netzwerkansätze (vgl. Abschnitt 3.2.1) als wichtige Inspirationsquelle (Mandl und Fischer [2]).

„Maps“ sind strukturierte Visualisierungen von Wissens- oder Informationsinhalten. Sie können durch eine Vielzahl von Techniken entworfen werden, einen guten Überblick bietet das Buch „Structural Knowledge“ von Jonassen, Beissner und Yacci [10] (vgl. Haller [198]). Die weitaus bekanntesten Mapping-Methoden sind „Concept Mapping“ und „Mind Mapping“. Der Hauptunterschied zwischen Mind Maps und Concepts Maps ist bereits auf der Oberfläche erkennbar. Bei einer **Mind Map** strahlen von einem zentralen Schlüsselbegriff (Oberbegriff) mehrere Äste aus, die weitere Schlüsselbegriffe tragen (siehe Abbildung 3.8). Diese Äste verzweigen sich in einer nächsten Ebene weiter, dabei werden die Verbindungen zwischen den einzelnen Ästen nicht benannt. Die Map kann durch Farben und Symbole individuell gestaltet werden. Wie die Darstellung der Mind Map bereits andeutet, ist die Methode leicht zu erlernen und auch für jüngere Lernende geeignet.

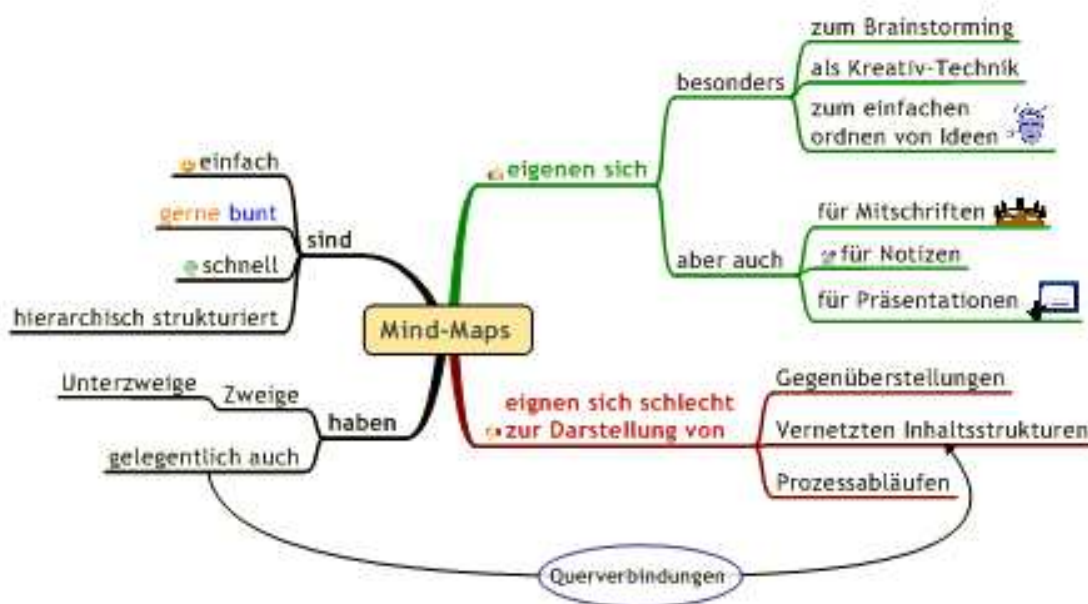


Abbildung 3.8: Exemplarische Mind Map; entnommen aus Haller [199]

**Concept Maps** sind gegenüber einer Mind Map geordneter, weil sie die Beziehungen zwischen den Begriffen abbilden. Sie sind oft hierarchisch aufgebaut (siehe Abbildung 3.9), es können aber auch Beziehungen zwischen den Unter- und Oberbegriffen angelegt werden. Die Beziehungen zwischen den Begriffen werden explizit durch „Links“ benannt.

Damit ist die Methode des „Concept Mappings“ anspruchsvoller und bedarf häufig eines ausgiebigen Trainings. Wörtlich ins Deutsche übersetzt sind Concept Maps sogenannte „Begriffs-Landkarten“ (Peuckert [200]).

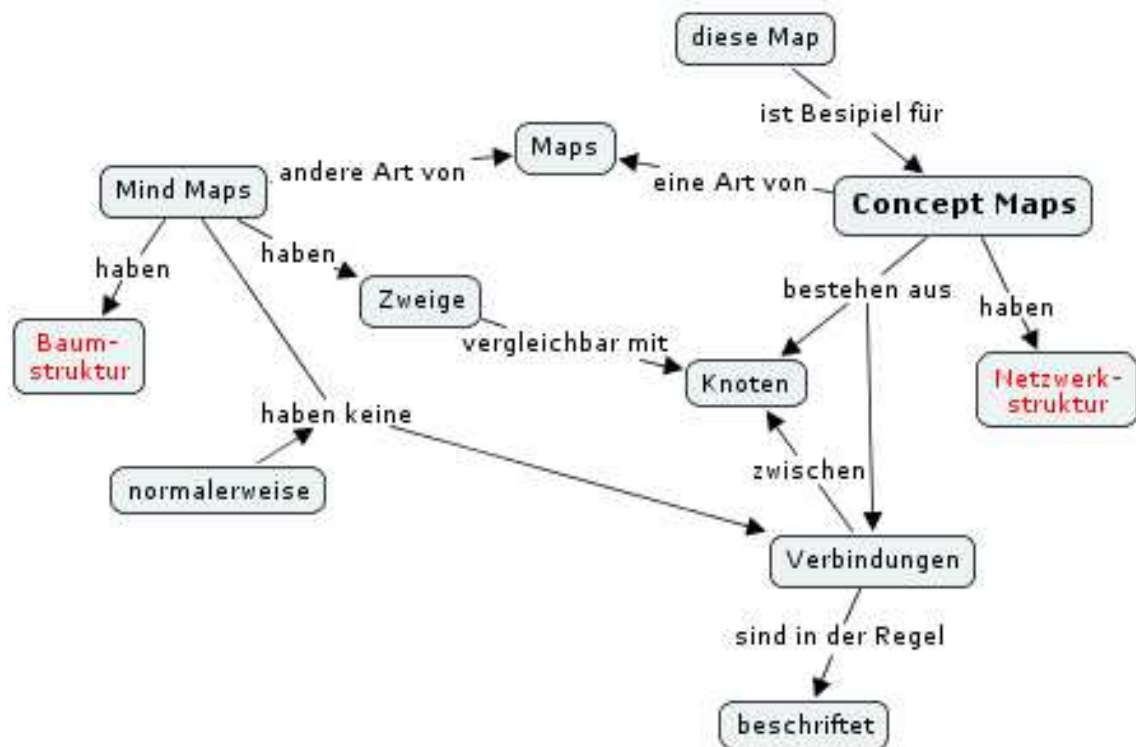


Abbildung 3.9: Exemplarische Concept Map; entnommen aus Haller [199]

Buzan und Buzan [201] sind die Entwickler des Mind Mappings, sie beziehen sich vor allem auf assoziative Gedächtnisstrukturen. Insofern zielt Mind Mapping darauf ab, assoziative Prozesse zu unterstützen, wie z. B. der Ideensammlung. Novak nimmt dagegen an, das Wissen im Gedächtnis als hierarchisch geordnetes Netzwerk von Begriffen repräsentiert ist (Novak und Gowin [202], Quillian [177] ) und entwickelte das Concept Mapping. Renkl und Nückles schreiben dazu:

„Versuchen wir nun, uns den Bedeutungsraum eines Begriffs durch Explikation seiner logisch-semanticen Relation zu anderen Begriffen zu erklären, lassen wir uns weniger von spontanen Assoziationen leiten, sondern gehen viel mehr systematisch und analytisch vor. Concept Maps sind in besonderer Weise dazu geeignet, diese analysierende Auseinandersetzung mit einem Inhaltsbereich zu unterstützen“ (Renkl und Nückles [192], S. 138).



Der unterschiedliche Entwicklungsursprung deutet allerdings nicht darauf hin, dass Mind Mapping das systematische und analytische Vorgehen ausschließt. Trotzdem muss anerkannt werden, dass Concept Mapping eine tiefere, detaillierte Darstellung der Sachverhalte durch das Benennen der Zusammenhänge einzelner Begriffe ermöglicht.

Es liegt nahe, dass Visualisierungsmethoden, die der netzartigen Struktur mentaler Repräsentationen ähneln, geeignet sein können, Wissen abzubilden oder Lernen zu fördern. Neuere Forschungsarbeiten zum Concept Mapping verzichten auf eine direkte Anbindung von Maps an kognitive Modelle (Ruiz-Primo und Shavelson [203]). Einerseits existieren keine einheitlichen Modellvorstellungen über die Organisation kognitiver Strukturen, die viel komplexer sind als die einfachen Netze z. B. einer Concept Map, andererseits zeigen Untersuchungen aber die Lernwirksamkeit von Begriffsnetzen. Somit werden Maps nicht als 1 : 1-Abbilder der kognitiven Struktur betrachtet, sondern in einem eingeschränkten Rahmen als „Modellierung von Teilaspekten des kognitiven Systems“ (Fischler und Peuckert [173]) beschrieben.

Die im vorherigen Abschnitt genannten Vorteile der externen Visualisierung gelten auch für die Mapping-Techniken, sie lassen sich sogar noch konkretisieren (vgl. Renkl und Nückles [192], S. 138):

1. Maps unterstützen die **Reduktion komplexer Sachverhalte** auf das Wesentliche (dargestellt als Schlüsselbegriffe).
2. Sie unterstützen die Organisation und Elaboration des Wissens, indem die Lernenden **Zusammenhänge zwischen Begriffen konstruieren** und deren Bedeutung darstellen. Zusammenhänge werden auf diese Weise explizit gemacht und sorgen für eine tiefere Verarbeitung der Informationen.
3. Die **tiefere Verarbeitung** kann sich positiv auf die Lernleistung auswirken, worauf im Abschnitt 3.1.6 verwiesen wurde. Mögliche Verstehensschwierigkeiten können beim Mapping dadurch aufgedeckt werden, dass Begriffe und die Beziehungen zueinander gefunden werden müssen.
4. Forschungsergebnisse belegen, dass Mapping-Programme **metakognitive Prozesse** und die Problemlösung unterstützen können (Holley und Dansereau [169]). Ein Verstehensprozess muss auf der Metaebene stattfinden, die ein In-Beziehung-Setzen der Informationseinheiten ermöglicht und so dem Lerner eine Selbstelaboration ermöglicht (durch explizites In-Beziehung-Setzen der Einheiten oder durch Anhängen einer Annotation). Eine Map stellt diese Metaebene bereit und dient als Basis für die Elaboration.
5. Runde et al. greifen die im vorherigen Abschnitt beschriebene **Übersetzungsfunktion** und die **Inferenzfunktion** auf und beschreiben sie beim Mapping folgendermaßen:

„Dinge, die zusammengehören, werden in räumlicher Nähe zueinander angeordnet, Oberbegriffe sind erkennbar. Abstrakte Inhalte werden so sinn-

lich wahrnehmbar. Durch Externalisierung wird somit das Arbeitsgedächtnis entlastet und logische Zusammenhänge werden erkennbar. Damit wird auch die (...) Inferenzfunktion erfüllt” (Runde, Bromme und Stahl [204], S. 136).

6. Computerbasiertes Mapping erlaubt über die genannten Funktionen hinaus, Wissen und Informationen direkt mit ihren Quellen über Hyperlinks darzustellen. Durch diese Funktionen können Mapping-Programme als kognitive Programme fungieren, die Wissen, Informationen und Informationsquellen darstellen und kognitive Prozesse optimieren (Jonassen et al. [10]). Es kann nicht nur Konzept-Wissen<sup>17</sup> dargestellt werden, Mapping-Programme repräsentieren darüber hinaus Inhaltswissen<sup>18</sup> (zum Beispiel in Form von Notizen, Texten und verschiedenen multimedialen Darstellungsformen) und Informationen zu den Ressourcen (z. B. Webseiten und Programme). Durch Mapping-Programme werden die Inhalte interaktiv zur Verfügung gestellt, sie sind klar strukturiert und im Zusammenhang dargestellt, was die Nutzung des Wissens optimiert.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass sich viele Vorteile der Externalisierung auf die Mapping-Techniken übertragen lassen (u. a. tiefere Verarbeitung der Wissensinhalte, Anregung metakognitiver Aktivitäten, das Bereitstellen von Quellen) und Mapping damit eine Hilfe im Lernprozess darstellen kann. Diese Annahme soll in den folgenden zwei Abschnitten näher diskutiert werden. Es wird zunächst die Lehr-Lernwirksamkeit von Mapping-Methoden analysiert, um anschließend zusammenfassend darzustellen, in welcher Weise diese Technik eine Unterstützung im selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernen leisten kann.

**Lern- und Lehrwirksamkeit von Mapping-Techniken** Der Einsatzbereich von Mapping-Techniken wird schwerpunktmäßig in der Verwendung als Unterstützungsmaßnahme im Lehr-Lernkontext gesehen. Das setzt voraus, dass mit Begriffsnetzen Wissensstrukturen von Lernenden auf irgendeine Art und Weise beschrieben oder externalisiert werden können (vgl. Abschnitt 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3). In mehreren Studien wurde die Lernwirksamkeit von Concept-Mapping untersucht. Die Ergebnisse geben aber meist weniger Aufschluss darüber, welche der Gründe für den Erfolg verantwortlich sind. Trotz der großen Beliebtheit von Mind Maps existieren dagegen nur wenig empirische Untersuchungen zur Effektivität dieser Visualisierungstechnik beim Lernen oder Generieren von Ideen (vgl. Jonassen et al. [10]).

Im Folgenden werden einige Untersuchungsergebnisse zur Lernwirksamkeit von Concept-Mapping vorgestellt. Es ist zu vermuten, dass sich die Ergebnisse teilweise auf das Mind Mapping übertragen lassen.

Theoretisch lassen sich einige Gründe finden, die für die Lernwirksamkeit von Mapping-

---

<sup>17</sup>Im Gegensatz zum Produktwissen ist das Konzeptwissen längerfristig gültig. Es beinhaltet die Konzepte, die fundamentalen Ideen von Sachthemen, die Zusammenhänge und die Gesamtheit der in einer Situation wirksamen Bedingungen.

<sup>18</sup>Inhaltswissen bezieht sich auf die konkreten (fachlichen) Inhalte eines gegebenen Sachgebietes.

Techniken sprechen. Zu einem großen Teil sind bereits in den vorherigen Abschnitten lernfördernde Aspekte der Visualisierung dargestellt worden, sie werden an dieser Stelle in Verbindung mit dem Mapping erneut aufgegriffen:

Da Maps als visualisierte Wissenseinheiten beschrieben werden, ist bei ihrer Verwendung auch stets das visuelle System beteiligt. Eine Map beinhaltet über das Maß beim Lesen eines Textes hinaus eine räumliche Repräsentation der dargestellten Inhalte. Es können die Vorteile des „dual-coding“-Effekts (vgl. Abschnitt 3.2.1) genutzt werden.

Auch im Hinblick auf die im Abschnitt 3.2.1 dargestellte Bildung von mentalen Modellen ist durch das Mapping eine Erleichterung zu erwarten. Da Concept Maps bereits Propositionen enthalten und der Inhalt durch eine räumliche Konfiguration repräsentiert wird, bietet die Concept Map Informationen für beide Wege der Modellbildung. Es wird lediglich eine einzige Darstellung erforderlich. Deshalb ist ein zusätzlicher kognitiver Aufwand zur Integration von Text und Bild nicht mehr nötig (vgl. Split-Attention Effekte aus Chandler und Sweller [205]). Haller schlussfolgert daraus:

„Speziell Concept Maps und verwandte Verfahren müssten demnach die Bildung von mentalen Modellen fördern“ (Haller [198], S.12).

Da die Knoten in einer Map feste Plätze haben und diese nicht ohne Eingriff des Lernenden geändert werden, geht man davon aus, dass der Nutzer der Map bald auch intern eine kognitive Landkarte („cognitive map“, Tolman [206]) ausbildet. Haller [198] formuliert die Schlussfolgerung folgendermaßen:

„Durch die Bildung von kognitiven Landkarten, welche ohnehin unwillkürlich abläuft, macht sich der Benutzer von Mapping-Verfahren seine bereits vorhandenen (wahrscheinlich sogar angeborenen) Fähigkeiten zur räumlichen Orientierung im „Wissensraum“ zunutze“ (Haller [198], S. 13).

Wie bereits in Bezug auf die Visualisierungseffekte (vgl. Abschnitt 3.2.2) herausgestellt wurde, können Maps die Tiefenverarbeitung z. B. durch das Darstellen von Zusammenhängen begünstigen. Außerdem erfordert das Mapping vom Benutzer das Reduzieren der Komplexität, wofür eine vertiefte kognitive Verarbeitung von Nöten ist (Fischer [184]). Die tiefere Verarbeitung kann sich positiv auf die Speicherung der Inhalte im Gedächtnis auswirken (Craik und Lockhardt [115]).

Untersuchungen belegen, dass das Anfertigen von Concept Maps ferner zu einer verbesserten Anwendbarkeit des erworbenen Wissens beitragen kann (Beissner [207]). Seine Studien aus dem medizinischen Bereich zeigten, dass Concept Mapping einen positiven Einfluss auf die Bewältigung von Problemlöseaufgaben hat. Ebenfalls lassen die bereits ausgeführten Bereiche Übersetzungsfunktion, Inferenzfunktion und die Unterstützung der metakognitiven Aktivität positive Lerneffekte vermuten (vgl. Abschnitt 3.2.2). Der Lerner ist durch das Externalisieren beim Mapping gezwungen, sich über die Inhalte klar zu werden. Unklarheiten werden dabei aufgedeckt und Fehlkonzepte erkannt. Durch das Mapping konzentriert sich die oder der Lernende auf das Thema und schafft eine externale Repräsentation seiner kognitiven Inhalte. Danach kann dieses „kognitive Substrat“ Aufschlüsse über die eigene

Denkweise geben. Durch diese „reflexible Eigenaktivität“ können positive Lerneffekte erwartet werden (Fischer [184]).

Jonassen et al. [10] berichten von Studien, welche den Vorteil des Vorhandenseins von strukturellem Wissen für die Fähigkeit zum Problemlösen hervorheben. Mapping fördert den Erwerb strukturellen Wissens und könnte somit das Problemlösen unterstützen.

Wieder andere Ergebnisse belegen, dass der Umgang mit Concept Maps das Textverständnis verbessern kann (Chang, Sung und Chen [208]; Chularut und DeBacker [209]). Von den Autoren wurde festgestellt, dass sich die Leistungen von Studierenden, die mit Concept Maps arbeiteten, im Hinblick auf die Qualität des erzielten Textverständnisses, das Ausmaß an metakognitiver Aktivität und die wahrgenommene Selbstwirksamkeit als erfolgreicher erwiesen als eine Vergleichsgruppe ohne Maps. Die Effekte der Untersuchung waren bei den Lernenden am größten, bei denen die Fachkenntnisse am geringsten waren. Damit könnte die Methode möglicherweise für lernschwächere Schülerinnen und Schüler eine gute Unterstützungsmöglichkeit im Lernprozess bieten.

O'Donell, Dansereau und Hall [210] fanden heraus, dass besonders diejenigen Lernenden vom Mapping profitieren, die niedrige verbale Fähigkeiten besitzen. Das erscheint logisch, wenn man die Möglichkeit betrachtet, dass mit Hilfe von Maps Wissen auch ohne viele Worte darzustellen ist. Insofern könnte durch Mapping die Sprachbarriere durchbrochen werden, an der viele Schülerinnen und Schüler scheitern, wenn sie ihr Wissen nicht verbal ausdrücken können. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass das Lernen mit Maps im Vergleich zum Lernen mit Texten tatsächlich mehr zentrale Gedanken des dargestellten Inhaltes behalten werden. Dies trifft besonders auf Lernerinnen und Lerner mit geringem Vorwissen zu, also jene Lernenden, die noch kein mentales Modell zum Thema besitzen. Andere Studien beschäftigen sich im Hinblick auf die Lernwirksamkeit zusätzlich mit der Einführung und Handhabung der Mapping-Technik als Lernstrategie. Diese Studien belegen, dass es im Umgang mit der Mapping-Technik im Wesentlichen darauf ankommt, wie das Mapping als Lernstrategie eingeführt wird. Die neue Methode kann nur in dem Maße greifen, wie die Lernenden in der Lage sind, sie zu beherrschen. Deshalb sollte die Einführung mit einem effektiven Training verbunden sein. Dansereau und McCagg [211] betonen ausdrücklich, dass im Hinblick auf alle Untersuchungsergebnisse zum Mapping von entscheidender Bedeutung ist, wie gut die Lernenden die Technik handhaben. Renkl und Nückles schlussfolgern:

„Dies bedeutet, dass Techniken der externen Visualisierung erst dann ihr volles Potential zum Tragen bringen, wenn sie selbst weitgehend beherrscht werden und wenn die Vorwissensvoraussetzungen es erlauben, korrekte Repräsentationen zu konstruieren. Ist dies nicht der Fall, müssen Lernende bei der Strategieausführung unterstützt werden“ (Renkl und Nückles [192], S.143).

Der Einführung einer neuen Methode und der Unterstützung beim Erlernen der Technik werden somit große Bedeutung beigemessen. Studien von Fiedrich und Mandl [212] und auch Untersuchungen von Chang et al. [208] belegen den hohen Wert instruktionaler Unterstützung beim Mapping, z. B. in Form von Anleitungen zum Vorgehen, gemeinsames Erstellen einer Map (Nückles et al. [213]) oder Expertenmaps. Im Sinne eines informierten

Trainings (Paris, Lipson und Wixson [110]) können die Lernenden ein grundlegendes Verständnis für die jeweilige Visualisierungstechnik erwerben. Sie lernen Vor- und Nachteile, Technik und Einsatzgebiete kennen. Bei der Konstruktion von Maps ist es sinnvoll, einen Leitfaden an die Hand zu geben. Solche Leitfäden finden sich z. B. bei Nückles et al. [213] und Jonassen et al. [10]. In einer schulischen Untersuchung von Neumann, Gräber und Tergan [214] wird von einer erfolgreichen Einbindung der Mind Mapping-Methode in den Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ berichtet.

In Schule, Universität und in der didaktischen Forschung werden Mapping-Techniken in drei groben Verwendungsbereichen eingesetzt als

1. Technik zur Vermittlung von (strukturiertem) Wissen, somit in der **Lehre**.

Bei der Mapping-Technik als Lehrstrategie steht die Förderung des Konzepterwerbs im Vordergrund. Der oder die Lehrende erläutert dabei die Merkmale und die Relevanz komplexer Begriffe mit Hilfe grafischer Begriffsnetztechnik. Es gibt dazu eine Reihe von Untersuchungen, speziell im Hinblick darauf, wie sich Lehrende selber den Inhalt verständlicher machen können. Außerdem wird untersucht, wie Lehrende vorgehen, um den Unterricht systematisch vorzubereiten und so zu verbessern. Danserau und McCagg [211] haben dazu das Lernen mit sogenannten Expertenmaps analysiert. Dabei werden im Zusammenhang mit den Anwendungsformen der Expertenmaps zwei Befürchtungen genannt (vgl. Mandl und Fischer [2]): Einerseits wird befürchtet, dass Lernende sich beim Bearbeiten der Expertenmaps vor allem an den Konzepten (Knoten), nicht aber an den Relationen orientieren. Andererseits wird angenommen, dass Lernenden ein tieferes Verständnis des Inhaltsgebiets vorenthalten wird, welches sie durch das selbstständige Erstellen einer Map erlangen könnten.

2. Unterstützungsmaßnahme in Form eines „Kognitiven Werkzeugs“ (im Sinne von Jonassen [215]) beim **Lernen**.

Als Lernstrategie können Mapping-Techniken dann eingesetzt werden, wenn Lernende mit diesem Werkzeug vertraut gemacht werden und ihnen dieses dabei hilft, selbstständig Lerngebiete zu erarbeiten. Die aufgeführten Lernvorteile einer externen Visualisierung können die Entscheidung unterstützen, Mapping als Lernstrategie einzusetzen. In einem Ansatz von Aebli [216] wird zudem die zentrale Annahme vertreten, dass das systematische Durcharbeiten eines Begriffnetzes bezüglich des Behaltens und der Begriffsflexibilität besonders lerneffektiv ist. Horton et al. [217] zeigten zudem, dass die Anwendung von Concept Maps im Unterricht nicht nur die Leistung verbesserte, sondern darüber hinaus auch einen positiven Effekt auf die Einstellung zum Unterricht hatte.

Die Mapping-Technik stellt zudem eine Lernstrategie dar, die auch von zwei oder mehreren Personen gemeinsam verwendet werden kann. Es wird sogar die Auffassung vertreten, dass Mapping-Techniken beim **kooperativen Lernen** mehr darstellen können als in Einzelarbeit: Zwei oder mehr Lernende bearbeiten Lernaufgaben und haben die Mapping-Technik als „Visualisierung eines gemeinsamen Problemraums“ zur Verfügung, um Informationen zu strukturieren. Diese Strukturierungs- und Koordinierungshilfe kann sich in komplexen Lernumgebungen als effektiv erweisen, in

denen die Lernenden nicht direkt miteinander in Kontakt stehen, sondern computervermittelt kommunizieren (vgl. Mandl und Fischer [2]).

3. **Prüfungsinstrument** zur Diagnose von Vorwissen und zur Evaluation des Lernerfolgs.

Durch viele der bisher aufgezeigten Lernvorteile können Mapping-Verfahren auch zur Wissensdiagnose eingesetzt werden. Es können Unklarheiten und Fehlkonzepte aufgedeckt, Aufschlüsse zur Denkweise gegeben und strukturelles Wissen abgebildet werden. Die von den Prüflingen erstellte Map kann nach den formalen Kriterien bewertet oder mit einer Expertenmap verglichen werden (vgl. Dissertation Stracke [175]). Eine Übersicht über Studien, in denen Mapping zur Wissensdiagnose genutzt wird, geben Mandl und Fischer [2].

Die genannten Bereiche werden im Abschnitt 3.2.4 im Hinblick auf ihren Einsatzbereich im schulischen Kontext betrachtet.

Zusammenfassend bestätigen viele Ergebnisse die Lern- und Lehrwirksamkeit des Mappings. Nicht zuletzt zeigt das umfangreiche Forschungsinteresse das hohe Potential der Mapping-Methode. Lernen mit Hilfe von Mapping wird u. a. mit einer Erhöhung des Textverständnisses, einer Verbesserung der Anwendbarkeit des erworbenen Wissens und erhöhter metakognitiver Aktivität verbunden. Zudem werden lernschwächere Schülerinnen und Schüler und jene mit schwachen verbalen Fähigkeiten durch das Mapping gefördert. Die Lernwirksamkeit im Lehr-Lernkontext legt die Vermutung nahe, Mapping könnte als kognitives Werkzeug zum selbstgesteuerten Lernen und zum persönlichen Wissensmanagement eingesetzt werden. Auf diesen Bereich wird im Folgenden eingegangen.

**Mapping im selbstgesteuerten Lernprozess** Wie bereits in den vorherigen Abschnitten aufgezeigt wurde, lassen sich einige Lernvorteile der Mapping-Methode aufzeigen. Mapping eignet sich u.a. zum Einsatz als Lehr- und Lernstrategie (vgl. Abschnitt 3.2.3) und unterstützt als Visualisierungsstrategie lernfördernde Prozesse der Externalisierung von Wissen. Im Folgenden wird aufgezeigt, in welcher Hinsicht die Vorteile des Mappings das selbstgesteuerte Lernen unterstützen können.

Holley und Dansereau [169] betonen ganz allgemein die Förderung der konstruktivistischen Lernkultur durch den Einsatz von Visualisierungsstrategien. Die Lernenden werden durch den Einsatz von Visualisierungsstrategien selbstständig tätig, müssen durch das Externalisieren die eigenen Wissensinhalte aufdecken, diese bearbeiten und anschließend Internalisieren. Während dieser Tätigkeit werden Wissenslücken sichtbar und der eigene Lernprozess beobachtbar. Diese Aktivitäten sind spezifisch für die konstruktivistische Lernkultur, in der Selbststeuerung gefordert und gefördert wird.

Darüber hinaus weisen einige Funktionen des Mappings auf eine Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens hin. Friedrich [42] unterteilt das selbstgesteuerte Lernen in vier Anforderungsbereiche: Kognition, Motivation, Ressourcennutzung und soziale Interaktion. Davon werden zumindest zwei Bereiche durch das Mapping unterstützt, auf die bereits im Abschnitt 3.2.3 verwiesen wurde. Näher betrachtet wird somit der kognitive Bereich und die Ressourcennutzung (vgl. Friedrich [42], Haller [198]).

## 1. Kognition

Wie es bereits im Abschnitt 3.1.2 herausgestellt worden ist, kann der effektive und adäquate Einsatz von Lernstrategien als zentrale Voraussetzung des selbstgesteuerten Lernens betrachtet werden. Friedrich [42] teilt die für die Selbststeuerung nötigen kognitiven Strategien in drei Gruppen: Enkodier-, Erhaltungs- und Abrufstrategien. Für diese Anforderungsbereiche scheinen Mapping-Verfahren gut geeignet.

- (a) **Enkodierstrategien:** Vielfach wird betont, dass die Aktivierung von Vorwissen und das Anknüpfen an dieses Gelernte bei der Aneignung von neuem Wissen von großer Bedeutung ist (Ausubel, Novak und Hanesian [218]; Friedrich und Mandl [94]). Das Mapping bietet bei der Aktivierung von Vorwissen eine herausragende Unterstützung. Das Vorwissen kann leicht externalisiert werden und neue Inhalte können direkt mit den gemappten Informationen in Zusammenhang gebracht werden. Mapping-Verfahren eignen sich somit zur Elaboration der gelernten Inhalte.
- (b) **Erhaltungsstrategien:** Zur Erhaltung des gelernten Inhalts kann das Wissen durch die bloße Betrachtung der Map aufgefrischt werden. Eine Map enthält Hinweisreize (Cues), welche die mit ihnen verknüpften Gedanken reaktivieren und so ihrem Vergessen entgegenwirken können (vgl. Haller [198]).
- (c) **Abrufstrategien:** Durch das Mapping werden Informationen in einem bestimmten Kontext abgelegt. Durch die Hinweisreize sollte sich die Map auch zur Unterstützung des Abrufs gezielter Inhalte aus dem Gedächtnis eignen.

Diese kognitiven Bereiche können weitere Anwendungsmöglichkeiten des Mappings begünstigen, wie z. B. Inhalte strukturiert darstellen, Überblick über ein Sachgebiet verschaffen, Zusammenhänge erkennen und somit Querbezüge schaffen, als Grundlage zur Elaboration, zur Korrektur, zur Erinnerung oder zur Erweiterung und somit auch zur metakognitiven Reflexion. Spezielle Einsatzgebiete des Mappings im Unterricht sind im Abschnitt 3.2.4 dargestellt.

## 2. Ressourcenorganisation

Eine weitere von Friedrich [42] beschriebene Komponente des selbstgesteuerten Lernens ist die Ressourcenorganisation. Wird ein Mapping-Programm zur Repräsentation und zur Organisation des eigenen Wissens genutzt, wie es zuvor beschrieben wurde, entsteht mit der Zeit eine umfangreiche, persönliche „Wissensmap“. Externe Wissenressourcen (u. a. Notizen, Internetseiten, Dokumente, Literaturangaben) können mit der Map direkt verknüpft werden. Dies führt zu einer neuen Verknüpfung, welche Haller folgendermaßen beschreibt:

„...es wird möglich, interne (mentale) durch externe Wissenressourcen anzureichern“ (Haller [198], S. 17).

Zu dieser Ansicht schlägt Tergan [219] das Modell der Abbildung 3.10 vor. Das Mapping-System repräsentiert die kognitive (internale) Ebene und bietet gleichzeitig

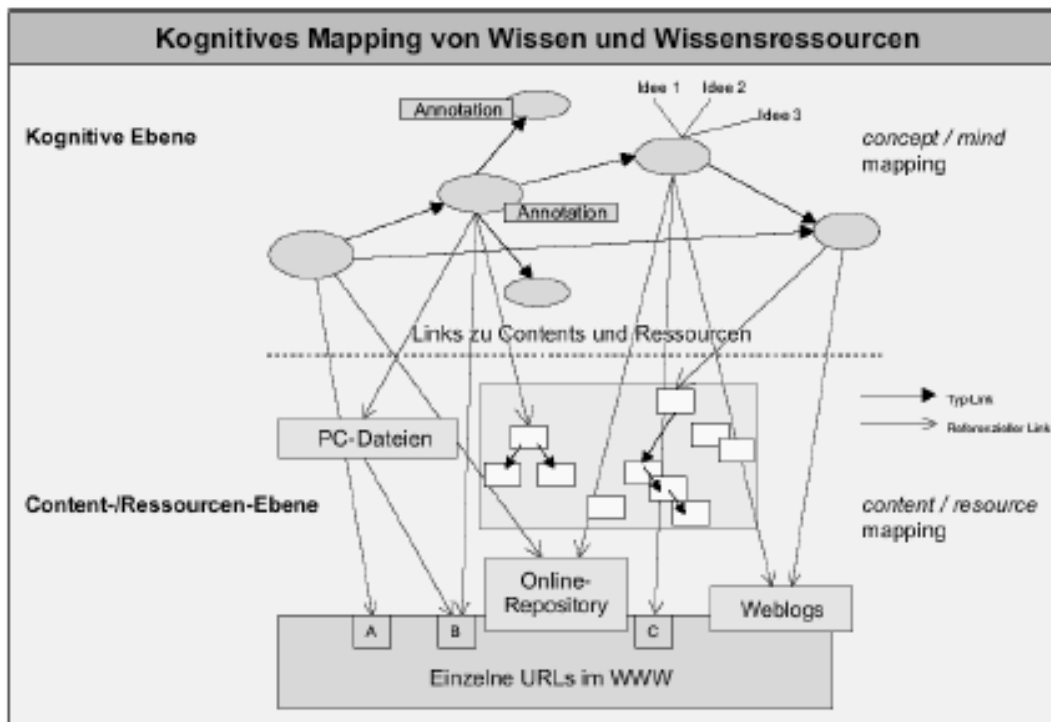


Abbildung 3.10: Schema einer Wissensorganisation von Tergan [219]; entnommen aus Haller [198]

Zugriff auf externe Ressourcen (Content-/Ressourcen-Ebene, siehe Abbildung 3.10), die mit den jeweiligen Konzepten verknüpft sind. Beide Ebenen können zudem mit Notizen versehen werden. Durch das bloße Betrachten einer Map könnten die visuellen Hinweisreize ein Erinnern an die externalisierten und die externen (Ressourcen-) Inhalte begünstigen. Dazu müssten diese allerdings zusammen kogniziert worden sein. Haller schlussfolgert daraus:

„Aus Sicht der Ressourcenorganisation erscheint es somit sinnvoll, zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens und zum persönlichen Wissensmanagement, Mapping-Systeme sowohl für das Festhalten und Strukturieren eigener Gedanken einzusetzen, als auch für das Verknüpfen, Einbinden, Annotieren externer Ressourcen einzusetzen“ (Haller [198] S. 16).

Empirische Untersuchungen belegen, dass ressourcenbasiertes Lernen, wie es im Abschnitt 3.1.8 beschrieben wurde, dem Lernen aus Lehrbüchern vorzuziehen ist (Lavery [220]). Besonders hervorgehoben wird dabei das Lernen mit Hypertexten (vgl. Abschnitt 3.1.9). Hypertextuelles Lernen ist aber mit der Gefahr eines Orientierungsverlusts verbunden. Mapping-Verfahren ermöglichen dem Lernenden, seine Lernressourcen in einer einzigen Struktur zu organisieren und sich daran zu orientieren.



Dabei könnten die Ressourcen als ein Knoten in der Map repräsentiert werden. Die Beziehungen zwischen den einzelnen Quellen könnte so direkt sichtbar gemacht (und bei Concept Maps benannt) werden. Die Informationen über die Quellen selbst können auch gemappt werden oder mit Notizen versehen werden. Auf diese Weise kann die Organisation komplexer Wissensbestände durch Visualisierungsmethoden (z. B. Mapping-Strategien) unterstützt werden (Jonassen, Beissner und Yacci [10]; Mandl und Fischer [2], S.136).

Ein weiterer zentraler Bereich des selbstgesteuerten Lernens ist der des Wissensmanagements (vgl. Abschnitt 3.1.8), dieser hängt eng mit dem Ressourcenmanagement zusammen. Hauptziel des Wissensmanagementprozesses ist die Wissensnutzung. Entscheidungs- und Problemlöseprozesse werden nicht nur durch das Bereitstellen von Informationen begünstigt, vielmehr müssen kognitive Prozesse unterstützt werden, wie z. B. das Strukturieren, das Darstellen von Zusammenhängen oder die Organisation. Mapping-Verfahren können durch Unterstützung dieser Bereiche eine anwendungsbezogene Nutzung von Wissen erleichtern (vgl. Haller [198]). Durch die Förderung von metakognitiven Prozessen (vgl. Abschnitt 3.1.3 und Abschnitt 3.2.2) wird auch das Wissensmanagement unterstützt. Durch Mapping-Verfahren können die Problemlöseprozesse analysiert, bewertet und optimiert werden. Das Potential von Mapping-Programmen für das Managen von Informationen und ihrer Ressourcen ist durch mehrere Forschungsergebnisse belegt (u. a. zusammengestellt in „Knowledge and Information Visualization“ von Tergan und Keller [221]).

Die von Friedrich angeführten Komponenten des selbstgesteuerten Lernens werden in den aufgezeigten zwei Bereichen (Kognition und Ressourcenorganisation) durch Mapping-Verfahren unterstützt. Dabei sind positive Auswirkungen auf die Motivation der Lernenden zu erwarten. Es ist darüber hinaus zu vermuten, dass auch die soziale Interaktion durch Mapping gefördert werden kann. Mapping kann sich in problemorientierten Lernszenarien als hilfreich erweisen, um die Ideengenerierung und die Kommunikation in Lerngruppen zu erleichtern (vgl. Abschnitt 3.2.3).

Zusammenfassend kristallisieren sich vor dem Hintergrund des behandelten Kontextes zwei zentrale Bereiche heraus, welche die persönliche Wissenorganisation im selbstgesteuerten Lernenprozess unterstützen können. Zum einen unterstützt und entlastet die externale Repräsentation von Informationen das Arbeitsgedächtnisses und es resultieren die damit verbundenen Vorteile wie z. B. die erleichterte Elaboration eigener Wissensbestände. Andererseits helfen Mapping-Verfahren zur Organisation externer Wissensressourcen und unterstützen somit das ressourcenbasierte Lernen.

### **3.2.4 Mapping im Unterricht**

Es gibt eine Reihe von Untersuchungen, die sich mit der Frage beschäftigen, wie Mapping-Techniken von Lehrenden genutzt werden können, um sich selbst über Inhalte bewusst zu werden, den Unterricht systematisch vorzubereiten und ihn so individuell zu verbessern (Jonassen et al. [10]). In den vorherigen Abschnitten wurde herausgestellt, welche lernför-

dernden Aspekte der Einsatz der Mapping-Methode als Visualisierungsstrategie darstellt. Diese Aspekte sind zentrale Voraussetzung, um den Einsatz im schulunterrichtlichen Kontext zu rechtfertigen. Renkl und Nückles [192] ergänzen diese Aspekte durch zwei weitere Bereiche, die den Einsatz von Mapping im schulischen Unterricht sogar hervorheben:

1. Die Beherrschung von Visualisierungstechniken wie dem Mind Mapping ist eine **fächerübergreifende, transferierbare Fertigkeit**, die in unterschiedlichen Wissensgebieten eingesetzt werden kann. Somit bietet sie eine gute Strategie für den Unterricht. Die Verwendung von Visualisierungstechniken unterstützt die Forderung das Lernen zu lehren.
2. Durch den Einsatz von Visualisierungsmethoden wird nicht nur die Interpretation grafischer Darstellungen gefördert, sondern auch die Fähigkeit, **verschiedene Repräsentationsarten** (Text, Bild) aufeinander zu beziehen. Diese oft fehlende Kompetenz ist vor dem Hintergrund wachsender multimedialer Lernangebote von besonderer Bedeutung (vgl. de Jong et al. [196]; Mayer und Moreno [222]) und muss in der Schule gefördert werden.

Aus lehr-lerntheoretischer Sicht sollte dem Einsatz der Mapping-Methode im unterrichtlichen Kontext durch viele lernfördernde Aspekte wenig im Wege stehen. Allerdings geht es bei der Förderung des selbstgesteuerten Lernens im Unterricht um mehr als die reine Lernförderung. Die Methode muss - wie bereits im Abschnitt 3.2.3 erwähnt - handhabbar sein. Die Effektivität einer Methode hängt davon ab, wie gut die Lernenden die neue Strategie akzeptieren, sie einsetzen und beherrschen. Im unterrichtlichen Kontext bedeutet dies, dass die Methode ohne umfangreiches Training einsetzbar sein sollte. Zudem muss das „Mapping“ in den Unterricht implementierbar und möglichst in den herkömmlichen Schulunterricht integrierbar sein. Es wird im Folgenden herausgestellt, wo und auf welche Art und Weise das Mapping im Unterricht eingesetzt werden kann, um die Schülerinnen und Schüler beim selbstgesteuerten Lernen zu unterstützen. Um diese Aspekte des schulischen Einsatzes zu durchleuchten, wird die Methode des Mind Mappings ausführlicher vorgestellt. Das Concept Mapping wird dabei lediglich im Vergleich zum Mind Mapping Beachtung finden.

Das Mind Mapping wurde erstmals zu Beginn der 70er Jahre von dem **Erfinder Tony Buzan** publiziert. Der Kommunikationsforscher versuchte, seine Gedankenstruktur nicht in eine lineare Struktur zu pressen, sondern als „Chaos“ auf dem Papier abzubilden. Dabei rückte er zunächst das Oberthema in das Zentrum des Blickes. Von diesem Zentrum aus orientierte sich der Blick in alle Richtungen des Bildrandes und alle weiteren Begriffe gruppierten sich um das Zentrum (vgl. dazu Abbildung 3.11). Die Grundregeln des Mind Mappings sind in den Werken von Buzan [223] wie beispielsweise „Mind Mapping - Der Weg zu ihrem persönlichen Erfolg“ nachzulesen.

Die dargestellte Mind Map macht bereits deutlich, wie einfach die Technik des Mind Mappings zu erlernen ist. Das scheint ein entscheidender Vorteil im Gegensatz zum

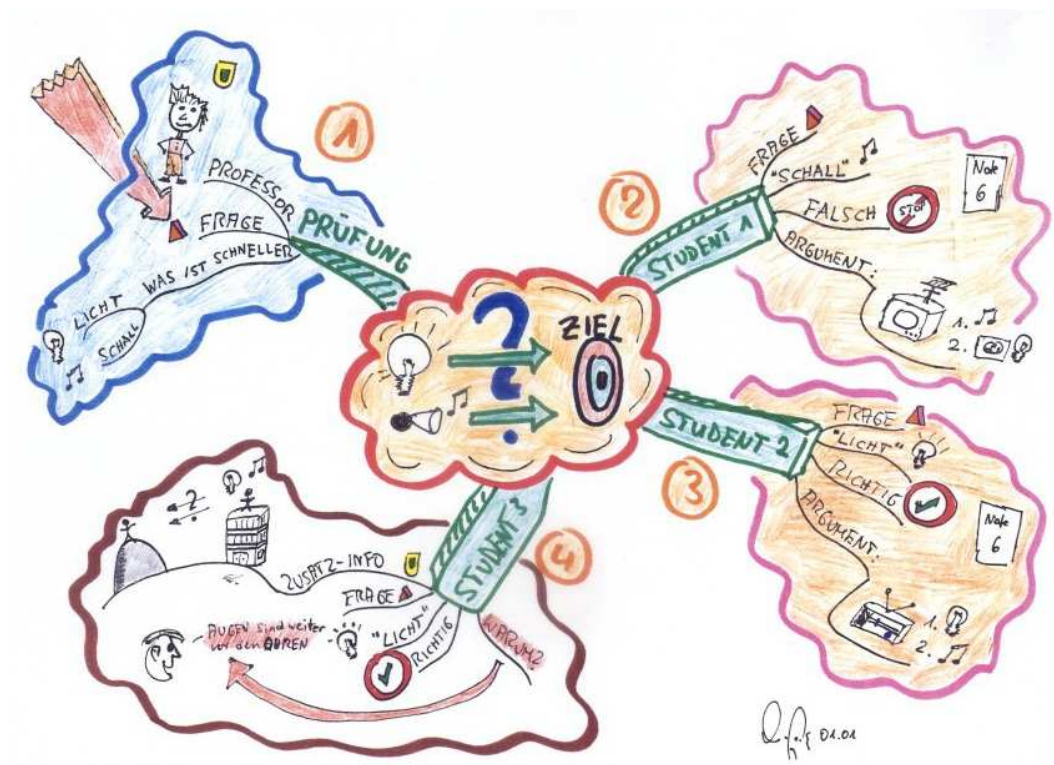


Abbildung 3.11: Handgezeichnete exemplarische Mind Map [224]; entnommen dem Internet unter [www.mind-mapping-seminare.de](http://www.mind-mapping-seminare.de)

Concept-Mapping zu sein, bei dem längere Übungsphasen von Nöten sind, um ein effektiven Umgang zu gewährleisten. Das Mind Mapping kann von ungeübten Schülerinnen und Schülern eingesetzt werden und diese beim Lösen von Fragestellungen unterstützen. Der Unterricht bietet dabei eine Fülle fachunabhängiger Einsatzmöglichkeiten für das Mind Mapping, die im Folgenden beispielhaft aufgezeigt werden. Dabei handelt es sich bei den ersten drei Punkten um Einsatzbereiche, die bereits in vorherigen Abschnitten behandelt wurden, diese werden aufgrund der zentralen Bedeutung und der Vollständigkeit halber nochmals erwähnt. Grundsätzlich lassen sich Maps für jede Altersstufe von Lernenden verwenden. In der Literatur sind Untersuchungen von Concept Maps im Elementarbereich bis zur Erwachsenenbildung beschrieben. Bei den Berichten handelt es sich aber oft nur um Erfahrungsberichte von Lehrkräften über den Einsatz im Unterricht. Im Grundschulbereich wird seit längerem diskutiert, ob wegen der wenig ausgebildeten Schreibkompetenz Bilder anstelle von Wörtern verwendet werden sollen.

Weiterhin werden Mapping-Techniken in nahezu allen Wissensgebieten eingesetzt. Es finden sich Untersuchungen in Mathematik, Deutsch und Fremdsprachenunterricht und vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie und Physik. Für Chemie sind vergleichsweise wenige Untersuchungen bekannt. Im deutschsprachigen Raum finden sich die meisten Untersuchungen im chemischen Bereich bei der Arbeitsgruppe um

Sumfleth [225]. Eine Studie von Stracke [175] beschreibt die Anwendung des Concept Mappings von Chemie-Studenten. Im englischsprachigen Raum finden sich deutlich mehr Studien zur Anwendung der Mapping-Methode im (Lern-) Kontext Chemie.

Als Einsatzgebiete lassen sich vor allem die im Abschnitt 3.2.3 aufgezeigten drei Bereiche beschreiben (Lehrmethode, Lernmethode, Prüfungsmethode). Im schulischen Unterricht kann Mind Mapping speziell eingesetzt werden...

**1. ...als externes Gedächtnis:**

Im Hinblick auf die Informationsflut ist es wichtig, sinnvolles Wissen zu speichern und „überflüssige“ Informationen auszulagern und bei Bedarf abrufen zu können. Die Mind Map bietet Gelegenheit, das Grundsätzliche (in reduzierter Form) darzustellen. Dadurch wird die Gefahr von „Cognitive Load“ durch einen Überfluss an Informationen reduziert. Wissen, Informationen und Quellen können extern dargestellt und bearbeitet werden. Neues Wissen wird leichter verarbeitet und länger behalten. Durch das Visualisieren erhält die Schülerin bzw. der Schüler zudem Aufschluss über das eigene Lernverhalten und über die eigenen Wissenslücken. Somit werden metakognitive Prozesse unterstützt. Das Mapping als externes Gedächtnis ist an keinen fachlichen Kontext gebunden. Mind Maps können sowohl als Hilfe bei der Bearbeitung komplexer naturwissenschaftlicher Fragestellungen als auch zur Visualisierung des Wissens in Geschichte oder jedem anderen Fach eingesetzt werden.

**2. ...um Informationen zu ordnen und zusammenzufassen:**

Im Hinblick auf die oben erwähnte Informationsflut und der wachsenden Forderung danach, sich ein Leben lang Informationen unterschiedlichster Art zu beschaffen und diese zu beurteilen, werden Methoden erforderlich, die diese Informationen geordnet und strukturiert darstellen können. Mind Maps stellen relevantes Material (Wissen, Informationen, Quellen) in einer klaren Form dar, an das man sich deshalb besser erinnern kann (vgl. Buzan [201]).

**3. ...zur Darstellung von Zusammenhängen und Beziehungen:**

Ein deutlicher Vorteil des Mappings liegt in der Darstellung von Zusammenhängen und Beziehungen. Die grafische Darstellung verdeutlicht, in welcher Beziehung bestimmte Themenbereiche stehen. Das Erkennen von Zusammenhängen ermöglicht eine tiefere Verarbeitung und die Übertragung der Sachverhalte auf andere Themengebiete. Diese Übertragung erworbenen Wissens auf verwandte Themengebiete ist zentral bei der (schulischen) Vermittlung von Sachverhalten.

**4. ...zum Brainstorming:**

Zu Beginn eines neuen Themas ist es lehr-lerntheoretisch sinnvoll, an das Vorwissen oder die Alltagsvorstellungen der Lernenden anzuküpfen, wie es auch die konstruktivistische Lernkultur vorschreibt. Die Schülerinnen und Schüler können ihr Vorwissen mit Hilfe einer Mind Map in einfacher, schneller Form sammeln und strukturieren.

**5. ...um Gedanken reifen zu lassen:**

Haben die Lernenden ihre Gedanken in einer Map zusammengefasst und ggf. mit

neuen Informationen verknüpft, bietet es sich an, die Gedanken noch etwas reifen zu lassen, die sich um das Thema der Map drehen. Eine Map ist niemals fertig. Sie kann als einfaches Brainstorming beginnen und dann geordnet, ergänzt oder ganz verändert werden. Der Kreativität und damit dem freien Gedankenlauf sind keine Grenzen gesetzt. Neue Assoziationen können entstehen und Inhalte aus anderer Perspektive durchleuchtet werden. Dieses eindringliche „Betrachten“ eines Sachgebietes kann zum tieferen Verständnis und längeren Behalten beitragen.

**6. ...zur Reflexion oder Wiederholung:**

Gerade am Ende einer Unterrichtseinheit bietet das Mapping die Gelegenheit, Inhalte in ihren Grundzügen und Zusammenhängen zu wiederholen. Dabei können die Schülerinnen und Schüler noch einmal eine Map zur Unterrichtseinheit darstellen, sie können ihre eigene Map überarbeiten oder es werden nur Schlüsselwörter von der Lehrkraft genannt, die noch einmal dargestellt werden, um sich der Zusammenhänge klar werden zu können. Darüber hinaus kann das nochmalige Betrachten der eigenen Map Rückschlüsse über die eigene Lernhandlung geben. Die Lernenden können nachvollziehen, wie sie während der Bearbeitung des Sachgebietes vorgegangen sind und ihr Vorgehen überdenken.

**7. ...zur Unterrichtsnachbereitung:**

Schülerinnen und Schüler können anhand einer Map die Inhalte wiederholen, sichern und nach Bedarf vertiefen. Die Map kann den Schülerinnen und Schülern bei der Vorbereitung auf eine Leistungsüberprüfung wichtige Hilfestellung geben.

**8. ...um Projekte zu planen:**

Durch die leichte Möglichkeit, Gedanken und Ideen in einer Map festzuhalten, bietet sich das Mind Mapping hervorragend an, um Projekte zu planen. Diese Lernhandlung wird erforderlich, wenn die Schülerinnen und Schüler selbstständig Projekte bearbeiten sollen. Sie können Planungspunkte mappen und anschließend nacheinander abarbeiten.

**9. ...um Referate zu halten:**

Das Planen, Vorbereiten und Halten von Referaten ist fester Bestandteil des schulischen Alltags. Anhand einer Mind Map können die Schülerinnen und Schüler diese Lernhandlungen ausführen und sich beim Halten des Referates an den einzelnen Zweigen orientieren.

**10. ...als Gruppenmaps:**

Im schulischen Unterricht ist Gruppenarbeit eine effektive Methode zur Wissensaneignung. Wie bereits im Abschnitt 3.2.3 erwähnt, bietet eine Mind Map die Gelegenheit während des kooperativen Lernens den gemeinsamen Wissensbestand abzubilden. Die Schülerinnen und Schüler können eine Map gemeinsam erstellen, den Sachverhalt illustrieren und auf diese Weise besser diskutieren. Wissensdefizite und Fehlvorstellungen können aufgedeckt werden.

## 11. ...als Lehrermaps:

Die bis hier hin aufgezeigten Vorteile und Einsatzgebiete des Mappings können auch von der Lehrkraft genutzt werden. Der oder die Lehrende kann vor der Unterrichtseinheit das Sachgebiet strukturieren, die Unterrichtsstunden planen und übersichtlich darstellen. Dabei werden Wissensdefizite sichtbar und das Lernfeld auf die wichtigsten Kernaussagen reduziert. So kann die Map während der gesamten Unterrichtszeit als Orientierungshilfe dienen.

Die Lehrkraft kann eine Map aber auch als Anschauungsmaterial oder Expertenmap den Schülerinnen und Schülern vorstellen und diesen als Orientierungshilfe dienen.

Es kann zusammenfassend festgehalten werden, dass vielfältige Einsatzgebiete des Mapping-Einsatzes im Unterricht vorliegen. Die Methode kann somit eine effektive Lern- und Organisationshilfe für die Schülerinnen und Schüler bieten. Durch den regelmäßigen Einsatz ist zu erwarten, dass Schülerinnen und Schüler weniger Zeit brauchen, um sich Notizen zu machen und diese später auszuwerten. Zudem lassen sich Gedanken, Ideen, Informationen u. a. leichter notieren und strukturieren, was dazu führen kann, dass die allgemeine Informationsflut deshalb besser zu bewältigen ist. Mapping-Verfahren können darüber hinaus den Schülerinnen und Schülern dabei helfen, ihre Gedanken und ihr Wissen in dem geforderten Lernkontext zu eruieren, zu konstruieren, zu strukturieren und zu restrukturieren, zu elaborieren, zu evaluieren, zu lokalisieren, auf sie zuzugreifen, mit ihnen zu kommunizieren und eigene Ideen zu entwickeln (Jonassen, Beissner und Yacci [10]). Diese Vorteile sind elementar für jede Lernhandlung und können die Lernenden somit auch beim selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernen unterstützen.

Viele der genannten Vorteile beziehen sich insbesondere auf das computergestützte Mind Mapping. Im Folgenden wird darauf Bezug genommen und ein Computerprogramm vorgestellt, das sich an den Grundregeln des Mind Mappings von Buzan orientiert und es ermöglicht, Mind Maps auf dem Computer zu entwerfen.

**Computergestütztes Mind Mapping** Der Einzug neuer Technologien in fast alle Lebensbereiche hat auch vor der Methode des Mind Mappings nicht Halt gemacht. Es gibt inzwischen einige Programme, mit denen man Mind Maps am Computer entwerfen kann wie zum Beispiel „Mind Mapper“ und „Visual Mind“. Ein bekanntes Programm ist der „**Mind Manager**“ mit den Editionen **Business**, **Standard** und **Smart**. Das Programm hat in einem Vergleich mit anderen Mind Mapping-Programmen die beste Wertung erhalten (Haller [198] S. 43). Der „Mind Manager“ wurde von Michael Jetter mit dem Ziel entwickelt, den Grundgedanken des Mind Mappings umzusetzen und ein kreatives Computertool zu erschaffen. In sehr vielen Bereichen wird das Programm diesem Anspruch gerecht. Das Programm richtet sich nach den „Grundregeln zur Erstellung einer Mind Map“ von Tony Buzan. Dieser Bezug wird im Folgenden kurz dargestellt (anteilig entnommen aus Kommer und Reinke [226]):

1. Wie es die Grundregeln vorschreiben, wird eine Map grundsätzlich im Zentrum des Blattes/Bildschirmes begonnen. Der „Mind Manager“ stellt zu Beginn in der Mitte

des Bildschirms eine Fläche zur Verfügung, in die das Thema eingetragen werden kann.

2. Einer der Mind Mapping-Grundsätze ist es, dass das Hauptthema bereits **vor** dem eigentlichen Mapping-Prozess möglichst anschaulich hervorgehoben wird. Dafür stellt der „Mind Manager“ eine Symbolgalerie mit über 450 Symbolen zur Verfügung.
3. Zum Eintragen von Ideen oder Gliederungspunkten dienen Zweige, die vom Zentrum ausgehen. Diese können problemlos eingefügt, verschoben, in ihrer Länge angepasst und gelöscht werden. Die Zweige tragen Schlüsselwörter.
4. Alle Zweige und deren Schlüsselwörter sind leicht farbig hervorzuheben und können im Schrifttyp verändert werden. Sie können darüber hinaus mit Kennzeichen versehen werden, die z. B. deutlich machen, welcher Bereich der Map ausreichend überarbeitet worden ist. Außerdem ist es möglich, ausgewählte Bereiche zu umranden.
5. An die Schlüsselwörter lassen sich weitere Zweige mit Schlüsselwörtern anhängen, die weiter verzweigt oder visuell hervor gehoben sein können.
6. Hinter den Schlüsselwörtern lässt sich ein Text oder ein Link eintragen, der weiterführende Informationen liefern kann. Diese Informationen können beliebig ausgeblendet werden. Solch ein Eintrag wird automatisch durch ein Symbol kenntlich gemacht. Das Textfenster kann entweder während des Mappens auf dem Bildschirm erscheinen oder ausgeblendet werden.
7. Der „Mind Manager“ bietet die Möglichkeit, mehrere Maps miteinander zu verbinden. Diese Multi-Map-Eigenschaft macht es möglich, eine große Map aufzuteilen oder viele Maps zu einem großen Informations- und Ideentool zu verbinden.
8. Der Übersichtlichkeit dienlich ist die Möglichkeit, bestimmte Ebenen der Map auszublenken oder zu fokussieren.
9. Eine Map kann ausgedruckt, als HTML-Version ins Internet gestellt, gespeichert und später weiter bearbeitet werden.
10. Der Anwender hat die Möglichkeit, im Internet gemeinsam an einer Map zu arbeiten und sie als Kommunikationsbasis zu nutzen. So kann mit anderen „Mind Manager“-Anwenderinnen und -Anwendern eine Art von Internetkonferenz geführt werden.
11. Hyperlinks ermöglichen darüber hinaus den Zugang zu ausgewählten Internetadressen, so dass Informationen auch extern gelagert werden können.
12. Lernvideos ermöglichen eine problemlose Einarbeitung in das Computerprogramm.

Wie aus der Aufzählung deutlich geworden ist, bietet das Programm sehr leicht die Möglichkeit, Mind Maps auf dem Computer zu entwerfen. Somit können die genannten Vorteile des Mind Mappings problemlos genutzt werden. Mögliche Einschränkungen durch technische Schwierigkeiten werden durch folgende Vorteile des Programms minimiert:

### 1. **Einfache Handhabung**

Ein zentrales Argument für den Einsatz neuer Methoden im Unterricht ist die Akzeptanz und Handhabbarkeit. Beim „Mind Manager“ wurde bewusst auf überflüssige Funktionen verzichtet. Dadurch ist das Programm einfach zu bedienen und kann bereits in unteren Jahrgangsstufen eingesetzt werden.

### 2. **Geringe Systemanforderung** Das Programm benötigt mindestens folgende Systemanforderungen:

- (a) Pentium, Win 95/98/NT/2000/XP,
- (b) 12 MB Festplattenspeicher und 20 MB für Symbole,
- (c) Grafikkarte mit Unterstützung für True Type Fonts,
- (d) günstig wäre außerdem: Internet HTML-Browser Microsoft Explorer ab 3.0 oder Netscape Navigator 3.0.

### 3. **Hohe Produktivität**

Durch die einfache Handhabung kann bereits nach kurzer Zeit produktiv mit dem Programm gearbeitet werden.

### 4. **Gewichtung der Gedanken durch Hervorhebung**

Der „Mind Manager“ bietet durch Farben, Umrandungen, Symbole, Verknüpfungen und Textnotizen eine angemessene Gewichtung von Informationen und Gedanken, was den Visualisierungseffekt der Map verstärkt.

Im Internet kann unter <http://www.mindjet.de> das Programm bestellt oder kostenlos für 21 Tage heruntergeladen werden. Die Firma Mindjet GmbH stellt zudem allen öffentlichen Schulen eine Schullizenz des Programms „**Mind Manager Smart**“ kostenlos zur Verfügung. Bei dem Programm handelt es sich um eine speziell für die Schule und den Ausbildungsbereich entwickelte Version des „Mind Managers“. Schulen können das Programm kostenlos downloaden und werden dann in einer Nutzerdatei registriert. Auch für Lehrerinnen und Lehrer besteht die Möglichkeit, das Programm kostenlos auf ihrem Privatcomputer zu installieren. Der „Mind Manager Smart“ ist eine reduzierte Form des „Mind Managers“, welche dadurch noch schneller zu erlernen und leichter zu bedienen ist (Gräber, Neumann und Tergan [227]). Es wird sich auch hier strikt an den Grundsätzen des „Mind Mappings“ orientiert, lediglich einige Funktionen fallen weg oder wurden reduziert.



Eine exemplarische Abbildung der Benutzeroberfläche des „Mind Managers“ zur Illustration einiger vorher aufgezeigten Funktionen ist in Abbildung 3.12 gegeben.

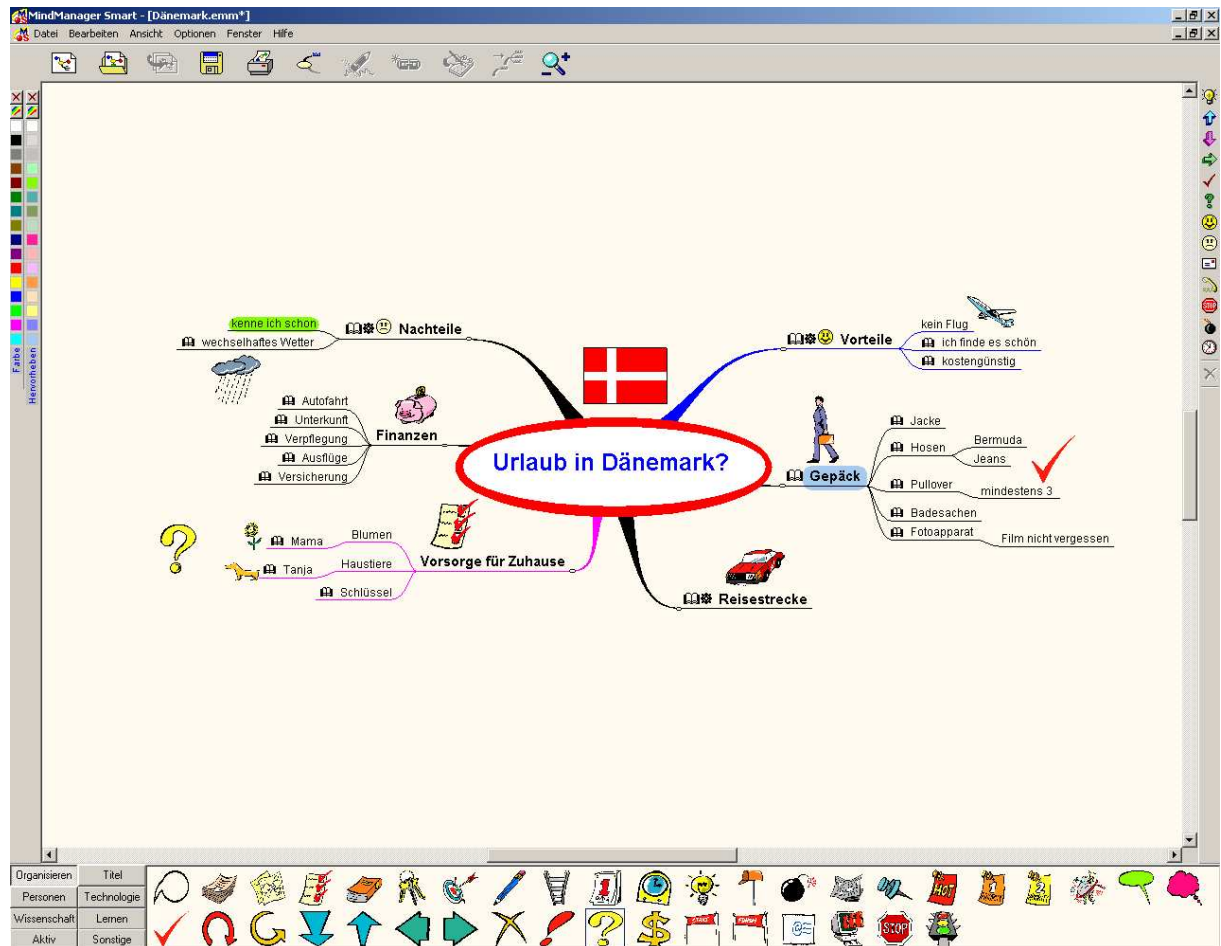


Abbildung 3.12: Exemplarische Benutzeroberfläche des „Mind Managers“

Trotz der Möglichkeit, das Programm kostenlos zu beschaffen und der einfachen Anwendbarkeit, muss beachtet werden, dass die Nutzung von Computern im Unterricht von Lehrerinnen und Lehrern vielfach noch als abschreckend empfunden wird. Zudem bietet der Computer auch tatsächlich nicht in allen Bereichen eine Erleichterung im Vergleich zu Papier und Stift. Zunächst erscheint es leichter und schneller, Gedanken und Assoziationen mit einem Stift auf einem Blatt Papier festzuhalten. Besonders Bilder sind schneller gezeichnet als aus einer Clipart-Bibliothek unter vielen anderen herausgesucht. Die Auseinandersetzung mit technischen Belangen schränkt die Kreativität ein. Es ist letztlich auf dem Bildschirm auch nur möglich, was der Programmierer möglich gemacht hat; dem „Mind Mapping“ auf dem Papier sind keine Grenzen gesetzt.

Renkl und Nückles [192] bemerken dazu die folgenden fünf Bereiche:

1. **Flexibilität**

Wenn die Maps oft verändert werden, ist das Zeichnen auf Papier ungünstig. Mit dem Computer erstellte Maps lassen sich leicht darstellen und ergänzen. Die computerunterstützte Variante erlaubt selbst im Endstadium des Konstruktionsprozesses noch tiefgehende Veränderungen.

2. **Sauberkeit**

Die computerunterstützten Maps sehen wesentlich übersichtlicher und ordentlicher aus als jene, die auf dem Papier gezeichnet sind. Das Begriffsnetz kann zum Schluss so übersichtlich gestaltet werden, dass alle Verknüpfungen und Beschriftungen gut lesbar sind.

3. **Zeitaufwand**

Maps auf dem Papier sind schnell gezeichnet, aber Veränderungen dauern dafür länger. Ein Computer muss zwar erst hochgefahren werden und es können technische Probleme auftauchen, das Anfertigen und Arbeiten mit einer Map geht aber sehr viel schneller als auf dem Papier.

4. **Einarbeitung**

Computerprogramme erfordern eine gewisse Einarbeitungszeit und zusätzlichen Mehraufwand (Rechner reservieren, Computer hochfahren, Schulung,...), während das Mapping auf dem Papier sehr schnell geht.

5. **Vervielfältigen**

Mit dem Computer erstellte Maps lassen sich problemlos vervielfältigen und per E-Mail verschicken. Die Netze werden so auch für andere Lernende zugänglich gemacht.

Zudem muss im Hinblick auf das ressourcenbasierte Lernen (z.B. bei einer Internetrecherche) beachtet werden, dass computergestütztes Mind Mapping das Verwalten und den späteren Zugang zu externen Wissensquellen direkt ermöglicht. Die Schülerinnen und Schüler können in einer einzigen Map jede Art von Informationen im großen Umfang sammeln, visualisieren und auf die Quellen zugreifen.

Abschließend lässt sich festgehalten, dass der „Mind Manager“ und die Schulversion „Mind Manager Smart“ die Idee des Mind Mappings auf dem Computer umsetzen und das problemlose Erstellen von Mind Maps ermöglichen. Dadurch können die lernwirksamen Vorteile des Mappings (und damit der externen Visualisierens) und des Computereinsatzes genutzt werden. Das Programm ist durch die einfache Handhabung und die kostenlose Beschaffung eine sinnvolle Ergänzung für den schulischen Unterricht.

### 3.3 ParIS (Partnerschaft Industrie- Schule)

Im September 2000 wurde das Projekt ParCIS (Partnerschaft zwischen Chemischer Industrie und Schule) von Wolfgang Gräber [228]; [229]; [230] als Kooperationsprojekt des

Unternehmer Verband Nord, des IPTS (heute IQSH - Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen in Schleswig-Holstein) und des IPN (Leibniz-Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften in Kiel) mit finanzieller Förderung durch die Technologiestiftung Schleswig-Holstein gestartet. Im Jahre 2002 wurde das Projekt auf ParIS (Partnerschaft Industrie-Schule) erweitert und beschränkt sich seit dem nicht mehr auf den chemischen Bereich. Ein Schwerpunkt des Projektes ist die Förderung von Interesse an Berufsfeldern mit naturwissenschaftlich-technischer Prägung und Aufgeschlossenheit gegenüber naturwissenschaftlichen Fragestellungen in Alltag und Gesellschaft. ParIS greift derzeitige Probleme des schulischen Unterrichts gezielt auf und setzt auf die Realisierung von Scientific Literacy mit der Förderung selbstgesteuerten Lernens mittels Neuer Medien. Dazu wird der konventionelle Unterricht durch Phasen projektartigen Arbeitens mit lebensweltlichen Fragestellungen ergänzt. Das Projekt „ParIS“ ist ein innovatives Unterrichtsprojekt, das im Groben drei Richtungen verfolgt:

- **Initiierung von Schul-Industrie-Kooperationen**

Mit ParIS werden Partnerschaften zwischen Schulen und Firmen initiiert, um den Schülerinnen und Schülern, aber auch den Lehrkräften zu helfen, die betriebliche Wirklichkeit kennen und verstehen zu lernen. Das Zusammenspiel von Schule und Wirtschaft soll verbessert und durch diesen intensivierten Dialog dazu beigetragen werden, den Unterricht praxis- und lebensnaher zu gestalten. Nicht nur die Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Kompetenzen der Fachdisziplinen, sondern vor allem auch eine Aufgeschlossenheit der Jugendlichen gegenüber naturwissenschaftlichen Fragestellungen in Alltag, Gesellschaft und im Berufsleben werden mit diesem Unterricht angestrebt.

Das Projekt zielt darüber hinaus auf die Unterstützung der Firmen, ihre Informationsmaterialien für Schülerinnen und Schüler geeignet zu erstellen bzw. aufzubereiten. Die Kooperation mit Schülergruppen soll die Firmen dabei auf naturwissenschaftliche Lehrplaninhalte und auf die Fähigkeiten und Interessen der zukünftigen Auszubildenden aufmerksam machen. Durch die Mitgestaltung des schulischen Unterrichts nehmen die industriellen Betriebe Kontakt zu interessierten jungen Menschen auf und erhalten später kompetente Nachwuchskräfte.

ParIS orientiert sich besonders an den Neuen Medien, wobei dabei die Entwicklung von Websites innerhalb der jeweiligen Kooperation zwischen der Schule und dem Unternehmen einen besonders hohen Stellenwert hat.

- **Umsetzung einer Unterrichtsstruktur zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens**

ParIS setzt mit einem speziellen Unterrichtskonzept, dem „**Cognitive Apprenticeship**“ von Collins, Brown, Newman [146] (vgl. Abschnitt 3.1.9) auf die Förderung der Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen. Als mit der konstruktivistischen Wende Ende der 80er Jahre das soziale, situierte Lernen in den Vordergrund tritt, wird diese Idee von der „Kognitiven Meisterlehre“ aufgegriffen. Der Ansatz überträgt Erfahrungen vom Erwerb handwerklicher Fertigkeiten auf den kognitiven Bereich.

Dabei werden verschiedene Denkrichtungen integriert (vgl. Friedrich [231]): Vygotskys Verständnis von Lernen als Internalisierung sozialer Interaktion, das Konzept des situierten Lernens (Rogoff und Lave [232]), die Methoden der kognitiven Trainingsforschung, die Nutzung des Potentials neuer Medien (Collins [233], Collins und Brown [234]) und sie lässt Bezüge zur reformpädagogischen Tradition erkennen (Hoppe [235]). Collins et al. [146] leiten daraus folgende Empfehlungen für die Inhalte, Methoden und Sequenzierung einer Lernumgebung ab:

### 1. Inhalte

Um Expertise in einem Inhaltsgebiet zu erwerben, muss neben fachlichem Wissen auch implizites Wissen über die Lernstrategien vermittelt werden. Dieses Strategiewissen ist in Lehrbüchern nicht vermerkt.

### 2. Methoden

Mittelpunkt des „Cognitive Apprenticeship“ ist es, Expertenwissen explizit zu machen, damit Lernende es internalisieren können. Dazu werden folgende Methoden vorgeschlagen:

- (a) **Modelling:** Eine Lehrkraft demonstriert das eigene Vorgehen und legt dabei die kognitiven Tätigkeiten offen dar (z. B. indem die Problemlösestrategien verbalisiert werden).
- (b) **Coaching:** Anschließend bearbeiten die Lernenden selbstständig Probleme und werden dabei von der Lehrkraft unterstützt.
- (c) **Scaffolding und Fading:** Solange die Lernenden noch nicht selbstständig arbeiten können, unterstützt der/die Lehrer/in diese gezielt u. a. durch Hilfsmittel und Anleitungen (Scaffolding). Mit zunehmendem Lernfortschritt kann die Unterstützung abgebaut werden (Fading).
- (d) **Articulation:** Beim Lösen der Aufgabenstellungen artikulieren die Lernenden ihre Überlegungen z. B. durch lautes Denken.
- (e) **Reflection:** In dieser Phase reflektiert der Lernende sein eigenes Vorgehen und vergleicht es evtl. mit dem anderer Personen. Durch Artikulation und Reflektion sollen die lernerseitigen Strategien offen dargelegt und überdacht werden.
- (f) **Exploration:** Am Ende sollen die Lernenden in der Lage sein, sich selbstständig Fragen über den zu bearbeiteten Problembereich zu stellen.

### 3. Sequenzierung

Zur Effektivität des „Cognitive Apprenticeship“ werden folgende Schritte vorgeschlagen, die den Unterricht sequenzieren können:

- (a) Wachsende Komplexität der Aufgaben, um die Strategien zu festigen und weiter auszubauen,
- (b) Zunehmende Unterschiedlichkeit der Aufgaben, damit unter mehreren Strategien ausgewählt werden muss,

- (c) Erst die Zielstrategie in vereinfachter Form vermitteln und diese später in ihrer Feinheit üben.

Collins et al. schlagen vor, dass Lernen anwendungsbezogen geschehen sollte. Dabei soll eine Kultur der Expertenpraxis und kooperatives Lernen realisiert werden und der Aufbau intrinsischer Motivation gefördert werden. Diese Merkmale ordnen den Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ deutlich dem situierten Lernen zu.

Die empirischen Belege für diese Unterrichtsform fallen bislang uneinheitlich aus. Järvelä [236] analysiert zwölf Studien in unterschiedlichen Bereichen (Vorschul- bis Quartärbereich, Bearbeitung von Texten bis zur Mathematik), in denen zentrale Aspekte des „Cognitive Apprenticeship“ empirisch untersucht wurden. Bei elf dieser Studien sind positive Ergebnisse zu verzeichnen. Andere Studien beschäftigen sich mit der Erprobung computerbasierter Lernumgebungen, die nach den Gesichtspunkten des „Cognitive Apprenticeship“ gestaltet wurden (u. a. Mandl, Gruber und Renkl [237]; Petersen und Liu [238]).

- **Erprobung von Lernhilfen für das selbstgesteuerte Lernen**

Im ParIS-Unterricht wird in starkem Maße das Internet als Informationsquelle eingesetzt, da „herkömmliche“ Quellen nur sehr selten Informationen zu den geforderten Themen (der Kooperationspartner) liefern. Der entscheidende Vorteil der Internetnutzung ist der schnelle und bequeme Zugang zu aktuellen Informationen, der jederzeit sowie nahezu ortsunabhängig verfügbar ist. Gerade der Zugang zu dieser riesigen Informationsmenge birgt aber eine Reihe von möglichen Schwierigkeiten, für die sowohl didaktische als auch methodische Lösungsansätze erforderlich sind, wie bereits mehrfach durch „Cognitive Load“ oder „Lost in Hyperspace“ erwähnt wurde. Als Lösungsansatz greift ParIS auf das computergestützte Mind Mapping mit dem „Mind Manager“ zurück (vgl. Neumann [239]). Zudem werden weitere Computerprogramme eingesetzt, die z. B. bei der Darstellung von Strukturformeln, bei der Erstellung von Webseiten oder Beurteilung von Internetquellen hilfreich sind.

Einen guten Überblick über das Projekt bietet der Artikel von Gräber, Neumann und Tergan [240].

ParIS wird seit 2005 vom IQSH (Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen in Schleswig-Holstein) weitergeführt.

# Kapitel 4

## Forschungsansatz

Für die vorliegende Arbeit werden sechs zentrale Forschungsfragen formuliert. Daran anschließend werden zwei Vorstudien und eine Hauptuntersuchung vorgestellt, welche die formulierten Fragen klären werden.

### 4.1 Problemstellung

Wer sich mit den Problemen und Fragestellungen der heutigen Gesellschaft auseinandersetzen möchte, benötigt die Fähigkeit zum selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernen. Als Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts tritt somit neben der Vermittlung fachlicher Inhalte die Schulung von Lernstrategien und Vermittlung von Kompetenzen, die im Sinne von „Scientific Literacy“ die Fähigkeit zum lebenslangen Lernen gewährleisten. Für die von der Verwirklichung des „Scientific Literacy“ noch weit entfernten Schülerinnen und Schüler wird nach Methoden gesucht, um das selbstgesteuerte Lernen in unterschiedlichen Kontexten zu fördern.

Eine Lernumgebung sollte so gestaltet sein, dass sie selbstgesteuertes Lernen erfordert und fördert, aber die Schülerinnen und Schüler dabei nicht überfordert. Mit dem „situativen Lernen“ in authentischen Lernumgebungen wird der Lebens- und Lernsituation eine besondere Bedeutung beigemessen (Krapp [73]; Fischer [74]). Diese Lernumgebung greift die Bedeutung der „Äquilibration“ in lebensnahen Fragestellungen auf und beachtet die „Zone der proximalen Entwicklung“, indem die Lehrkraft dort eingreifen kann, wo der Lernende alleine nicht weiter kommt (vgl. Abschnitt 3.1.3). Ein Beispiel für das „situative Lernen“ ist der Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ von Collins, Brown und Newman [146], welcher im Abschnitt 3.3 vorgestellt wurde.

Ein besonderes Augenmerk wird bei der Gestaltung von Lernumgebungen zur Förderung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens auf den Einsatz „Neuer Medien“ gelegt. Speziell das hypermediale Lernen erfüllt eine Reihe von gewünschten Kriterien, die als optimal für selbstgesteuertes Lernen angesehen werden (vgl. Abschnitt 3.1.8). Trotz dieser lernförderlichen Wirkung birgt diese Lernumgebung für Schülerinnen und Schüler auch die Gefahr der Überforderung („Cognitive Overload“) und Orientierungslosigkeit („lost in

hyperspace”) (vgl. Abschnitt 3.1.8). Besondere Ansätze der Forschungsliteratur betonen deshalb die Bedeutung der Unterstützung der Lernenden im Umgang mit Hypermedien (vgl. Abschnitt 3.1.9). Durch Instruktionsmaßnahmen und geeignete adaptive Hilfsmittel können die erwähnten Probleme aufgefangen werden.

Mehrere Untersuchungsergebnisse legen die Vermutung nahe, dass der Einsatz von Visualisierungsmethoden ein geeignetes Hilfsmittel in der selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernumgebung sein kann (vgl. Abschnitt 3.2 ff.). Dansereau und Holley [169] betonen ganz allgemein die Förderung der konstruktivistischen Lernkultur durch den Einsatz von Visualisierungsstrategien z. B. der Mapping-Methode.

Im Bereich der Mapping-Techniken liegen bislang überwiegend Ergebnisse zum Concept Mapping vor. Die Ergebnisse belegen eine Lernwirksamkeit in mehreren Bereichen (vgl. Abschnitt 3.2.3) und zeigen durchaus das Potential zur Unterstützung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens im schulunterrichtlichen Kontext. Dansereau und McCagg [211] betonen in dieser Hinsicht explizit, dass im Hinblick auf alle Untersuchungsergebnisse zum Mapping von entscheidender Bedeutung ist, wie gut die Lernenden die Technik handhaben. Einige Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Autoren weisen bereits auf die anspruchsvolle Technik des Concept Mappings hin. Okebukola [241] berichtet von der schweren Erlernbarkeit und Handhabung der Methode, wieder andere Autoren wie u. a. Friedrich und Mandl [212] belegen das Gegenteil. Zumindest zeigt sich, dass aufgrund der anspruchsvollen Technik erst beim längerfristigen Einsatz lernförderliche Funktionen zum Tragen kommen können. Dieser Lernaufwand ist im herkömmlichen Unterrichtsgeschehen oft nicht aufzubringen, da nur wenig Zeit zur Verfügung steht. Die computerbasierten Concept Mapping-Programme sind zudem umfangreich und mit wenig Illustrationen versehen. Die Methode wirkt deshalb auf viele Lehrende und Lernende nicht einladend und findet trotz der umfangreichen Lernvorteile bislang kaum Einsatz im unterrichtlichen Kontext.

Wesentlich häufiger werden Mind Maps im Unterricht eingesetzt. Die dem Concept Mapping-Methode verwandte Methode ist weniger umfassend und tiefgehend, weil sie auf eine Benennung der Zusammenhänge durch Links verzichtet. Die Technik ist einfach und deshalb leicht zu erlernen. Computergestützte Mind Mapping-Programme, wie beispielsweise der „Mind Manager“, enthalten u. a. durch die Gestaltung und die Verwendungsmöglichkeiten von Symbolen, Farben und Bildern eine „schülergerechte“ Aufmachung. Trotzdem liegen Forschungsergebnisse über die Lernwirksamkeit des Mind Mappings bislang kaum vor. Der Einsatz des Mind Mapping wird oft auf einfache Brainstorming-Prozesse oder das Darstellen von Sachgebieten beschränkt (vgl. u. a. Haller [198] und Schwarze [242]). Dabei legen Untersuchungsergebnisse (u. a. Neumann [243]) und die theoretischen Grundlagen zu den Visualisierungsstrategien (vgl. Abschnitt 3.2) die Vermutung nahe, dass die Anwendungsgebiete und lernförderlichen Wirkungen des Mind Mappings weit über die bisher erprobten Einsatzgebiete hinausgehen. Durch die Parallelen der beiden Mapping-Techniken kann die Hypothese vertreten werden, dass sich einige Ergebnisse zum Concept Mapping auf das Mind Mapping übertragen lassen (u. a. Haller [198]). Insofern könnte computergestütztes Mind Mapping als leicht erlernbare, schülerfreundliche und kostenlose Alternative zum Concept Mapping in der hypermedialen Lernumgebung unterstützend wirken und positive Lerneffekte aufzeigen. Durch das Mind Mapping kann die Barriere des langen Er-

lernens und Übens durchbrochen werden und es kann bereits nach kurzer Einsatzdauer effektiv mit der Methode gearbeitet werden. Somit könnte Mind Mapping das selbstgesteuerte, ressourcenbasierte Lernen (besonders auch) im Unterricht unterstützen. Dieser Vermutung wird in der dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchung nachgegangen.

## 4.2 Fragestellung und Hypothesen

Vor dem Hintergrund der dargestellten Theorie ergibt sich die Vermutung, dass selbstgesteuertes, ressourcenbasiertes Lernen durch den Einsatz des computergestützten Mind Mappings unterstützt werden kann. Aus der Vermutung heraus müssen Methoden und Fragestellungen entwickelt werden, die diese Vermutung überprüfen. Im Folgenden werden sechs Forschungsfragen formuliert und in den theoretischen Rahmen eingegliedert. Durch den Forschungshintergrund können Hypothesen zu den gestellten Fragen formuliert werden.

### 1. **Handelt es sich bei dem Fragebogen um ein valides Erhebungsinstrument? Welche weiteren Untersuchungsmethoden können in der Feldstudie zum Tragen kommen?**

In Anlehnung an die aktuelle Forschungsliteratur wird ein Fragebogen eingesetzt und modifiziert, der Strategien des selbstgesteuerten Lernens erfassen kann. Der Fragebogen muss altersgemäß konzipiert sein und die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler in den gewünschten Bereichen abbilden. Eine erste Aufgabe zur Untersuchung des Mind Mappings im selbstgesteuerten Lernprozess ist daher, ein valides Erhebungsinstrument zu entwickeln. Diese Entwicklung muss in vielen Bereichen durch praktische Erfahrung geschehen. Es ist in Anlehnung an die Forschungsliteratur zu vermuten, dass die Fragebogenmethode einen guten forschungsmäßigen Zugriff auf die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler leisten kann. Fragebögen sind ökonomisch einsetzbar, weisen hohe Reliabilität auf und liefern eine klare und replizierbare Faktorenstruktur (Artelt [103]). Da es zu geringen Übereinstimmungen zwischen dem selbst berichteten Lernstrategieeinsatz und dem im Rahmen von handlungsnahen Methoden erfassten tatsächlichen Einsatz von Strategien kommt (u. a. Artelt [244]; Lind und Sandmann [245]; Patrick und Middleton [246]), müssen zusätzlich prozessnahe Erhebungsmethoden eingesetzt werden, die unabhängig von der Selbstauskunft der Lernenden sind.

### 2. **Unterstützt computergestütztes Mind Mapping das selbstgesteuerte, ressourcenbasierte Lernen? Welche Bereiche werden unterstützt?**

Aktuelle Untersuchungen zum Concept Mapping legen die Vermutung nahe, dass die Methode des Mind Mappings das selbstgesteuerte Lernen unterstützen kann. Da Untersuchungsergebnisse zum Mind Mapping bislang nur vereinzelt vorliegen, muss der Vermutung wissenschaftlich nachgegangen werden. Dabei soll überprüft werden, ob sich Ergebnisse zum Concept Mapping auf das Mind Mapping übertragen lassen und somit selbstgesteuertes, ressourcenbasiertes Lernen im Schulkontext durch Mind



Mapping unterstützt werden kann. Aktuelle Forschungsergebnisse legen die Vermutung nahe, dass computergestütztes Mapping im Besonderen kognitive Prozesse der Informationsverarbeitung und der Ressourcenorganisation unterstützen kann (vgl. u. a. Friedrich [42]). Somit finden diese Bereiche in der Untersuchung des Mind Mappings besondere Beachtung. Des Weiteren werden die von Konrad [90] beschriebenen Dimensionen der Selbststeuerung untersucht: Lernmotivation, erlebte Selbststeuerung, Selbstüberwachung und Selbstkonzept.

**3. Wird die Mind Mapping Methode von Schülerinnen und Schülern akzeptiert und eingesetzt? Lässt sich die Methode in den Unterrichtskontext implementieren?**

Es ist von entscheidender Bedeutung, dass die Schülerinnen und Schüler die Vorteile der neuen Methode kennen und ihre Anwendung beherrschen. Umgekehrt ist damit gemeint, dass die Effizienz und Akzeptanz von Mapping-Techniken als Lehr- und Lernstrategie stark davon abhängen, wie gut die Lernenden die Technik handhaben können. Nur unter dieser Voraussetzung können lernförderliche Wirkungen der neuen Methode zum Tragen kommen. Ebenso wichtig im Hinblick auf die Förderung selbstgesteuerten Lernens im Schulunterricht ist die Implementationsfrage. Das Programm und die Methode müssen im Unterricht problemlos integrierbar sein und Implementationsmöglichkeiten aufzeigen. Erste Untersuchungsergebnisse (Neumann [243]) erlauben diesbezüglich die Hypothese, dass es sich beim Mind Mapping um eine leicht zu erlernende Methode handelt, die von den Schülerinnen und Schülern akzeptiert und eingesetzt wird. Die Untersuchungsergebnisse zeigen zudem vielfältige Einsatzbereiche im Unterricht auf.

**4. Benötigen die Schülerinnen und Schüler im selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernen mit dem Mapping zusätzliche Unterstützungsmaßnahmen? Unter welchen Voraussetzungen findet selbstgesteuertes Lernen statt?**

Die aktuelle Diskussion um selbstgesteuertes Lernen lässt vermuten, dass die Fähigkeit zur Selbststeuerung beim Lernen von Schülerinnen und Schülern nicht ohne Unterstützung gefordert werden kann. Zudem zeigen Studien mit realitätsnahen Lernumgebungen, dass Lernende von der Komplexität der Probleme häufig überfordert sind und eher frustriert werden als nützliche Kompetenzen zu erwerben (vgl. Gruber, Mandl und Renkl [247]). Es müssen bestimmte Instruktions- und Unterstützungsmaßnahmen getroffen werden, um selbstgesteuertes Lernen zu fördern und mit bestimmten Lernumgebungen überhaupt erst zu erfordern. In der Literatur werden Maps in Kombination mit Anleitungen für eine geeignete Möglichkeit gehalten, die Lernenden bei der Bearbeitung von komplexen Problemen in multimedialen Lernumgebungen zu unterstützen (vgl. u. a. Friedrich und Mandl [212]). In der vorliegenden Arbeit wird eine Lernumgebung entwickelt und erprobt, in der die Schülerinnen und Schüler selbstgesteuert mit Hilfe der Mapping-Technik lernen können. Da in einer Stu-

die von Friedrich und Mandl [212] gezeigt werden konnte, dass die Mapping-Technik ohne zusätzliche Unterstützung durch Instruktionen deutlich geringere Effekte hinsichtlich der Strategieanwendung mit sich brachte, werden zusätzliche Instruktionsmaßnahmen, also strategische Anleitungen zur Bearbeitung der gestellten Aufgaben, in der Lernumgebung bereitgestellt. Es gilt zu überprüfen, welche Auswirkungen die Instruktionen, d. h. Mapping und Anleitung, auf die Selbststeuerung haben und wie diese sich gegenseitig beeinflussen. Forschungsergebnisse machen diesbezüglich auf die möglicherweise anfängliche lernhemmende Wirkung von Instruktionsmaßnahmen („mathemantantischer Effekt“, vgl. Friedrich [144] Abschnitt 3.1.9) aufmerksam.

#### **5. Hat der Einsatz des Mind Managers Einfluss auf den Lernerfolg?**

Obwohl der positive Einfluss des Einsatzes von Lernstrategien auf den Lernerfolg theoretisch gut begründet ist, fehlen bislang Untersuchungsergebnisse, die das bestätigen. O'Donnell et al. [248] berichten aber in diesem Zusammenhang von Probanden, die durch die Anwendung der Concept Mapping-Technik besser im Bezug auf die Lernleistung abschneiden als die Kontrollgruppe ohne Mapping. Außerdem führt Concept Mapping bei diesen Probanden sowohl kurz- als auch langfristig zu besseren Leistungen der Merkfähigkeit.

In der vorliegenden Arbeit soll ermittelt werden, wie sich der Einsatz des Mind Mappings im Vergleich zu herkömmlichen Methoden auf den Lernerfolg auswirkt. Es kann angenommen werden, dass der Einsatz der neuen Methode zunächst bestimmte „Lernreserven“ angreift, die weniger für das Erlernen von Fachwissen zur Verfügung stehen. In der Zeit, in der eine neue Strategie erlernt wird und mit der Zeit alte Strategien ersetzt, lassen die Lernleistungen in der Regel zunächst nach. Erst bei einem längerfristigen Einsatz kann die Effektivität einer neu erlernten Methode zum Tragen kommen. Diesem Effekt könnte die leichte Erlernbarkeit des Mind Mappings entgegenwirken. Trotzdem kann vermutet werden, dass bei einer kurzfristigen Intervention durch Mind Mapping die Lernleistungen nicht steigen werden.

Aufgrund des Visualisierungseffektes mittels Mapping (bildliche Darstellung von Zusammenhängen, reduzierte Darstellung auf die wesentlichen Inhalte, ...) können die lernförderlichen Wirkungen zu der Vermutung führen, dass die Lernenden die Wissensinhalte besser behalten können. Dieser Zusammenhang wird im Rahmen der Hauptuntersuchung mit Hilfe eines Behaltenstests überprüft.

#### **6. Welchen Einfluss haben die Lernvoraussetzungen auf das selbstgesteuerte Lernen mittels Mind Mapping?**

Die Förderung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens muss - wie jede instruktionale Maßnahme - in Qualität und Quantität auf die jeweiligen Ziele, Zielgruppen und organisatorischen Kontextbedingungen ausgerichtet werden (Cook und Mayer [143]). Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Lernvoraussetzung, die der Lernende mitbringt. Es zeigt sich als erwiesen, dass bestimmte Lernvoraussetzungen Auswirkungen auf das Maß der Selbststeuerung und den Lernerfolg hat. Vorstudien zum Mind Mapping legen die Vermutung nahe, dass sich besonders lernschwache, jüngere

und somit lernerfahrene Schülerinnen und Schüler durch die Methode unterstützt fühlen. Ergebnisse zum Concept Mapping (Chang, Sung und Chen [208]; Chularut und DeBacker [209]) bestätigen dies und zeigen, dass sich die Lernleistungen von Studierenden, die mit Concept Maps arbeiten, im Hinblick auf die Qualität des erzielten Textverständnisses, das Ausmaß an metakognitiver Aktivität und die wahrgenommene Selbstwirksamkeit als erfolgreicher erweisen als eine Vergleichsgruppe ohne Maps. Die Effekte der Untersuchung sind bei den Lernenden am größten, bei denen die Fachkenntnisse am geringsten sind. Damit könnte die Methode möglicherweise Schülerinnen und Schüler mit geringem Vorwissen eine gute Unterstützungsmöglichkeit im Lernprozess bieten.

Zudem konnte nachgewiesen werden, dass durch das Lernen mit Maps im Vergleich zum Lernen mit Texten tatsächlich mehr zentrale Gedanken des dargestellten Inhaltes behalten werden. Auch dies trifft besonders auf Lernerinnen und Lerner mit geringem Vorwissen zu, also jene Lernenden, die noch kein mentales Modell zum Thema besitzen.

Auch bei der Akzeptanz- und Implementationsfrage (siehe Forschungsfrage 3) muss den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler besondere Beachtung geschenkt werden. Es kann angenommen werden, dass bestimmte Voraussetzungen wie Alter, daran gekoppelt evtl. die Lernerfahrung, das Vorwissen und bestimmte Unterschiede im Lernverhalten (Tiefen-/Oberflächenverarbeiter, Visualisierer/Verbalisierer) Auswirkungen auf die Effizienz der Methode haben können. Auch dies wird mit den Erhebungen der vorliegenden Arbeit näher untersucht.

### 4.3 Forschungsverlauf

In der vorliegenden Arbeit wird der Frage nach „Förderung des selbstgesteuerten Lernens mittels Mind Mapping im naturwissenschaftlichen Unterricht“ nachgegangen. Dazu werden die zuvor genannten Forschungsfragen untersucht. Die Fragen sind vor dem Hintergrund der derzeitigen Forschungsliteratur formuliert worden. Zwei Vorstudien und eine Hauptuntersuchung sollen zu ihrer Klärung beitragen.

Im Rahmen der Evaluation des ParIS-Unterrichts (vgl. Abschnitt 3.3) ist eine Examensarbeit entstanden, die sich mit dem Thema des Mind Mappings im naturwissenschaftlichen Unterricht beschäftigt. Im Rahmen der dort durchgeführten Untersuchung werden drei Klassen (11., 12. und 13. Jahrgangsstufe) einer Gesamtschule im Umgang mit dem Mind Mapping untersucht. Der Unterricht wird nach dem Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ durchgeführt. Die Ergebnisse sind der Arbeit „Computergestütztes Mind Mapping im Chemieunterricht“ von Neumann [243] zu entnehmen.

Aufbauend auf der Examensarbeit [243] wird der Einsatz des computergestützten Mind Mappings mit dem „Mind Manager smart“ in verschiedenen Klassenstufen und Schularten untersucht. Die Probanden arbeiten sechs Wochen im Rahmen des herkömmlichen Unterrichts mit der neuen Methode. In der Untersuchung stehen die Fragen nach der

Implementation, der Akzeptanz und Handhabbarkeit der Methode im Vordergrund der Betrachtung.

Hauptuntersuchungsinstrument ist ein Fragebogen, der für die Examensarbeit entwickelt wurde. Er wird in Richtung Informationsverarbeitung konkretisiert.

In einer weiteren Vorstudie rückt die Erforschung des selbstgesteuerten Lernens in den Vordergrund der Betrachtung. Es wird der Frage nachgegangen, welchen Einfluss der Trainingsansatz „Cognitive Apprenticeship“, das Mind Mapping mit dem „Mind Manager smart“ und ihr Zusammenspiel auf die Selbststeuerung haben. Als Hauptuntersuchungsmethode dient der entwickelte Fragebogen, der sich in Anlehnung an Konrad [90] zunehmend im Hinblick auf das selbstgesteuerte Lernen konkretisiert. Zudem werden Wissenstests eingesetzt, Interviews durchgeführt und die angefertigten Mind Maps analysiert.

Aus den Untersuchungsergebnissen der Vorstudien resultiert eine Hauptuntersuchung, welche die Untersuchung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht mittels Mind Mapping zum Ziel hat. Als Lernumgebung steht den Schülerinnen und Schülern ein Webquest zur Verfügung, welches sie mit Hilfe von Internetquellen bearbeiten. Während der Bearbeitung fertigen die Lernenden Mind Maps an, in denen sie die Informationen und Quellen speichern. Der weiterentwickelte Fragebogen der Vorstudien wird als Hauptuntersuchungsinstrument eingesetzt. Des weiteren dienen Interviews, ein Wissens-, Behaltens- und Ressourcentest der Datengewinnung.

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Vorstudien vorgestellt, um anschließend auf die Hauptuntersuchung einzugehen. Mit Hilfe der erfassten Daten werden die eingangs gestellten Forschungsfragen beantwortet.

# Kapitel 5

## Untersuchung A

Aufbauend auf einer Examensarbeit (Neumann [243]) wird in der folgenden Untersuchung der Umgang mit dem „Mind Manager Smart“ in verschiedenen Schularten und Klassenstufen untersucht. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht dabei der Lernnutzen des Mapping-Programms und mögliche Schwierigkeiten bei der Anwendung des Programms.

Es muss den Ausführungen voran gestellt werden, dass es sich bei der vorliegenden Untersuchung um eine Vorstudie handelt, in der nicht alle Parameter den Voraussetzungen einer statistischen Auswertung genügen. Aus diesem Grund werden die folgenden Ausführungen möglichst knapp gehalten und wichtige Aspekte in der Hauptuntersuchung (vgl. Kapitel 7) aufgegriffen.

### 5.1 Fragestellung

1. Können die Schülerinnen und Schüler mit dem Programm umgehen?
2. Wo sehen die Schülerinnen und Schüler den Lernnutzen des „Mind Managers“?

### 5.2 Design

Die Schülerinnen und Schüler von vier Klassen werden sechs Wochen im Rahmen von ParIS (vgl. Abschnitt 3.3) unterrichtet. Dabei bearbeiten die Probandinnen und Probanden selbstgesteuert naturwissenschaftliche Fragestellungen aus dem Alltag. Die Fragestellungen sind unterschiedlich, aber für die entsprechende Altersstufe vergleichbar schwer. Die Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit, diese Fragen innerhalb des vorgegebenen Kontextes selbst zu wählen. Während der Unterrichtssequenz wird überwiegend in Gruppen oder einzeln gearbeitet. Dabei muss häufig im Internet nach Informationen recherchiert werden. Gemeinsame Experimente und Klassengespräche ergänzen diese Einzelarbeit. Jede Schülerin und jeder Schüler fertigt eine eigene Map zu der Fragestellung an. Am Ende der Unterrichtseinheit werden die Ergebnisse der Klasse präsentiert.

Die Schülerinnen und Schüler beantworten vor und nach der Unterrichtssequenz einen Fragebogen zum Mind Mapping. Zusätzlich werden Auffälligkeiten im Unterricht von den Lehrerinnen und Lehrern notiert.

### 5.3 Durchführung

Anhand einer Querschnittsuntersuchung werden vier Klassen in Hinblick auf das Mind Mapping untersucht. Die Probandinnen und Probanden besuchen dabei unterschiedliche Klassenstufen und Schularten.

1. Die **Gruppe I** besucht die neunte Klasse einer Hauptschule.
2. Die **Gruppe II** besucht die neunte Klasse einer Realschule.
3. Die **Gruppe III** besucht die zehnte Klasse eines Gymnasiums.
4. Die **Gruppe IV** besucht die zwölfte Klasse eines Gymnasiums.

Die Gruppen II und III werden zusätzlich in Hinblick auf das Annotieren der Map untersucht.

### 5.4 Stichprobe

Die Stichprobe der Untersuchung ist aufgrund der Fragestellung nach dem Umgang mit dem „Mind Manager Smart“ im Hinblick auf verschiedene Lernvoraussetzungen sehr heterogen. Die Probandinnen und Probanden besuchen unterschiedliche Schularten und unterscheiden sich auch in der Altersstufe.

Die **Gruppe I** besteht aus 16 Probandinnen und Probanden im Alter zwischen 15 und 16 Jahren, 10 Schülerinnen weiblich, sechs Schüler männlich. Die Probandinnen und Probanden besuchen die neunte Klasse einer Hauptschule. Die Schülerinnen und Schüler haben bereits im Unterricht mit dem Computer gearbeitet.

Die **Gruppe II** besteht aus 17 Probandinnen und Probanden im Alter zwischen 15 und 16 Jahren, darunter neun Probandinnen weiblich und acht Probanden männlich. Die Schülerinnen und Schüler besuchen die neunte Klasse einer Realschule. Die Schülerinnen und Schüler haben bereits im Unterricht mit dem Computer gearbeitet.

Die **Gruppe III** besteht aus 19 Probandinnen und Probanden im Alter zwischen 16 und 17 Jahren, acht der Probandinnen weiblich, 11 Probanden männlich. Die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer besuchen die zehnte Klasse einer Realschule. Die Schülerinnen und Schüler haben bereits im Unterricht mit dem Computer gearbeitet.

Die **Gruppe IV** besteht aus neun Probandinnen und Probanden im Alter zwischen 18 und 20 Jahren. Eine Probandin ist weiblich, acht männlich.

Die Probandinnen und Probanden besuchen die 12. Klasse eines Gymnasiums. Die Schülerinnen und Schüler haben bereits im Unterricht mit dem Computer gearbeitet.

## 5.5 Material

In der vorliegenden Untersuchung wird ein Fragebogen zum Mind Mapping zur Datenerhebung eingesetzt. Zusätzlich werden durch Unterrichtsbeobachtungen Erkenntnisse zum Umgang mit dem Mapping-Programm gewonnen.

### 5.5.1 Fragebogen zum Mind Mapping

Das Hauptuntersuchungsinstrument der vorliegenden Untersuchung stellt ein Fragebogen zum Lernen mit dem Mapping-Programm „Mind Manager Smart“ dar. Die Skalen des Fragebogens richten sich an:

- demographische Aspekte (drei Items),
- allgemeine Aspekte (Leistung im Chemieunterricht, Fähigkeiten in der Nutzung des „Mind Manager Smart“ und des Internets (je ein Item),
- das Arbeitsverhalten (vier Items),
- die Software (sechs Items),
- den Lernnutzen (11 Items),
- den Umgang mit der Notizenfunktion (drei Items),
- die Schwierigkeiten beim Mapping (19 Items),
- die Akzeptanz (10 Items).

Der Fragebogen ist dem Anhang zu entnehmen.

### 5.5.2 Auswertung

Der Fragebogen wird mit dem Programm SPSS ausgewertet.

## 5.6 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Fragebogens in Bezug auf die eingangs gestellten Fragen vorgestellt. Obwohl die Vergleichbarkeit der Gruppen aufgrund der Querschnittsuntersuchung nicht gewährleistet werden kann, werden die Schülerinnen und Schüler der vier Klassen einander gegenübergestellt. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse des Fragebogens vorgestellt, die von allen Schülerinnen und Schüler beantwortet wurden. Es gilt ein Signifikanzniveau von 5 %.

### 5.6.1 Lernnutzen des „Mind Manager Smart“

Im Fragebogen werden die Schülerinnen und Schüler zu dem Lernnutzen des Mind Mapping-Programms befragt. Die Fragen können inhaltlich in zwei Kategorien unterschieden werden:

1. In die Kategorie der **Wissensaneignung**

Der Bereich der Wissensaneignung umfasst u. a. das Verstehen eines Sachverhaltes oder das Erkennen von Zusammenhängen, das Lösen von Aufgaben und das Entwickeln von Ideen.

2. In die Kategorie der **Wissensorganisation**

Mit der Wissensorganisation sind u. a. Prozesse des Ordnen, Strukturierens, Wiederfindens und Verwaltens von Informationen und Informationsquellen gemeint.

In der Tabelle 5.1 sind die Daten der Fragebogenanalyse in der Unterteilung nach „Wissensaneignung“ und „Wissensorganisation“ dargestellt. Die Tabelle zeigt einen Unterschied im Gruppenvergleich in Bezug auf die Wissensaneignung. Hier zeigt die Gruppe I mit einem Mittelwert von  $M=2,50$  ( $SD=0,455$ ) einen höheren Wert als die übrigen Gruppen. Hoch signifikant ist der Unterschied im Vergleich mit Gruppe IV ( $M=1,30$ ;  $SD=0,670$ ), (Daten der Anova dargestellt in der Tabelle 5.2). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in Bezug auf die Nutzung des Programms zur Wissensorganisation ist nicht festzustellen.

	Gruppe	N	M	SD
Wissensaneignung	1	12	2,50	0,455
	2	16	2,07	0,502
	3	17	1,99	0,573
	4	9	1,30	0,670
Wissensorganisation	1	12	2,38	0,706
	2	9	2,36	0,488
	3	12	2,23	0,632
	4	9	2,40	0,374

Tabelle 5.1: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen zu den Skalen „Wissensaneignung“ und „Wissensorganisation“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu, N=Anzahl der Probandinnen und Probanden, M=Mittelwert, SD=Standardabweichung



	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	7,535	3	2,512	8,428	0,000
Innerhalb der Gruppen	14,901	50	0,298		

Tabelle 5.2: Varianzanalyse der vier Gruppen (einfache Anova), wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass besonders lernunerfahrene Schülerinnen und Schüler unterer Jahrgangsstufen das Programm zur **Wissensaneignung** nutzen.

Insbesondere weisen die Angaben der Hauptschülerinnen und -schüler auf vielfältig Lernvorteile des Mapping-Programms hin. Die Probandinnen und Probanden der Hauptschule geben ausnahmslos positive Rückmeldungen zum Lernnutzen der neuen Technik. Das Programm hilft den Schülerinnen und Schülern dieser Altersstufe u. a. beim Lösen von Aufgaben, beim Erkennen von Zusammenhängen und bei der Entwicklung neuer Ideen. Die Probandinnen und Probanden äußern während der Untersuchung mehrfach, dass sie mit dem Mapping eine neue Methode kennen gelernt haben, die sie sehr gut beim Lernen unterstützen kann und die sie weiter nutzen wollen. Dieses Vorhaben wird nach Aussage der Lehrerin (persönliche Auskunft Fojut Juni 2003) eingehalten. Die Schülerinnen und Schüler nutzen das Programm in anderen Unterrichtsfächern weiter und nach den Ferien auch zur Unterstützung der Bewerbungsmaßnahmen.

Aber auch die Schülerinnen und Schüler der Gruppe II (Neunte Klasse Realschule) bestätigen den hohen Lernnutzen im Bereich der Wissensaneignung und beabsichtigen laut Aussagen während der Datenerhebung das Programm weiterhin beim Lernen zu nutzen.

Die Schülerinnen und Schüler höherer Jahrgangsstufen besitzen im Idealfall bereits ein festes Repertoire an Strategien, um sich Wissen anzueignen und Inhalte zu verstehen, welche sie zugunsten der neuen Technik nicht verwerfen. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe III (10. Klasse Gymnasium) gibt noch höhere Mittelwerte an, die allerdings nicht an die der Gruppe I heranreichen. Wesentlich geringer schätzen die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer der Gruppe IV (12. Klasse Gymnasium) den Lernnutzen des Mapping-Programms im Bereich der Wissensaneignung ein.

Anders sieht es dagegen in Bezug auf die **Wissensorganisation** mittels Mapping-Methode aus. Alle Schülerinnen und Schüler bestätigen den Lernnutzen des „Mind Manager Smart“ in Bereichen der Ressourcenorganisation. Die Unterstützung des Programms im Bereich des Ordners, Speicherns und strukturierten Arbeitens wird von allen Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmern im Fragebogen und während des Unterrichts hervorgehoben.

### 5.6.2 Handhabung und Akzeptanz des „Mind Manager Smart“

Da die Effizienz einer neuen Methode stark davon abhängt, wie gut die Lernenden die neue Technik beherrschen (Dansereau und McCagg [211]), wird in der vorliegenden Untersuchung die Handhabbarkeit und Akzeptanz der Methode untersucht.

	<b>Gruppe</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Handhabung des „Mind Managers Smart“	1	12	2,48	0,356
	2	11	1,87	0,683
	3	9	2,36	0,371
	4	9	2,36	0,313
Schwierigkeiten beim Mapping	1	13	0,91	0,778
	2	10	0,517	0,506
	3	13	0,45	0,336
	4	9	0,463	0,298

Tabelle 5.3: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen zur „Handhabung“ und zu den „Schwierigkeiten“ beim Mapping, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu, N=Anzahl der Probandinnen und Probanden, M=Mittelwert, SD=Standardabweichung

Ausnahmslos alle Schülerinnen und Schüler können mit dem Programm gut umgehen. Die Probandinnen und Probanden berichten von keinen nennenswerten Schwierigkeiten beim Erstellen einer Map und bei der späteren Bearbeitung. Dabei scheinen die beiden Funktionen „Notizenmachen“ und „Linkssetzen“ am umfangreichsten von den Schülerinnen und Schülern genutzt zu werden. Weniger werden dabei Farben und Symbole eingesetzt. Diese Visualisierungseffekte nutzen überwiegend jüngere Schülerinnen und Schüler der Gruppen I bis III, während die Probandinnen und Probanden der Gruppe IV diese Funktionen nicht nutzen. Ihnen sind besonders die Symbole zu „kindlich gestaltet“.

	Gruppe	N	M	SD
Ich arbeite gern mit dem „Mind Manager“	1	13	2,92	0,277
	2	17	1,88	0,928
	3	19	2,32	0,671
	4	8	1,63	0,744
Ich werde den „Mind Manager“ auch außerhalb der Schule benutzen	1	13	2,31	0,751
	2	17	0,53	0,717
	3	19	1,16	0,958
	4	8	0,75	0,886
Für eine Nutzung des „Mind Managers“ benötigt man ein intensives Training	1	12	1,25	0,866
	2	17	0,59	1,004
	3	19	0,42	0,507
	4	9	0,11	0,333
Ich entwickle die Mind Maps gern alleine	1	12	0,58	0,996
	2	16	0,69	0,873
	3	18	1,83	0,857
	4	9	1,22	1,093
Ich entwickle die Mind Maps gern mit einem Partner	1	13	2,69	0,855
	2	17	2,18	0,951
	3	19	2,53	0,772
	4	9	1,89	0,928
Ich entwickle die Mind Maps gern in der Gruppe	1	11	1,82	1,471
	2	16	1,25	1,291
	3	19	1,63	0,955
	4	9	1,44	1,014

Tabelle 5.4: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen zur „Akzeptanz“ des Mind Mappings, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu, N=Anzahl der Probandinnen und Probanden, M=Mittelwert, SD=Standardabweichung

## 5.7 Zusammenfassung

Insgesamt sind die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zum Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ zufriedenstellend. Alle Schülerinnen und Schüler akzeptieren die neue Methode und können bereits zum Beginn der Untersuchung ohne Probleme mit dem Programm arbeiten. Insbesondere wird beim Mapping die Notizenfunktion und die Möglichkeit des Speicherns von Links (Internetadressen) genutzt. Jüngere Schülerinnen und

Schüler nutzen zusätzlich Farben und Symbole zur äußeren Gestaltung.

Bemerkenswert ist der aufgezeigte Lernnutzen des Mapping-Programms. Alle Schülerinnen und Schüler nutzen das Programm zur Ressourcenorganisation (z. B. Speichern und Ordnen von Informationen und Informationsquellen). Jüngere Lernende nutzen die Methode darüber hinaus zur Wissensaneignung. Dabei heben besonders die weniger lernerfahrenen Schülerinnen und Schüler der Gruppe I (Hauptschule) die Unterstützung der Methode beim Verstehen von Lerninhalten hervor.

Durch das Fehlen wichtiger statistischer Parameter müssen die vorliegenden Daten mit Vorsicht behandelt werden. Zudem liegen bislang wenig Forschungsergebnisse zum Mind Mapping vor, wodurch zunächst grundlegende Bereiche geklärt werden müssen. Dazu zählen u. a. die Frage nach den Adressanten (welche Altersstufe, welche Lernvoraussetzungen müssen gegeben sein?), nach den Lernbereichen (welche Bereiche des Lernens werden durch das Mind Mapping unterstützt?) und der Einsatzbereiche (wo kann Mind Mapping eingesetzt werden?). Zur Klärung dieser Fragen kann die vorliegende Untersuchung erste Hinweise geben, die in weiteren Untersuchungen weiterverfolgt werden.

# Kapitel 6

## Untersuchung B

Im Folgenden wird eine Studie beschrieben, in welcher das selbstgesteuerte Lernen mittels computergestütztem Mind Mapping mit dem „Mind Manager smart“ (vgl. Abschnitt 3.2.4) und dem Unterrichtsansatz „Cognitive Apprenticeship“ (vgl. Abschnitt 3.3) untersucht wird. Der Untersuchung kann allerdings nur die Funktion einer Vorstudie zugemessen werden, da mit dem Umfang der Stichprobe keine breit verallgemeinerungsfähigen Resultate erzielt werden können.

### 6.1 Fragestellung

Zentraler Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Förderung des selbstgesteuerten Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht. Folgende Fragen stehen dabei im Mittelpunkt der Betrachtung:

1. **Werden die Methoden „Cognitive Apprenticeship“ und Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ von den Schülerinnen und Schülern akzeptiert? Können die Methoden in den herkömmlichen Unterricht implementiert werden?**

Akzeptanz, Handhabbarkeit und Möglichkeiten der Implementierung gelten als Grundvoraussetzung für den Einsatz einer Methode im Unterricht. Aus diesem Grund werden zunächst Einsatzmöglichkeiten des Mind Mappings, Umgang mit der Mind Mapping-Methode und die Umsetzung der Unterrichtsmethode „Cognitive Apprenticeship“ analysiert.

2. **Fördert der Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ und/oder die Mind Mapping-Methode mit dem „Mind Manager Smart“ das selbstgesteuerte Lernen?**

Einige Forschungsergebnisse bestätigen die Vermittlung von Strategien der Selbststeuerung durch den Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ (Järvelä [236]; Mandl, Gruber und Renkl [237]; Petersen und Liu [238]). Der Ansatz hat sich zudem bereits in einer Untersuchung von Friedrich und Mandl [212] als Rahmenmodell für den Einsatz

der Mapping-Technik, der Modellierung sowie Analyse der Strategieranwendung und der Reflexionsprozesse im Rahmen einer komplexen Lernumgebung bewährt. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird der Vermutung nachgegangen, dass auch das Mind Mapping das selbstgesteuerte Lernen fördern kann. Dabei finden die von Konrad [90] definierten Bereiche der Selbststeuerung Beachtung (vergleiche Abschnitt 3.1.4): Lernmotivation, Selbstkonzept, Informationsverarbeitung, erlebte Selbststeuerung und Selbstüberwachung. Im Rahmen dieser Fragestellung werden die Wirkungen des „Cognitive Apprenticeship“, des Mind Mappings und ihr Zusammenwirken auf die Selbststeuerung untersucht.

### **3. Welche Bereiche der Selbststeuerung werden durch das Mind Mapping besonders gefördert?**

Unter der Vermutung, dass die Mind Mapping-Technik beim selbstgesteuerten Lernen besonders den Bereich der Informationsverarbeitung (vergleiche Abschnitt 3.2.3) unterstützt, wird diesem Bereich herausragende Beachtung beigemessen. Erstmals werden zur Klärung dieser Frage neben einer Fragebogenanalyse auch die Mind Maps der Schülerinnen und Schüler bewertet.

### **4. Welche Zusammenhänge stehen zwischen den Lernvoraussetzungen und den Treatmentvariablen?**

Für die Förderung der Selbststeuerung stellen die Lernvoraussetzungen der Lernenden bekanntermaßen einen entscheidenden Faktor dar. Die Forschungsliteratur lässt vermuten, dass die Effizienz der eingesetzten Methoden stark von den lernerseitigen Voraussetzungen abhängt. Aus diesem Grund werden die Zusammenhänge von selbstgesteuertem Lernen, Lernvoraussetzung und Lernumgebung untersucht.

## **6.2 Ablauf der Untersuchung**

Zur Klärung der oben genannten Fragen werden zwei zehnte Klassen im Rahmen des Chemieunterrichts untersucht. Die Schülerinnen und Schüler dieser Klassen arbeiten insgesamt sechs Wochen selbstgesteuert mit dem Mind Mapping-Programm in einer nach dem „Cognitive Apprenticeship“ gestalteten Lernumgebung. Im Folgenden werden Design, Teilnehmer, Durchführung der Untersuchung und die Methoden der Datenerhebung vorgestellt.

### **6.2.1 Design**

In der Untersuchung handelt es sich um ein Feldexperiment mit Schülerinnen und Schülern. Die Untersuchung erfolgt im Rahmen eines zweifaktoriellen Experiments. Dabei gelten als unabhängige Variablen „Cognitive Apprenticeship“ und Mind Mapping mit dem Computerprogramm „Mind Manager Smart“. In der Zeit von Oktober 2003 bis Juli 2004 werden zwei zehnte Klassen einer Waldorfschule im Hinblick auf den Einsatz des Mind Mappings unter verschiedenen Bedingungen untersucht. Die Klassen bearbeiten selbstständig im Rahmen des Chemieunterrichts Fragestellungen aus dem Bereich „Kosmetik“. Die Schülerinnen und

Schüler bearbeiten die Aufgabenstellungen zum großen Teil mit Hilfe des Internets. Beide Klassen werden in vier gleich große Gruppen mit 12 Schülerinnen und Schülern unterteilt, die nacheinander jeweils sechs Wochen in einem identischen Unterrichtsthema von derselben Lehrkraft unterrichtet werden. Dabei findet der Unterricht für jede Gruppe unter anderen Bedingungen statt:

- Die **Gruppe I** wird nach dem Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ unterrichtet. Die Schülerinnen und Schüler fertigen während der Arbeit mit dem Internet hierarchische Ordnerstrukturen mit Microsoft Word (Bookmarks) an.
- Die **Gruppe II** wird nach dem Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ unter zusätzlicher Nutzung des Mapping-Programms unterrichtet.
- Die **Gruppe III** wird im Sinne eines konventionellen Unterrichts mit Unterstützung des Mind Mappings unterrichtet.
- Die **Gruppe IV** wird ohne „Cognitive Apprenticeship“ und ohne Mapping-Methode unterrichtet, anstelle der Mind Maps fertigen die Schülerinnen und Schüler Bookmarks an.

Das Design der Untersuchung kann folgendermaßen veranschaulicht werden:

	<b>mit</b> Cognitive Apprenticeship	<b>ohne</b> Cognitive Apprenticeship
<b>mit</b> Mind Mapping	Gruppe II	Gruppe III
<b>ohne</b> Mind Mapping	Gruppe I	Gruppe IV

Tabelle 6.1: Grafische Darstellung des Designs

### 6.2.2 Teilnehmer

An der Untersuchung nehmen 35 Probandinnen und Probanden im Alter von 16 bis 17 Jahren teil. Die Schülerinnen und Schüler besuchen zwei 10. Klassen einer Waldorfschule und werden an zwei Nachmittagen in der Woche in einem Chemie-Praktikumsblock unterrichtet. Die Probandengruppe setzt sich aus 21 Jungen und 14 Mädchen zusammen. Die Schülerinnen und Schüler haben vorher an keiner Untersuchung teilgenommen. Die Teilnahme an der Untersuchung erfolgt freiwillig.

Nach Aussage des Lehrers (Tielmann, persönliche Mitteilung, 30.07.2004) sind die einzelnen Gruppen in ihren schulischen Leistungen und ihrem Lernverhalten vergleichbar. Auf eine Randomisierung wird bewusst verzichtet, um die Implementation der Methoden in das herkömmliche Unterrichtsgeschehen untersuchen zu können. Eine Vermischung der Klassen würde besonders in dieser Alterstufe u. a. ungewünschte Effekte im Gruppenverhalten während der Gruppenarbeitsphase zeigen.

Die Gruppen sind heterogen zusammengesetzt, es gibt einige sehr gute und einige sehr

schlechte Schülerinnen und Schüler in allen vier Gruppen. In den Gruppen sind überwiegend Schülerinnen und Schüler mit durchschnittlicher Leistung im Chemieunterricht.

### **6.2.3 Durchführung**

Die Untersuchung findet in den Räumen einer Waldorfschule statt und wird jeweils mit der Hälfte einer Klasse (ca. neun Schülerinnen und Schüler) durchgeführt. Die Untersuchung findet während des regulären Unterrichts statt und dauert pro Gruppe sechs Wochen. Vor Beginn der Untersuchungseinheit wird in jeder Gruppe die Untersuchung angekündigt und vorgestellt. Es werden eventuelle Fragen erörtert und die Anonymisierung der Daten geklärt.

Die Untersuchung wird von dem Fachlehrer und einer Mitarbeiterin des IPN (Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften in Kiel) durchgeführt.

Jede Gruppe erhält eine zwanzigminütige Einführung zum Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“. Die Einführung wird von der Mitarbeiterin des IPN durchgeführt. Danach wird den Schülerinnen und Schülern 20 Minuten Trainingszeit gegeben, um sich mit dem Programm vertraut machen zu können. Die Gruppen II und III bekommen für das Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ die Anweisung, die gemappten Begriffe mit Notizen zu versehen und die gesamten Unterrichtsinformationen (Begriffe, Ideen, Ressourcen,) in der Mind Map zu speichern.

Die Gruppen I und IV erhalten eine zwanzigminütige Einführung in das Arbeiten mit Microsoft Word und ebenfalls eine Übungsphase von 20 Minuten. Sie bekommen die Anweisungen Ordnerstrukturen anzulegen, in denen sie ebenfalls die gesamten Unterrichtsinformationen speichern.

Jede Schülerin und jeder Schüler arbeitet an einem eigenen Laptop mit Internetzugang. Der Lehrer erinnert während des Unterrichts die Schülerinnen und Schüler an ihre Arbeitsanweisungen.

Am Ende der Unterrichtseinheit wird der Fragebogen ausgegeben. Der Lehrer liest die Fragen gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern durch und gibt ihnen anschließend 45 Minuten Zeit zum Beantworten der Fragen.

Abschließend werden Interviews mit dem Lehrer und den Schülerinnen und Schülern geführt.

## **6.3 Materialien**

Zur Überprüfung der im Abschnitt 6.1 formulierten Fragen wird ein Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen eingesetzt, zusätzlich dienen Interviews der Datenerhebung. Die Methoden werden im Folgenden vorgestellt.



### 6.3.1 Fragebogen

Hauptuntersuchungsinstrument der Studie ist ein Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen. In Anlehnung an Konrad [90] wird sich auf die bereits genannten fünf Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens konzentriert (vergleiche Abschnitt 3.1.4). Der größte Teil der im Fragebogen berücksichtigten Statements orientiert sich an früher verwendeten Instrumenten von Konrad ([249], [250]) sowie einer deutschen Übersetzung von LASSI („Learning and Study Strategies Inventory“, Weinstein [251]; Weinstein, Palmer und Schulte [252]). Dabei werden basierend auf dem vorgestellten theoretischen Hintergrund (vergleiche Abschnitt 3) die elementaren Bereiche der Selbststeuerung erfragt. Zudem enthält der Fragebogen ergänzende selbst formulierte Fragen, die zum großen Teil bereits in der Untersuchung A (vergleiche Kapitel 5) eingesetzt wurden.

Im Folgenden werden einige Beispielitems zu den erfragten Dimensionen genannt. Eine komplette Fassung des eingesetzten Fragebogens ist im Anhang zu finden.

Die Statements zur **erlebten Selbststeuerung** erfragen die subjektive Erfahrung von Selbststeuerung und individueller Verantwortung für das Lerngeschehen wie zum Beispiel:

- „Ich gestalte die Lernprozesse im Unterricht aktiv mit“.

Die Skala **Lernmotivation** nimmt Bezug auf persönliche Lernanreize und Überwindung von Lernhindernissen. Diese Variable wird z. B. durch das folgende Item operationalisiert:

- „Ich habe mich im Unterricht auch angestrengt, wenn ich ihn nicht mochte“.

Die Dimension **Selbstüberwachung/Monitoring** zielt auf metakognitive Aktivitäten des Testens und Überprüfens im Lernvollzug:

- „Ich habe beim Lernen gezielt darauf geachtet, wo ich Wissenslücken hatte“.

Das **Selbstkonzept** konzentriert sich auf die Beurteilung lernbezogener Kompetenzen:

- „Im Unterricht habe ich wichtige Beiträge geliefert“.

Die Skala der **Informationsverarbeitung** bezieht sich auf die tiefere Elaboration des Lerngegenstandes und kognitive Verarbeitungsstrategien wie z. B.:

- „Wenn ich lerne, versuche ich, die Inhalte gedanklich miteinander zu vernetzen“.

Der eingesetzte Fragebogen besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen: einem ersten Teil mit insgesamt 35 Items zu den genannten Dimensionen, die sich auf den **Unterricht** beziehen und einem zweiten Teil, der sich mit 58 Items explizit an das **Mind Mapping** mit dem „Mind Manager Smart“ (bzw. an die Arbeit mit Microsoft Word) richtet. 29 Items des zweiten Teils sind unformulierte Fragen der fünf genannten Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens nach Konrad [90] wie z. B. aus dem Bereich der erlebten Selbststeuerung:

- „Die Arbeit mit dem Mind Mapping hat mir mehr Freiheiten beim Lernen ermöglicht“.

Weitere Items zum Mind Mapping richten sich an die Schwierigkeiten beim Mappen, zum Notizen machen und zur Akzeptanz. Die genannten Dimensionen werden von den Probandinnen und Probanden auf einer vierstufigen Likert-Skala („trifft zu“ versus „trifft nicht zu“) beurteilt.

Beigefügt werden dem Fragebogen 10 Items zum **allgemeinen Lernverhalten**. Die Items sind dem Wissenstest im Anhang zu entnehmen.

### 6.3.2 Interviews

Zusätzlich zu dem Fragebogen und den erhobenen Lernvoraussetzungen werden durch direkte Befragung des Lehrers und der Schülerinnen und Schüler Daten gewonnen. Bei den Interviews handelt es sich um Einzelinterviews und Simultanbefragungen. Die Fragen richten sich an das Arbeiten mit dem „Mind Manager“ und Erfahrungen mit dem Unterrichtskonzept „Cognitive Apprenticeship“.

### 6.3.3 Weitere Untersuchungsmethoden

Weitere Daten werden durch Unterrichtsbeobachtung und durch die Analyse der angefertigten Mind Maps der Schülerinnen und Schüler gewonnen.

### 6.3.4 Datenauswertungen

Die erhobenen Daten werden durch unterschiedliche Methoden und Personen beurteilt. Die Auswertungsmethoden werden im Folgenden vorgestellt.

**Fragebogen** Der überwiegende Teil des Fragebogens wird mit dem Programm SPSS ausgewertet. Freie Antworten werden von dem Lehrer der beiden Untersuchungsklassen und der Mitarbeiterin des IPN beurteilt. Zehn Items werden aufgrund der negativen Fragestellung vor der Auswertung umkodiert.

Durch eine Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse/Varimax-Rotation) des **ersten Teils des Fragebogens** (Fragen zum Unterricht) können die fünf Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens von Konrad bestätigt werden. Die Items lassen sich aufgrund der Faktorladung in ebenfalls fünf Faktoren zusammenfassen, die zu den selben Skalen zusammengefasst werden können (erlebte Selbststeuerung, Lernmotivation, Selbstkonzept, Selbstüberwachung, Informationsverarbeitung). Einige Items der „Selbstüberwachung“ werden dabei der Skala der „Informationsverarbeitung“ zugeteilt. Sieben Items müssen aufgrund von Itemschwierigkeit und Trennschärfe der Auswertung entzogen werden. In der Tabelle 6.2 sind die Skalen mit deren Konsistenzen abgebildet.

Skalen	Anzahl der Items	Alpha
Lernmotivation	8	.81
Selbstkonzept	7	.81
Informationsverarbeitung	6	.76
Erlebte Selbststeuerung	6	.70
Selbstüberwachung	5	.71

Tabelle 6.2: Skalen der Faktorenanalyse des ersten Teils des Fragebogens (zum Unterricht)

Die Bestätigung der Itemzuordnung in die von Konrad vorgegebenen fünf Skalen erscheint logisch, da diese Items sich an den Unterricht richten und zum größten Teil im gleichen Wortlaut von Konrad übernommen sind. Ebenso wie in der vorliegenden Untersuchung setzt Konrad die Items zur Analyse von Lernumgebungen ein. Wie die internen Konsistenzen belegen, ist es größtenteils gelungen, reliable Operationalisierungen der Dimensionen zu konstruieren.

Durch eine Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse/Varimax-Rotation) des **zweiten Teils des Fragebogens** (Fragen zum Mind Mapping) können die abgefragten vier Skalen von Konrad nicht bestätigt werden. Die Faktorladungen lassen sich lediglich drei Faktoren zuordnen: Informationsverarbeitung, Selbststeuerung und Lernmotivation. Die Items der Selbstüberwachung liegen überwiegend im Bereich der Selbststeuerung, so dass eine Skala entfällt. Diese Zuordnung erscheint dann als sinnvoll, wenn man die neue Formulierung der Items beachtet. Die von Konrad für das Lernen im Unterricht formulierten Fragen werden auf das Mind Mapping umformuliert und erhalten teilweise andere Bedeutungen. Es erscheint logisch, dass die Mapping-Technik im Besonderen den Bereich der Informationsverarbeitung unterstützen kann, inwiefern dabei metakognitive Aktivitäten zusätzlich unterstützt werden, kann mit den ausgewählten Items und deren Zuordnung nicht eindeutig geklärt werden. Drei Items müssen aufgrund von Itemschwierigkeit und Trennschärfe der Auswertung entzogen werden. In der Abbildung 6.3 sind die Skalen des zweiten Teils des Fragebogens mit deren Konsistenz abgebildet.

Skalen	Anzahl der Items	Alpha
Informationsverarbeitung	19	.94
Erlebte Selbststeuerung	4	.89
Selbstüberwachung	3	.70

Tabelle 6.3: Skalen der Faktorenanalyse des zweiten Teils des Fragebogens (zum Mind Mapping)

Die internen Konsistenzen der Skalen belegen, dass es größtenteils gelungen ist, reliable Operationalisierungen zu konstruieren. Im Besonderen gilt dies für die Informationsverar-

beitung und die erlebte Selbststeuerung. Die Skala der Lernmotivation genügt zumindest den Anforderungen für die gruppenstatistische Datenanalyse.

Ausgehend von der Vermutung, dass die Methode des Mind Mappings Lernende bei der Bearbeitung einer Fragestellung unterstützen kann, können zwei Bereiche der Unterstützung unterschieden werden: Das Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ kann besonders konkrete Tätigkeiten des Planens, Auslagerns von Wissen, Abspeicherns und Präsentierens unterstützen. Andererseits kann das Mapping Grundlage für höhere kognitive und metakognitive Prozesse des Lernens sein, wie zum Beispiel das Verstehen eines Sachverhaltes, das Erkennen von Zusammenhängen und das systematische Denken. Durch eine Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse/Varimax-Rotation) zweiter Ordnung der Fragebogenitems zur Informationsverarbeitung (zweiter Teil, Mind Mapping) konnte diese Zweiteilung bestätigt werden. Die Items lassen sich aufgrund der Faktorladung in zwei Faktoren zusammenfassen:

- **Bereich A:** Items zu konkreten kognitiven Prozessen und
- **Bereich B:** Items zu höheren kognitiven und metakognitiven Prozessen

<b>Faktoren</b>	<b>Anzahl der Items</b>	<b>Alpha</b>
A (konkret kognitiv)	8	.94
B (höher meta-/kognitiv)	11	.88

Tabelle 6.4: Skalen der Faktorenanalyse 2.Ordnung zur Informationsverarbeitung (beim Mapping) und deren Reliabilitäten

Wie die internen Konsistenzen belegen, ist es größtenteils gelungen, reliable Operationalisierungen der zwei Bereiche zu konstruieren.

**Mind Maps** Die angefertigten Mind Maps der Schülerinnen und Schüler werden von dem Lehrer und zwei Mitarbeitern des IPN analysiert. Dabei finden bestimmte Bereiche der Informationsverarbeitung besondere Beachtung.

**Interviews** Die Interviews werden von einer Hilfskraft des IPN geführt und von dem Lehrer der Klassen und der Mitarbeiterin des IPN protokolliert.

## 6.4 Ergebnisse

Im nächsten Abschnitt werden die formulierten Fragen (siehe Abschnitt 6.1) mit Hilfe der erhobenen Daten beantwortet. Dabei wird sich im Wesentlichen auf die Fragebogenanalyse und die Schüleraussagen konzentriert. Zum Mittelwertsvergleich wird eine mehrfaktorielle Varianzanalyse herangezogen. Es gilt das 5% Signifikanzniveau.

### 6.4.1 Fragestellung zur Implementation und Akzeptanz des „Cognitive Apprenticeship“ und des Mind Mappings

Im Rahmen dieser Fragestellung wird nicht auf die Unterschiede zwischen den einzelnen Treatmentgruppen eingegangen, sondern es wird die Darstellung einer allgemeinen Erhebung in Hinblick auf die Akzeptanz zweier neuer didaktischer Maßnahmen („Cognitive Apprenticeship“ und Mapping-Methode) im Mittelpunkt der Betrachtung stehen. Dabei wird überwiegend auf Interviewdaten zurückgegriffen. Die Ergebnisse zur Akzeptanz des Mapping-Programms werden durch Daten der Fragebogenanalyse ergänzt.

**Implementation und Akzeptanz des „Cognitive Apprenticeship“** Der Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ unterscheidet sich vom herkömmlichen Unterricht im Besonderen dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler in der ersten Phase des Unterrichts eher „passiv“ die Problemlösestrategien der Lehrkraft beobachten, um diese dann in einer zweiten Phase (Gruppenphase) selbstständig auf eine ähnliche Fragestellung anzuwenden. Durch diese neue Art des Unterrichts sind die Schülerinnen und Schüler vielfach auf sich selbst gestellt und müssen sich eigenständig Ziele setzen, Lösungswege suchen und die Ergebnisse beurteilen. Die Lehrerrolle wechselt in der Gruppenphase nach und nach in die eines Beraters. Diese Unterrichtsform ist für die Lernenden der Untersuchung gleichermaßen ungewohnt wie für den Lehrer. Es lag deshalb vor Untersuchungsbeginn die Befürchtung nahe, die Schülerinnen und Schüler könnten durch die neu zu erlernende Methode überfordert sein. Diese Befürchtung wird nicht bestätigt.

Die Schülerinnen und Schüler stufen die Unterrichtsform als interessant ein und geben an, selbstständiges Arbeiten sei in dieser Unterrichtsform umfangreicher möglich als im herkömmlichen Unterricht. Sie hätten sich laut Interviewaussagen nicht überfordert gefühlt, sondern genau im richtigen Maße von dem ständig präsenten Lehrer unterstützt, um selbstständig lernen zu können. Sie äußerten den Wunsch, den normalen Unterricht durch die neue Unterrichtsmethode zu ergänzen.

Auch der Lehrer bezeichnet die Implementation der neuen Methode in den Unterricht als durchaus gelungen. Die Vorbereitung dieses Unterrichtskonzepts erfordert in den ersten Unterrichtsstunden deutlich mehr Vorbereitungszeit als der herkömmliche Unterricht. Im zweiten Teil des „Cognitive Apprenticeship“ agiert der Lehrer nur noch als Moderator und Lernhelfer, wofür wenig Vorbereitung erforderlich ist. Insofern sieht die Lehrkraft laut Interviewaussagen einen vergleichbaren Aufwand in der Unterrichtsvorbereitung. Nach Lehreraussagen bietet der Unterrichtsansatz besonders in naturwissenschaftlichen Fächern gute Erfolgchancen, die geforderten Kompetenzen an die Schülerinnen und Schüler zu vermitteln.

Zusammenfassend kann die Implementation und Akzeptanz der neuen Methode „Cognitive Apprenticeship“ nach Lehrer- und Schüleraussagen als gelungen bewertet werden.

**Implementation und Akzeptanz des Mind Mappings mit dem „Mind Manager Smart“** Sowohl die Effizienz, als auch die Akzeptanz von Mapping-Techniken als Lehr/Lernstrategie hängen stark davon ab, wie gut die Lernenden die Technik handhaben

können (Dansereau und McCagg [211]). Deshalb ist es um so erstaunlicher, dass, obwohl weder der Lehrer noch die Schülerinnen und Schüler die Methode des Mappings vor der Untersuchung kennen, die Integration des Mapping-Programms in das Unterrichtsgeschehen als gelungen gewertet werden kann. Ebenso zeigen die Ergebnisse der Fragebogenanalyse, die in Tabelle 6.5 dargestellt sind, eine hohe Akzeptanz des Mind Mappings auf Seiten der Schülerinnen und Schüler. Der Wert für das Item „Ich arbeite gern mit dem Mind Manager Smart“ liegt bei einem Mittelwert von  $M=2,53$ , ( $SD=0,51$ ) und zeigt somit eine sehr hohe Zustimmung. Der Mittelwert für eine geplante Nutzung des Programms außerhalb der Schule liegt bei einem Mittelwert von  $M=1,47$  ( $SD=1,07$ ). Dieses Vorhaben wird nach einigen Wochen bestätigt; zwei Drittel aller Schülerinnen und Schüler nutzten das Programm noch sechs Wochen nach der Untersuchung. Das Programm wird dabei auch in den anderen Unterrichtsfächern zur Vorbereitung von Arbeiten und Referaten genutzt.

	N	M	SD
Ich arbeite gern mit dem „MM“	19	2,53	0,513
Ich werde den „MM“ auch außerhalb der Schule nutzen	19	1,47	1,073
Für die Nutzung des „MM“ benötigt man ein intensives Training	19	0,37	0,761
Ich halte andere Verfahren für hilfreicher	19	0,67	0,686

Tabelle 6.5: Mittelwerte der Fragebogenanalyse zur Akzeptanz des Mind Mappings mit dem „Mind Manager Smart“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu, M=Mittelwert, SD=Standardabweichung, N=Anzahl der Probandinnen und Probanden, MM=„Mind Manager“

Das Programm wird von allen Schülerinnen und Schülern auf Anhieb eingesetzt und es gibt keine Schwierigkeiten in der Anwendung. Ausnahmslos alle Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, das Programm ohne Probleme zu nutzen, obwohl viele Schülerinnen und Schüler keine Erfahrungen mit dem Computerumgang haben. Keine Schülerin und kein Schüler hält laut Interviewaussagen für die Nutzung des Programms ein intensives Training für nötig (bestätigt durch den niedrigen Mittelwert in der Fragebogenanalyse  $M=0,37$ ,  $SD=0,76$ , vgl. Tabelle 6.5).

Im abschließenden Teil des Fragebogens können die Schülerinnen und Schüler ihre Meinung zum Programm frei äußern. Exemplarische Angaben der Schülerinnen und Schüler sind:

„Mir gefällt, dass das Programm so einfach zu bedienen ist und dass auch ich es ohne große Mühe verstehen kann. Obwohl ich sonst nie am Computer arbeite, war das Programm eine Erleichterung für mich“.

„Man kann seine Gedanken übersichtlich ordnen und dadurch, dass man seine Gedanken vor die Augen geführt bekommt, ist es leichter neue Gedanken zu entwickeln“.

Unter den freien Äußerungen der Schülerinnen und Schüler sind keine negativen Aussagen zur Methode des Mind Mappings zu verzeichnen, aber es werden technische Mängel des Programms erwähnt. Dazu gehört das „zu kleine Fenster“ für Notizen und „die Möglichkeit nur einen Link pro Ast“ zu setzen.

Die Interviewangaben und freien Äußerungen des Fragebogens zu den Anwendungsgebieten des Mappings (Planen, Strukturieren, Organisieren, ...) zeigen, dass die Methode tatsächlich in den entsprechenden Bereichen zur Anwendung kommt und der Lernnutzen des Programms bekannt ist. Wie die Tabelle 6.5 zeigt, werden dadurch alternative Methoden wie beispielsweise Heftführung oder das Arbeiten mit Word bei der selbstständigen Bearbeitung einer Fragestellung nur begrenzt als hilfreicher empfunden als die Mapping-Methode. Digitales Mapping wird von den Lernenden laut Interviewaussagen deutlich dem Mapping mit „Papier und Bleistift“ vorgezogen, da es die Möglichkeit bietet, Links einzutragen, Notizen zu machen und Änderungen sauber und schnell nach eigenem Ermessen vorzunehmen. Diese Aussage bestätigt frühere Untersuchungsergebnisse (u. a. Neumann [243]).

Ein allgemeines Problem der Übernahme systematischer Lerntechniken besteht darin, dass diese erst sehr spät in der kognitiven Entwicklung vermittelt werden. Das dann erforderliche Umlernen und die Interferenz mit vorhandenen Lernstrategien und -techniken führt häufig zu einem vorübergehenden Effizienzverlust (hoher Zeitaufwand, Leistungsabfall) (Mandl und Friedrich [17], was wiederum die Lernenden dazu verleiten kann, die neuen Lerntechniken vorschnell als ungeeignet zu verwerfen. Diese Beobachtung konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht gemacht werden, was u. a. an der überaus einfachen Technik des Mind Mappings mit dem „Mind Manager Smart“ liegen kann.

#### **6.4.2 Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch den Unterrichtsansatz „Cognitive Apprenticeship“ und das Mapping-Programm „Mind Manager Smart“**

Zentrale Erfolgsvariable der vorliegenden Untersuchung ist die Wahrnehmung der Probandinnen und Probanden von Unterstützung im selbstgesteuerten Lernprozess. Es wird der Hypothese nachgegangen, dass der Unterrichtsansatz „Cognitive Apprenticeship“ und/oder das Mind Mapping das selbstgesteuerte Lernen effektiver unterstützen als herkömmliche Methoden. Aus diesem Grund werden die Daten des Fragebogens in Hinblick auf die Unterschiede zwischen Treatmentgruppen (siehe Design-Darstellung 6.1) ausgewertet. Im Folgenden werden die vier Gruppen in Bezug auf die von ihnen wahrgenommene Unterstützung bei der Selbststeuerung verglichen; besondere Beachtung wird dabei die Informationsverarbeitung finden. Ergänzt werden die Daten des Fragebogens durch Interviewaussagen des Lehrers und der Schülerinnen und Schüler, sowie durch eine Analyse der Mind Maps. Es gilt weiterhin ein Signifikanzniveau von 5%.

## Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch den Unterrichtsansatz „Cognitive Apprenticeship“

	Gruppe	N	M	SD
Lernmotivation im Unterricht	1	5	2,38	0,293
	2	10	2,14	0,723
	3	8	1,97	0,476
	4	8	2,13	0,288
Selbstkonzept im Unterricht	1	7	1,98	0,736
	2	9	1,98	0,631
	3	8	1,83	0,471
	4	4	1,46	0,551
Informationsverarbeitung im Unterricht	1	6	2,39	0,455
	2	10	1,95	0,478
	3	8	1,90	0,367
	4	6	1,61	0,750
Erlebte Selbststeuerung im Unterricht	1	7	2,43	0,366
	2	10	2,43	0,500
	3	9	2,17	0,566
	4	8	2,54	0,171
Selbstüberwachung im Unterricht	1	7	2,37	0,616
	2	10	2,12	0,527
	3	9	1,36	0,328
	4	5	1,52	0,179
Informationsverarbeitung beim Mapping	1	6	2,30	0,517
	2	10	1,78	0,844
	3	7	1,92	0,600
	4	6	2,00	0,481
Erlebte Selbststeuerung beim Mapping	1	7	2,00	1,010
	2	10	2,03	0,768
	3	9	2,14	0,517
	4	7	2,11	0,900
Lernmotivation beim Mapping	1	7	2,10	0,686
	2	10	1,933	0,644
	3	9	2,15	0,556
	4	8	2,21	0,711

Tabelle 6.6: Mittelwerte der Fragebogenanalyse zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch „Cognitive Apprenticeship“ und Mind Mapping, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu

Zur Bestätigung der Hypothese, selbstgesteuertes Lernen könne durch den Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ unterstützt werden, müssten die Gruppen, die nach diesem



Ansatz unterrichtet werden (Gruppe I und II), die Fragen zum selbstgesteuerten Lernen im Fragebogen höher bewerten als die Gruppen, die im konventionellen Sinne unterrichtet werden (Gruppe III und IV). Die Ergebnisse dieser Fragestellung sind in Tabelle 6.6 dargestellt. Die Tabelle 6.7 zeigt die Varianzanalyse mit den Signifikanzangaben. Der Tabelle 6.6 ist zu entnehmen, dass die Gruppen I und II (mit „Cognitive Apprenticeship“) in fast allen abgefragten Kategorien den Unterricht höher bewerten als die Gruppen III und IV (konventioneller Unterricht). Signifikant ist der Unterschied zwischen den Gruppen im Bereich der Selbstüberwachung. Die Gruppen I und II liegen im Bereich der Selbstüberwachung mit Werten von  $M=2,37$  ( $SD=0,62$ ) und  $M=2,12$  ( $SD=0,53$ ) signifikant höher als die Gruppen III und IV mit  $M=1,36$  ( $SD=0,33$ ) und  $M=1,52$  ( $SD=0,18$ ). Die Signifikanz bestätigt sich in der Scheffé-Prozedur (Gruppe II und III signifikant höher als Gruppe I). Zudem ist ein Unterschied der Gruppen im Hinblick auf die Unterstützung im Bereich der Informationsverarbeitung erkennbar. Die Gruppen, die nach dem Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ unterrichtet werden, beurteilen die Items zum Umgang mit Informationen mit  $M= 2,39$  ( $SD = 0,46$ ) und  $M = 1,95$  ( $SD = 0,48$ ) höher im Vergleich zu den Gruppen, die herkömmlich unterrichtet werden ( $M= 1,90$  ( $SD = 0,37$ ) und  $M = 1,61$  ( $SD = 0,75$ )).

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	72,23	3	24,08	1,43	0,242
Innerhalb der Gruppen	1078,05	64	16,845		

Tabelle 6.7: Varianzanalyse der vier Gruppen (einfache Anova), wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu

Nach der Datenanalyse kann die Hypothese bestätigt werden, dass der Unterrichtsansatz „Cognitive Apprenticeship“ das selbstgesteuerte Lernen unterstützen kann. Die beiden Gruppen, die mit „Cognitive Apprenticeship“ unterrichtet werden, zeigen im Bereich der Selbstüberwachung signifikant höhere Werte als die Gruppen, die im konventionellen Sinne unterrichtet werden. Diese Schülerinnen und Schüler fühlen sich demnach unterstützt, Strategien der Überwachung des eigenen Lerngesehens einzusetzen. Eine mögliche Ursache für die empfundene Unterstützung könnte darin gesehen werden, dass die Schülerinnen und Schüler in der Modellphase erstmals durch die Lehrkraft auf Strategien der Selbstüberwachung aufmerksam gemacht werden. In dieser Phase wird ihnen (anhand eines konkreten Beispiels) vorgeführt, welches die Strategien der Selbstüberwachung sind und wozu diese sinnvoll sein können. Die direkte Anleitung zur Reflexion der eigenen Lernhandlung findet im konventionellen Unterricht in der Regel nicht statt.

Ein Unterschied im Gruppenvergleich zeigt sich zudem im Bereich der Informationsverarbeitung. Ebenfalls zeigen Schülerinnen und Schüler, die nach dem „Cognitive Apprenticeship“ unterrichtet werden, höhere Werte im Bereich dieser Dimension und fühlen sich unterstützt, kognitive Strategien einzusetzen. Auch hier könnte eine mögliche Ursache darin gesehen werden, dass in der Modellphase das konkrete Vorgehen bei der Aufgabenbear-

beitung durch den „Experten“ vorgeführt wird und Strategien der Informationsverarbeitung auf diese Weise direkt sichtbar gemacht und vermittelt werden.

In den anderen Bereichen lassen sich keine deutlichen Unterschiede im Gruppenvergleich feststellen. Das erscheint im Hinblick auf die erlebte Selbststeuerung logisch, da die Gruppenarbeitsphasen in allen Treatmentgruppen ähnlich gestaltet sind. Erst in dieser Phase werden die Lernenden selbstständig tätig und ein Erleben von Selbststeuerung möglich.

Zusammenfassend kann die unterstützende Wirkung des „Cognitive Apprenticeship“ im selbstgesteuerten Lernprozess zumindest im Bereich der Selbstüberwachung und in der Informationsverarbeitung als positiv beurteilt werden. In diesen Bereichen konnte eine erhöhte Unterstützung im Gegensatz zum traditionellen Unterricht festgestellt werden.

### **Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch das Mapping-Programm**

**„Mind Manager Smart“?** Es liegt die Vermutung nahe, dass Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ das selbstgesteuerte, ressourcenbasierte Lernen unterstützen kann (vgl. Abschnitt 3.2.3 und 4.2). Aus diesem Grund werden die Gruppen mit (Gruppe II und III) bzw. ohne (Gruppe I und IV) Einsatz der Mapping-Methode verglichen.

Die Gruppen unterscheiden sich in der Datenanalyse nur gering voneinander (vgl. Tabelle 6.6). Es kann zwar eine Unterstützung durch das Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ festgestellt werden, ebenso wird aber die Arbeit mit den Ordnerstrukturen von den Schülerinnen und Schülern positiv bewertet. Diese Feststellung kann durch Lehreraussagen und Aussagen der Schülerinnen und Schüler im Interview nicht bestätigt werden. Sowohl der Lehrer als auch die Schülerinnen und Schüler betonten den Vorteil einer Mind Map gegenüber den Ordnerstrukturen und sie können die Lernvorteile des Mappings benennen: Die Methode des Mappings gehe weit über das Abspeichern von Links, Notizen, u. a. hinaus und sei hilfreich, beim selbstgesteuerten Lernen die eigenen Gedanken zu strukturieren und sich an der Map während des Lernprozesses zu orientieren. Die eigene Map könne individuell gestaltet werden, das Mapping mache Spaß und unterstütze einen selbstständigen Arbeitsstil.

Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe I und IV (arbeiten mit Word statt Mapping) betonen die Wichtigkeit des digitalen Abspeicherns im ressourcenbasierten Lernen. Sie benutzen die Word-Dateien ausschließlich, um Informationen und ihre Quellen zu speichern. Die hohe Zustimmung im Fragebogen wird von den Schülerinnen und Schülern damit erklärt, dass sie die Word-Dateien mit nichts vergleichen konnten. Die Arbeit mit Word erscheint ihnen hilfreicher als keine Unterstützung zu erhalten.

Zusammenfassend kann kein klares Ergebnis in Bezug auf die Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch Mind Mapping festgehalten werden- zumindest ausgehend von den Ergebnissen des Fragebogens. Die Fragebogenanalyse zeigt keine signifikanten Unterschiede im Gruppenvergleich (mit bzw. ohne Mind Mapping). Im Interview wird jedoch der klare Vorteil des Mappings gegenüber der Arbeit mit Ordnerstrukturen betont. Die Schülerinnen und Schüler können die konkreten Vorteile des Mappings benennen und schätzen die Methode als hilfreich beim selbstgesteuerten Lernen ein. Zentral scheint im ressourcen-

basierten Lernen die Möglichkeit des Abspeicherns von Informationen und Quellen zu sein. Diese Funktion wird sowohl durch Mapping und als auch durch Word ermöglicht. Die Vorteile des Mappings gegenüber der Arbeit mit Word zeigen sich erst im direkten Vergleich, der in der vorliegenden Untersuchung nicht stattfindet.

**Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch die Kombination aus Unterrichtsansatz und Mapping** Zur Bestätigung der Hypothese, besonders die Kombination der Instruktionsmaßnahmen („Cognitive Apprenticeship“ und Mind Mapping) unterstütze das selbstgesteuerte, ressourcenbasierte Lernen, müsste in der vorliegenden Untersuchung die Gruppe III die höchste Unterstützung empfunden haben und die höchsten Mittelwerte bei der Fragebogenanalyse zeigen. Dieses Ergebnis lässt sich nicht feststellen. Im Interview betont der Lehrer allerdings, er habe die Kombination aus „Cognitive Apprenticeship“ und Mind Mapping als besonders hilfreich für das selbstgesteuerte Lernen der Schülerinnen und Schüler empfunden. Durch das Programm kann wohlmöglich während des selbstständigen Lernens eine zusätzliche „Sicherheit“ oder ein „Anker“ geschaffen werden, welcher mit keinen individuellen Einschränkungen oder irgendeiner Art von externen Vorgaben verbunden ist. Die Schülerinnen und Schüler haben durch das Mapping bei ihrer selbstgesteuerten Suche nach Informationen ein Programm zur Verfügung, mit dem sie ein Problemfeld strukturieren und die Informationen in einem passenden Kontext abspeichern können.

Auch die Schülerinnen und Schüler bestätigen, die Kombination beider Maßnahmen als sehr hilfreich beim selbstgesteuerten Lernen empfunden zu haben. Die Mind Map sei ein Orientierungspunkt im eigenen Lernprozess gewesen, dabei konnten einzelne Zweige nacheinander abgearbeitet werden.

Als Fazit zeigt sich besonders der Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ als hilfreich im selbstgesteuerten Lernprozess. Die Vorteile des Mind Mappings können lediglich durch Interviewaussagen belegt werden. Auch eine besondere Unterstützung der Selbststeuerung durch die Kombination beider Instruktionsmaßnahmen kann lediglich durch Lehrer- und Schüleraussagen erkenntlich werden.

### **6.4.3 Welche Bereiche der Selbststeuerung werden durch das Mind Mapping besonders unterstützt?**

Im Folgenden werden lediglich die Fragebogenergebnisse der beiden Gruppen (II und III) herangezogen, welche das Mapping-Programm eingesetzt haben. Mit Hilfe der Fragebogenergebnisse und einer Analyse der Mind Maps wird im Speziellen der Bereich der Informationsverarbeitung näher untersucht. Ausgehend von der Vermutung, dass die Methode des Mind Mappings Lernende bei der kognitiven Bearbeitung einer Fragestellung unterstützen kann, können zwei Bereiche der Unterstützung unterschieden werden: Das Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ kann u. a. konkrete Tätigkeiten des Planens, Ordnen, Abspeicherns und Präsentierens (**Bereich A**) unterstützen. Andererseits kann das Mapping Grundlage für höhere kognitive und metakognitive Prozesse des Lernens sein, wie

zum Beispiel das Verstehen eines Sachverhaltes oder das Erkennen von Zusammenhängen (**Bereich B**).

Die Ergebnisse der Fragebogenanalyse (siehe Tabelle 6.8) lassen erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler sich durch die Arbeit mit dem „Mind Manager“ in beiden Bereichen (A und B) unterstützt fühlen. Im konkret kognitiven Bereich (A) ergibt sich ein Mittelwert von  $M=2,12$  ( $SD=0,784$ ) im höher meta-/kognitiven Bereich ein Mittelwert von  $M=1,77$  ( $SD=0,801$ ). Im Mittelwertvergleich der Daten sind signifikante Unterschiede dieser Bereiche zu finden. Das Mapping-Programm scheint besonders dazu geeignet zu sein, kognitive Prozesse der Wissenorganisation zu unterstützen (Bereich A).

Faktor	N	M	SD
A	18	2,12	0,784
B	18	1,77	0,801

Tabelle 6.8: Mittelwertsvergleich der Skalen A und B. Die Tabelle zeigt Mittelwertsangaben der Schülerinnen und Schüler, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu, M=Mittelwert, SD=Standardabweichung, N=Anzahl der Probandinnen und Probanden

	df	Signifikanz (2-seitig)
Mittelwert A zu Mittelwert B	17	,017

Tabelle 6.9: T-Test bei gepaarten Stichproben

Wie bereits in den Abschnitten 3.1.3, 3.2.3 und 4.2 erwähnt, kann angenommen werden, dass die Mind Mapping-Technik die Lernenden beim selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernen unterstützen kann. Dabei können folgende Bereiche der Informationsverarbeitung untergliedert werden:

1. **Planung (I)**: Vorbereitung des Lernens (Zielsetzung, Aktivierung von Vorwissen, Bewusstmachen fehlender Informationen,...),
2. **Durchführung (II)**: Durchführung der Lernhandlung (Informationsrecherche, Verwalten von Informationen, Verknüpfen und Verstehen von Inhalten,...),
3. **Anwendung (III)**: Anwendung des Gelernten (Ergebnisse präsentieren, Inhalte auf neue Sachverhalte beziehen, Transfer,...).
4. Diesen Phasen übergeordnet steht das **Monitoring**. Die dafür erforderlichen Lernstrategien gewährleisten die Koordination der Lernhandlung, sie helfen u. a. beim Bewerten der Ergebnisse und beim Reflektieren und Überdenken des Vorgehens.

Die Fragebogenitems der Faktoren A und B können diesen Phasen (I-III) zugeordnet werden (siehe Tabelle 6.10 und 6.11, Spalte 1). Im Besonderen hilft Mapping den Schülerinnen und Schülern im Bereich der Wissensorganisation: „Mind Mapping hat mir geholfen, meine Arbeitsergebnisse zu protokollieren“ mit dem Mittelwert von  $M=2,53$  ( $SD=0,96$ ), „Mind Mapping hat mir geholfen, Informationen und Informationsquellen zu speichern“ mit dem Mittelwert von  $M=2,37$  ( $SD=0,90$ ), „Mind Mapping hat mir geholfen Informationen und Informationsquellen zu ordnen“ mit dem Mittelwert von  $M=2,37$  ( $SD=0,90$ ) und „Mind Mapping hat mir geholfen, meine Gedanken und Ideen übersichtlich darzustellen“ mit ebenfalls einem sehr hohen Mittelwert von  $M=2,37$  ( $SD=1,0$ ). Aber auch die Mittelwerte der anderen Items spiegeln einen hohen Lernnutzen des Mapping-Programms wider.

Phase	Items des Faktors A	N	M	SD
I	Mind Mapping hat mir geholfen, die Ideen von allen Schülerinnen und Schülern zusammen zu tragen.	19	1,84	1,068
I	Mind Mapping hat mir geholfen, Arbeitsschritte zu planen.	19	1,95	0,970
II	Mind Mapping hat mir geholfen Informationen und Informationsquellen zu speichern.	19	2,37	0,895
II	Mind Mapping hat mir geholfen, Informationen und Informationsquellen zu finden.	19	1,84	1,214
II	Mind Mapping hat mir geholfen, Informationen und Informationsquellen zu ordnen.	19	2,37	0,895
II	Mind Mapping hat mir geholfen, meine Arbeitsergebnisse zu protokollieren.	19	2,53	0,964
II	Mind Mapping hat mir geholfen, meine Ideen und Gedanken übersichtlich darzustellen.	19	2,37	0,955
III	Mind Mapping hat mir geholfen, die Präsentation der Ergebnisse vorzubereiten.	19	1,79	1,032

Tabelle 6.10: Mittelwerte der Fragebogenanalyse zum Mind Mapping im Bereich A, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu, M=Mittelwert, SD=Standardabweichung, N=Anzahl der Probandinnen und Probanden

Phase	Items des Faktors B	N	M	SD
I	Mind Mapping hat mir geholfen, mein vorhandenes Wissen zu ordnen und es mir bewusst zu machen.	19	2,16	1,068
II	Mind Mapping hat mir geholfen, systematischer zu denken.	19	1,79	0,918
II	Mind Mapping hat mir geholfen, Zusammenhänge zwischen bereits vorhandenem und neuem Wissen herzustellen.	19	1,79	1,084
II	Mind Mapping hat mir geholfen, mir neues Wissen anzueignen.	19	2,00	1,054
II	Mind Mapping hat mir geholfen, die Aufgabe leichter zu lösen.	18	1,83	0,924
II	Mind Mapping hat mir geholfen, neu erworbenes Wissen besser zu behalten.	19	1,79	1,084
II	Mind Mapping hat mir geholfen, Inhalte besser zu verstehen.	19	1,74	0,806
II	Mind Mapping hat mir geholfen, Sachzusammenhänge zu erkennen.	19	1,47	0,697
III	Mind Mapping hilft mir zu erkennen, wo die gelernten Informationen im wirklichen Leben nützlich sein können.	19	1,37	0,895
III	Mind Mapping hat mir geholfen, Projektergebnisse anderen mitzuteilen und zu erklären.	19	1,95	1,079
III	Mind Mapping hat mir geholfen, das was im Unterricht vermittelt wurde, mit meinem außerschulischen Alltag in Verbindung zu bringen.	18	1,22	1,060

Tabelle 6.11: Mittelwerte der Fragebogenanalyse zum Mind Mapping im Bereich B, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu, M=Mittelwert, SD=Standardabweichung, N=Anzahl der Probandinnen und Probanden

Im Folgenden werden die verschiedenen Nutzungsarten (u. a. zur Präsentation, zur Strukturierung, als Speichermedium) des Mind Mappings näher betrachtet. Dabei werden neben der Analyse des Fragebogens auch einige Mind Maps der Schülerinnen und Schüler herangezogen. Es zeigt sich, dass die Lernenden die Mind Map für verschiedene Prozesse des Problemlösens einsetzen (vgl. dazu auch Tergan et al. [253], [254]).

**Planung (I)** Laut Fragebogenanalyse (siehe Tabellen 6.10 und 6.11) hilft das Mind Mapping den Schülerinnen und Schülern bei der Vorbereitung des Lernens (Phase I). Ideen können mit Hilfe des Mappings gesammelt und das Vorwissen kann aktiviert werden. Vermehrt wird der „Mind Manager Smart“ zum „Brainstorming“ (Ideensammlung) eingesetzt. Das Mapping hilft darüber hinaus beim Planen einzelner Lernschritte. Die Abbildung 6.1 zeigt die Map I eines Schülers. Der Schüler erstellt zunächst eine Übersichts-Map zum Thema „Kosmetik allgemein“ (nicht abgebildet) und konzentriert sich dann auf das Gebiet „Algenkosmetik“. Bei der Map I der Abbildung 6.1 handelt es sich somit um eine Sub-Map.

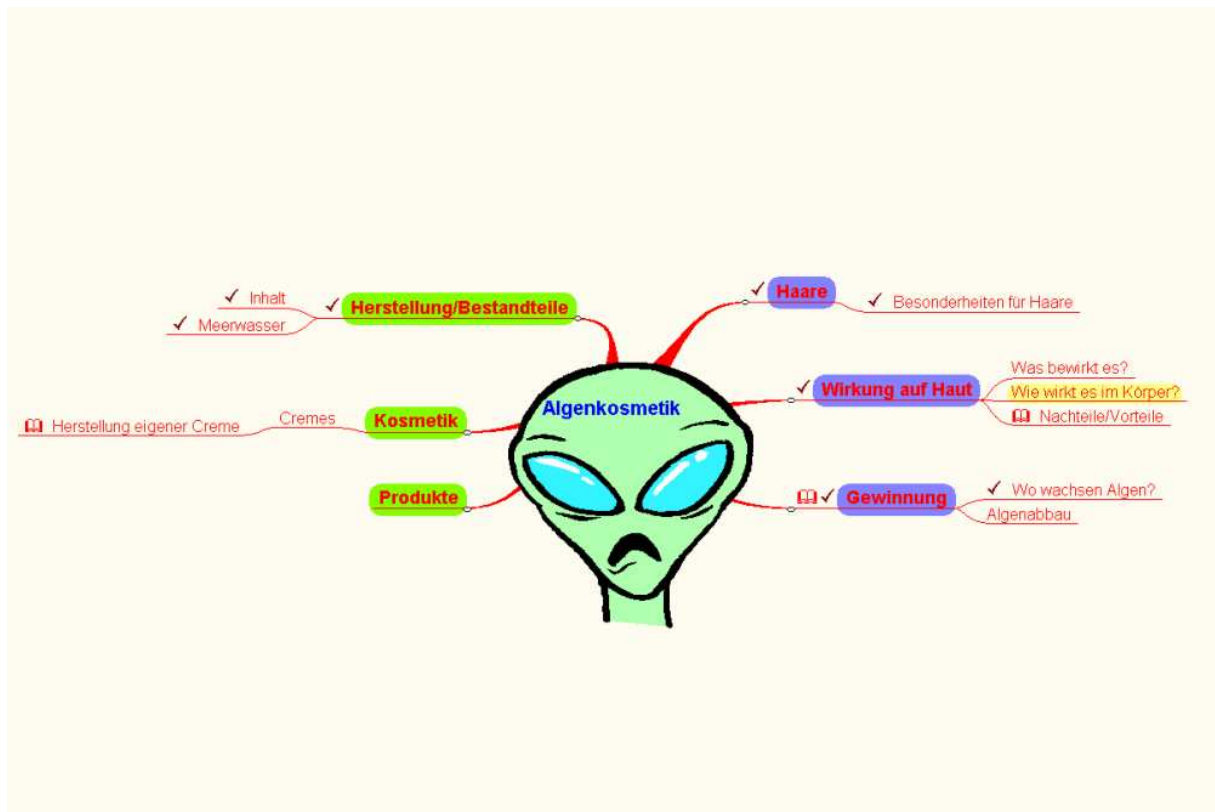


Abbildung 6.1: Exemplarische Mind Map eines Schülers. Die Map zeigt Strukturierungs- und Planungselemente.

Der Schüler sammelt zunächst in einem Brainstorming die Ideen zum Thema, sortiert sie anschließend und strukturiert auf diese Weise das neue Themenfeld anhand der Map. Über die inhaltliche Strukturierung hinaus zeigt die Map Planungselemente: Der Schüler formuliert einzelne Fragen (z. B. „Wo wachsen Algen?“) und legt durch die Anordnung der Zweige eine Reihenfolge der Bearbeitung fest. Die formulierten Fragen beantwortet der Schüler nacheinander und kennzeichnet die bearbeiteten Zweige durch ein Symbol (Haken).

**Durchführung (II)** Wie durch die Fragebogenanalyse erkennbar (vgl. Tabellen 6.10 und 6.11), hilft die Methode des Mappings den Schülerinnen und Schülern im Besonderen bei der Durchführung der Lernhandlung (Phase II). Die Lernenden erkennen durch das Mind Mapping u. a. die Sachzusammenhänge, können sich neues Wissen leichter aneignen und die gestellten Aufgaben besser lösen. Deutlich wird dadurch die Unterstützung im Bereich des ressourcenbasierten Lernens. Dieses spiegelt sich durch die hohen Mittelwertsangaben der Items zum Speichern, Finden und Ordnen der Informationen und ihren Quellen wider. Im Interview bestätigen die Schülerinnen und Schüler, dass sie Informationen und Informationsquellen, die sie in der Map gespeichert haben, sehr schnell und einfach wiederfinden.

Die Analyse der Mind Maps bestätigt die Unterstützung des Mappings im Bereich der Wissensorganisation. Die Mind Maps II (Abbildung 6.2) und III (Abbildung 6.3) zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler ihre eigene Map bevorzugt dazu nutzen, Informationen strukturiert abzulegen. Die abgespeicherten Informationen sind in den Maps kenntlich durch ein Buch-Symbol, die Hyperlinks durch ein Stern-Symbol gemacht. Diese Art der Nutzung wird von den Schülerinnen und Schüler auch im Interview besonders hervorgehoben. Aber es wird zugleich bemängelt, dass sie die Funktion der Speicherung von Notizen, Informationen und Quellen gern umfangreicher nutzen würden, was aber aufgrund von technischen Einschränkungen der Schulversion „smart“ nicht möglich ist. Die Schüler-Map III der Abbildung 6.2 zeigt die umfangreiche Arbeit einer Schülerin zum Thema „Seife“. Die Schülerin strukturiert das Thema zunächst und arbeitet die einzelnen Themenbereiche dann nacheinander ab. Dabei füllt sie die Map mit Informationen aus dem Internet und aus anderen Informationsquellen. Die Zweige werden ausführlich mit Notizen und Links versehen, so dass die Map als umfangreiche Ergebnisdarstellung angesehen werden kann. Die Schülerin wählt ihre Map abschließend als Präsentationsmedium.

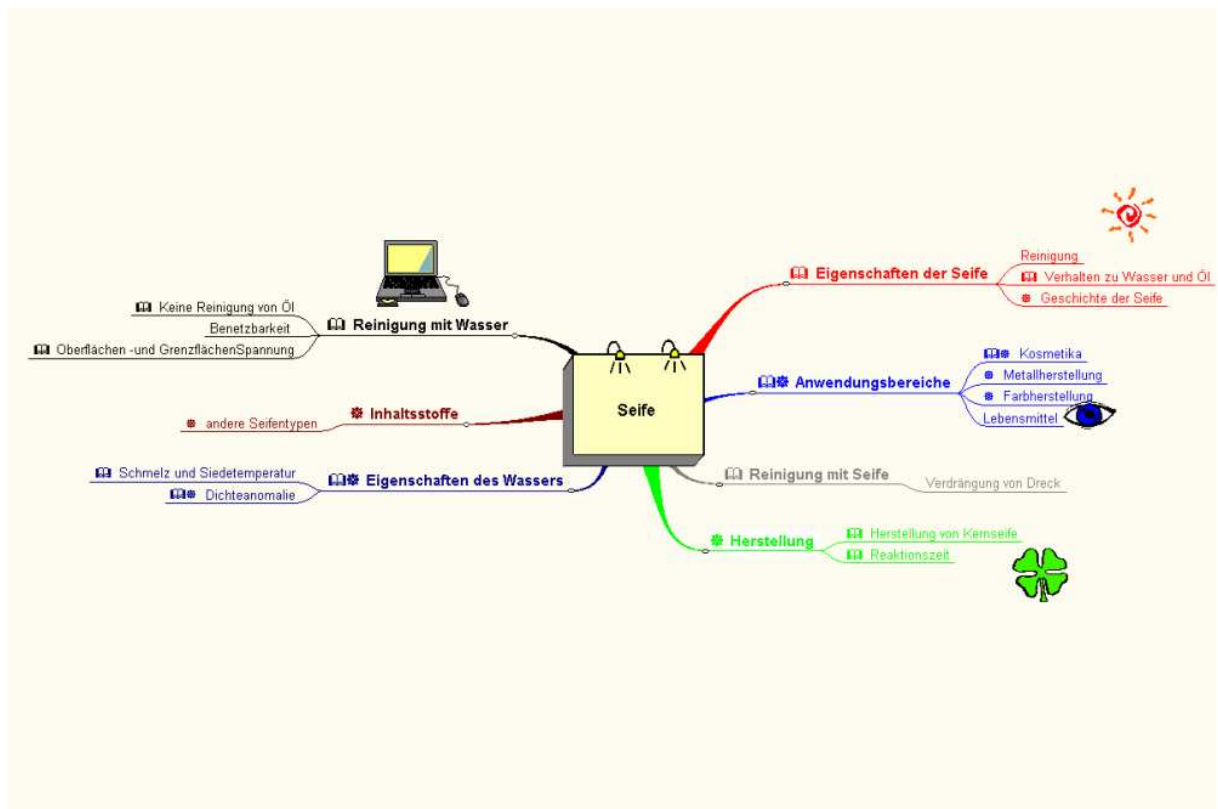


Abbildung 6.2: Exemplarische Mind Map einer Schülerin. Die Map zeigt den Einsatzbereich als Speichermedium für Notizen und Informationen und Quellen.



**Anwendung (III)** Die Phase des Transfers und der Anwendung des Gelernten (Phase III) ist ein wichtiger Bereich des selbstgesteuerten Lernens. Dieser Bereich kann ebenfalls durch das Mind Mapping unterstützt werden. Wie der Tabelle 6.10 zu entnehmen ist, eignet sich eine Mind Map für Präsentationen und als Kommunikationsgrundlage. Außerdem werden anhand der Map Zusammenhänge zu außerschulischen Bezügen deutlich. Wie auch die Autorin der Map II (Abbildung 6.2) wählt auch die Schülerin der Map III (Abbildung 6.3) ihre Map als Präsentationsmedium. Im Interview geben die Schülerinnen und Schüler an, durch die gemappte Darstellung eine Art „Gesprächsleitfaden“ für ihren Vortrag am Ende der Unterrichtseinheit zu haben. Sie betonen, wie gut die Methode beim Halten von Vorträgen als Orientierungshilfe dienen kann. Anhand der in Abbildung 6.3 dargestellten Map wird deutlich, wie komplex und tiefgehend das Themengebiet durch das Mapping bearbeitet wird.

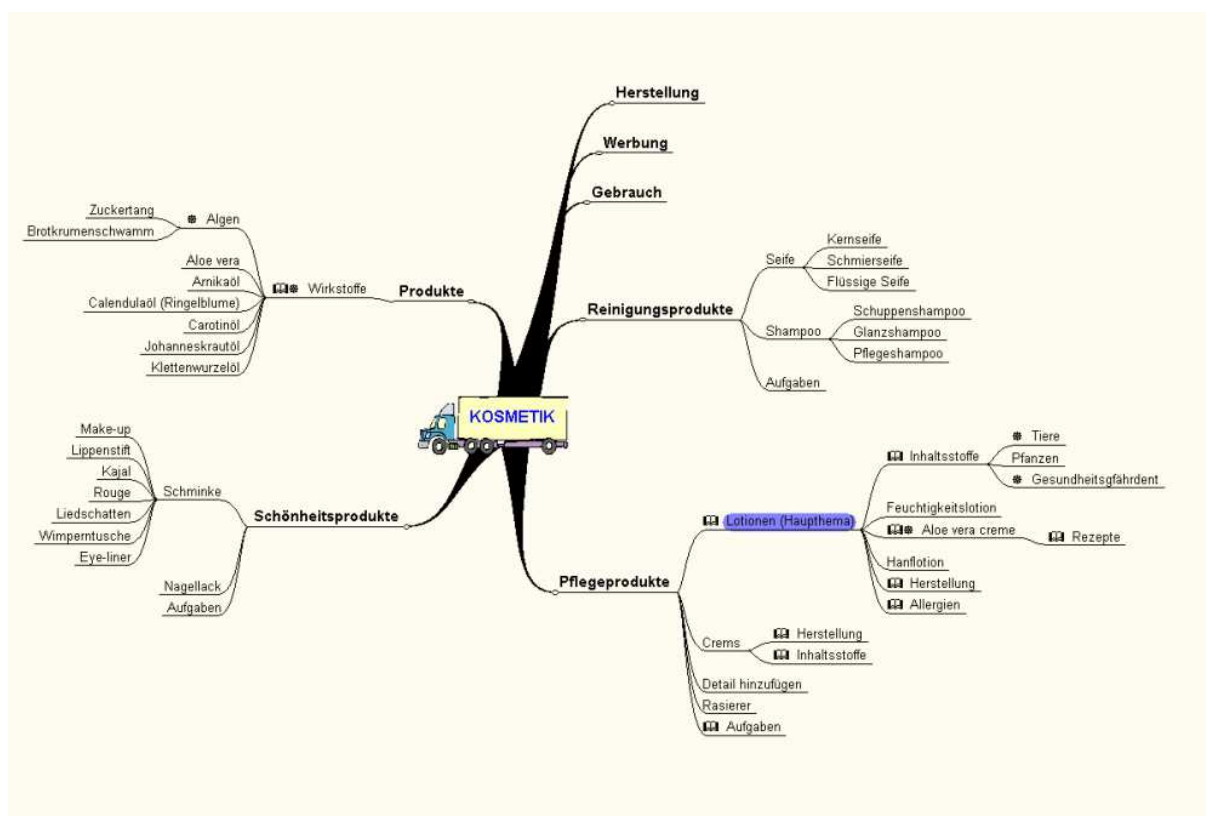


Abbildung 6.3: Exemplarische Mind Map eines Schülers. Die Map wird als Kommunikationsgrundlage bei der Präsentation genutzt.

**Monitoring** Durch die Visualisierung der Lerninhalte anhand einer Mind Map kann die Reflektion der eigenen Lernhandlung erleichtert werden. Die Schülerinnen und Schüler können den Stand ihrer Arbeit anhand der Map überprüfen, sich neu orientieren und

darauf aufmerksam werden, an welchen Stellen noch Wissenslücken bestehen. Wie aus der Map I (Abbildung 6.1) hervorgeht, wird die Map dazu genutzt, einen Überblick über den Bearbeitungsstand zu erhalten. Die Zweige werden nacheinander abgearbeitet und der Bearbeitungsstand durch Codes gekennzeichnet. Die Ergebnisse der Tabelle 6.10 zeigen, dass das Mapping den Schülerinnen und Schülern dabei hilft, eigene Ideen und Gedanken übersichtlich darzustellen. Die Probandinnen und Probanden werden sich somit über den Stand der Problemlösung bewusst und erkennen Informationslücken. Die Schülerinnen und Schüler können anhand ihrer Map die Mitschülerinnen und Mitschüler und den Lehrer über den eigenen Wissenstand informieren und Inhalte erklären. Durch die Diskussion in Gruppen werden die Inhalte der Maps und das eigene Vorgehen reflektiert und mit anderen Daten verglichen.

#### **6.4.4 Fragestellung zu den Zusammenhängen zwischen Lernvoraussetzungen und Treatmentvariablen**

Es liegt die Vermutung nahe, dass bestimmte Lernumgebungen nicht losgelöst von bestimmten Lernvoraussetzungen wirksam sind. In diesem Abschnitt wird der Frage nachgegangen, inwiefern sich die Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler der vorliegenden Untersuchung auf die Treatmentvariablen „Cognitive Apprenticeship“ und Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ auswirken. Entsprechende Befunde sind erforderlich, will man Lehr-/Lernumgebungen in einer Weise gestalten, die für unterschiedliche Gruppen sinnvoll und angemessen sind. Aufgegriffen werden in der Bearbeitung der oben genannten Fragestellung die Daten zu den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler, die mit einem Fragebogen erhoben werden.

**Zusammenhänge zwischen dem Geschlecht und den Treatmentvariablen** Eine in der Selbststeuerungsforschung bislang wenig beachtete Forschungsfrage ist die nach Unterschieden zwischen den Geschlechtern. Beispielsweise berichten Garcia und Pintrich [255] hinsichtlich kognitiver Lernstrategien von keinen geschlechtsspezifischen Unterschieden. Sie fanden aber Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich Selbstwirksamkeitswahrnehmungen und Zielorientierungen. In der vorliegenden Untersuchung konnten anhand der Fragebogenanalyse keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden.

Anders sieht es bei der Analyse der Mind Maps aus. Bei der Gestaltung der Mind Maps fallen geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Gestaltung auf.

Während die Jungen eher nüchterne Maps entwerfen, die wenig Farben und Symbole enthalten, gestalten die Mädchen ihre Maps umfangreicher. Sie verwenden Farben und Symbole und fügen externe Bilder in ihre Map ein. Aufgrund der äußeren Gestaltung ist bei nahezu allen gestalteten Schüler-Maps der Untersuchung zu erkennen, ob ein Schüler oder eine Schülerin die Mind Map entworfen hat.

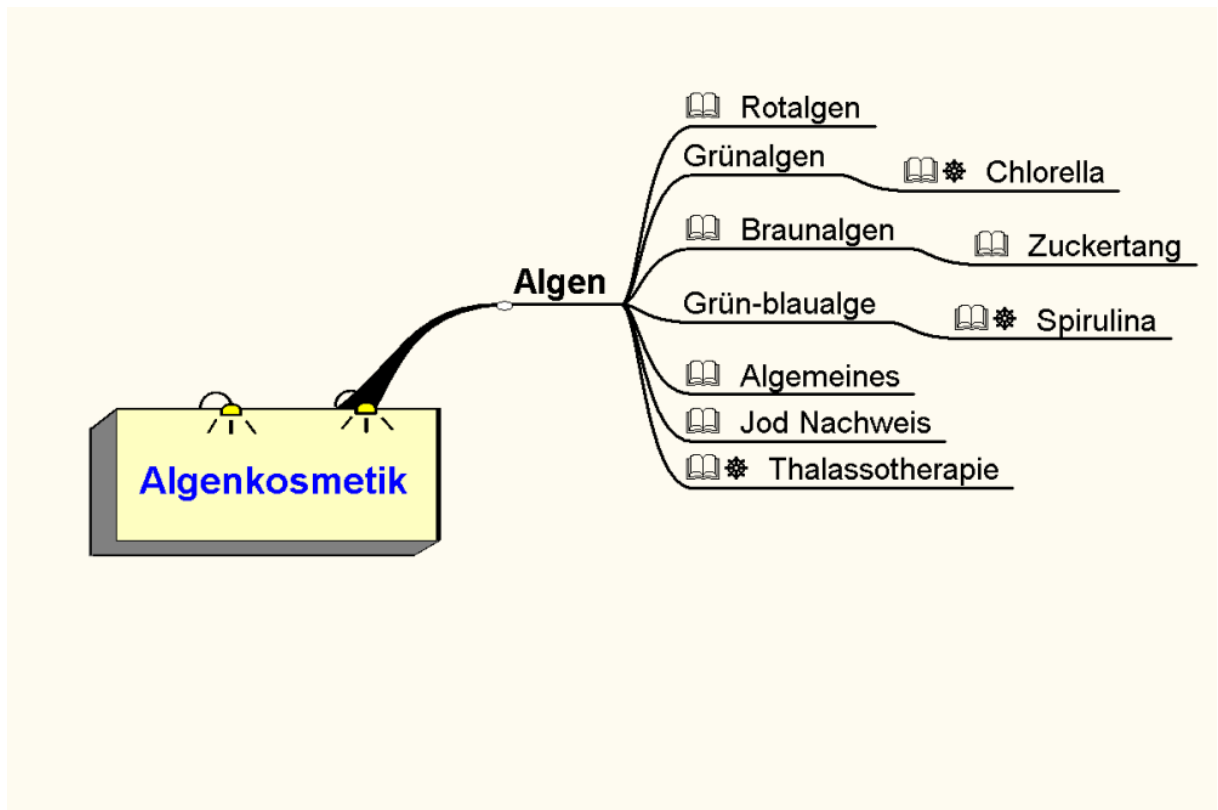


Abbildung 6.4: Exemplarische Map eines Schülers.

Die Mind Map IV (siehe Abbildung 6.4) zeigt eine exemplarische Map eines Jungen. Die Map ist ohne besondere Auffälligkeiten gestaltet. Die Jungen betonen im Interview, dass mit Hilfe des Mind Mappings Inhalte sauber und übersichtlich dargestellt werden kann. Diese Übersichtlichkeit wird durch die nüchterne Gestaltung erhalten.

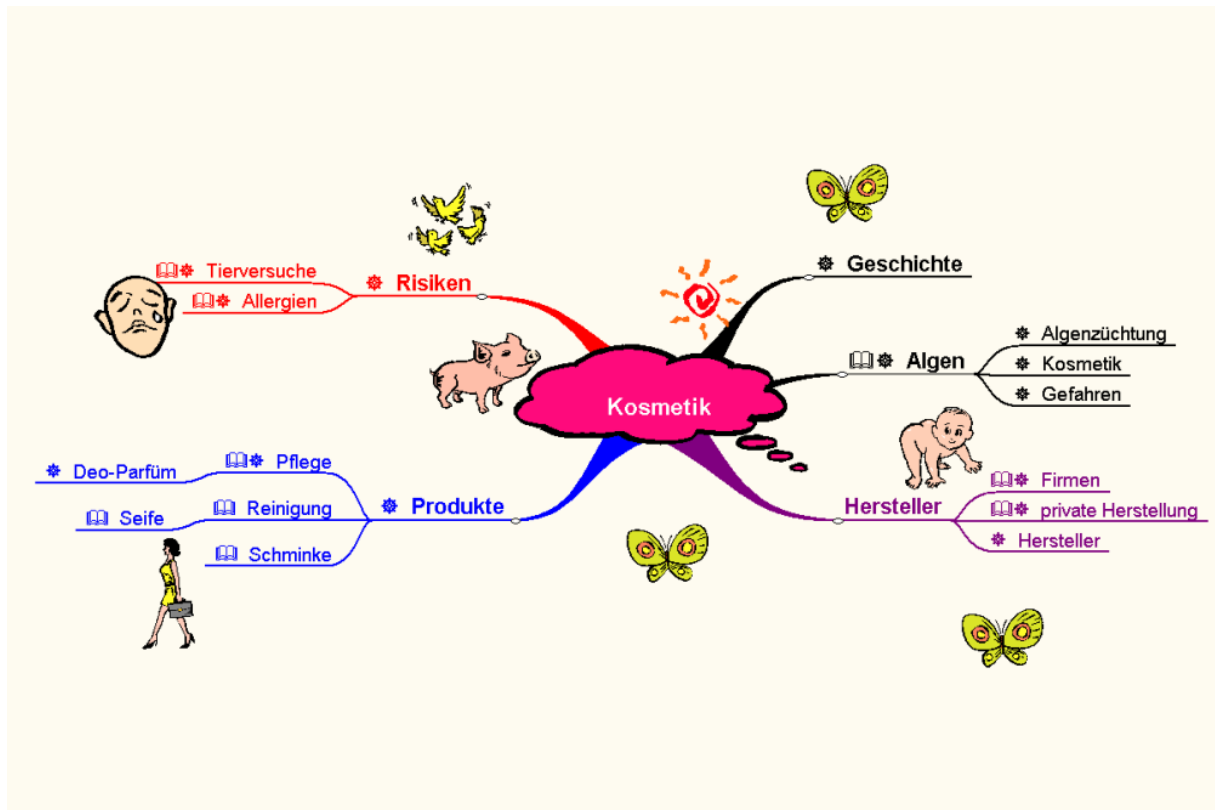


Abbildung 6.5: Exemplarische Map einer Schülerin.

Die Mind Map V (siehe Abbildung 6.5) zeigt eine exemplarische Map einer Schülerin. Die Map ist mit Farben, Symbolen und Bildern geschmückt. Die Mädchen betonen im Interview das individuelle Gestalten eines dargestellten Sachzusammenhangs mit Hilfe des „Mind Managers“. Die Schülerinnen nutzen die Gelegenheit zum kreativen Gestalten und den Gebrauch von visuellen Anreizen.

**Zusammenhänge zwischen Leistung im Chemieunterricht und Treatmentvariablen** Zwischen dem Wissen und dem Einsatz von Strategien können eine Reihe von Beziehungen bestehen (Pressley, Synder und Cariglia-Bull [256]). So fanden Hasselhorn und Körkel [257] bei der Erprobung eines Trainingsprogramms zur Förderung von Lesestrategien, dass Kinder mit hohem Vorwissen von einem Training in metakognitiven Strategien zur Kontrolle des Leseverständnisses kaum profitierten, Kinder mit geringem Vorwissen dagegen in erheblichem Maße. Einige Untersuchungen weisen auch darauf hin, dass Wissen für die Anwendung von Strategien eine notwendige Voraussetzung darstellt. Lernende, denen ein Minimum an Vorwissen fehlt, profitieren weder von Inhalts- noch von Strategieinstruktionen (Garner und Alexander [258]). Zur Überprüfung der Zusammenhänge zwischen dem Wissen im Fachgebiet und dem Strategieeinsatz im Rahmen des „Cognitive Apprenticeship“

und dem Einsatz der Mapping-Technik wurde die allgemeine Leistung der Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht vor dem Untersuchungsbeginn durch eine Selbsteinschätzung (gut, mittel, schlecht) erhoben. Wegen der geringen Anzahl von Schülerinnen und Schüler mit sehr guten oder sehr schlechten Leistungen (jeweils nur zwei Probandinnen und Probanden) und der überwiegenden Zahl an durchschnittlichen Schülerinnen und Schülern lassen sich keine signifikanten Unterschiede berechnen.

Ein eingesetzter Wissenstest (ist im Anhang zu finden) erfasst keine Unterschiede der Treatmentgruppen im Hinblick auf den Wissenszuwachs. Der Wissenstest erfragt die fachlichen Inhalte der Modellingphase (bzw. der ersten Unterrichtsstunden). Er wird aufgrund der geringen Aussagekraft (durch lediglich der Abbildung der gelernten Inhalte der ersten Unterrichtsstunden, aber nicht der „Gruppenarbeitsphase“) in die Auswertung nicht einbezogen.

**Wechselwirkung zwischen Erfahrung mit der Arbeit im Internet und den Treatmentvariablen** Da der Unterrichtsschwerpunkt in der zweiten Gruppenarbeitsphase auf internetbasiertem Lernen lag, liegt die Vermutung nahe, dass sich Erfahrungen im Umgang mit dem Internet positiv auf das selbstgesteuerte Lernen auswirken könnten. Durch einen kompetenteren Umgang mit Computer und Internet könnte die Selbststeuerung umfangreicher ermöglicht werden, da bereits wichtige Voraussetzungen hierfür erfüllt sind. Zur Überprüfung der Zusammenhänge der genannten Annahme wurden die Erfahrungen mit der Arbeit im Internet erhoben. Es lassen sich keine signifikanten Zusammenhänge erkennen.

Zusammenfassend lassen sich keine Zusammenhänge zwischen den Treatmentvariablen und den Lernvoraussetzungen der Probandinnen und Probanden feststellen. Dieses Ergebnis sollte aber weniger auf tatsächlich fehlende Zusammenhänge bezogen werden, als vielmehr auf die unzureichend erhobenen Lernvoraussetzungen und die geringe Stichprobenanzahl.

## 6.5 Erkenntnisse und Perspektiven

Zusammenfassend lässt sich ein heterogenes Ergebnis feststellen. Trotz geringem Stichprobenumfang lassen sich einige Untersuchungsergebnisse im Bezug auf die untersuchte Lernumgebung verzeichnen. Es zeigt sich, dass der Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ Strategien zur Überwachung des Lernprozesses vermittelt und darüber hinaus vermehrt kognitive Strategien von den Lernenden angewendet werden. Sowohl der Lehrer als auch die Schülerinnen und Schüler schätzen die Methode als sehr gut geeignet für den naturwissenschaftlichen Unterricht ein.

Lernvorteile des Mind Mappings gegenüber der Arbeit mit Word lassen sich laut Fragebogenanalyse nicht verzeichnen. Laut Interviewaussagen wird jedoch der klare Vorteil des Mappings gegenüber der Arbeit mit Word betont. Die Schülerinnen und Schüler geben positive Rückmeldungen zum Mapping-Einsatz, erkennen den Lernnutzen und verwenden

das Programm nach der Untersuchung weiter.

Eine Analyse der Mind Maps zeigt einen vielfältigen Einsatz im Bereich der Informationsverarbeitung. Die Maps zeigen Planungselemente, das Strukturieren und Verwalten von Informationen und Elemente des Monitorings. Insofern kann der Einsatz des Mappings positiv bewertet werden.

Die hypothetische Annahme, eine Lernumgebung aus der Kombination beider Instruktionsmaßnahmen könnte sich besonders förderlich auf das selbstgesteuerte Lernen auswirken, konnte lediglich durch Interviewdaten bestätigt werden.

Bei der Bewertung der dargestellten Ergebnisse muss beachtet werden, dass der geringe Stichprobenumfang und die zum Teil hohen Standardabweichungen die Aussagekraft der Daten abschwächen.

Der eingesetzte Fragebogen wird trotz der positiven Validität für die nachfolgend dargestellte Untersuchung noch erweitert.

Zudem zeigt sich aufgrund konträrer Aussagen von Fragebogenanalyse und Interviews, dass zum Teil Einstellungen und Erfahrungen von dem Fragebogen nicht abgebildet werden konnten. Auf diese Beobachtung wird auch in der Forschungsliteratur aufmerksam gemacht (vgl. Ausführungen zur Kritik der Fragebogenmethode im Abschnitt 7.5.2).

Unterschiede in Bezug auf die Lernvoraussetzungen lassen sich kaum feststellen, da aufgrund der Stichprobe (zwei Parallelklassen einer Alterstufe der gleichen Schule) ähnliche Voraussetzungen in den erhobenen Bereichen vorliegen. Will man die Lernvoraussetzungen genauer untersuchen, bedarf es einer größeren und heterogenen Stichprobe und umfassenderer Erhebungsmethoden.

Zusammenfassend konnten die eingangs gestellten Fragestellungen noch nicht eindeutig beantwortet werden. Die Tendenzen zeigen jedoch durchaus positive Wirkungen der Instruktionsmaßnahmen „Mapping“ und „Cognitive Apprenticeship“.

Die dargestellte Untersuchung dient als Vorlauf einer Hauptuntersuchung, in der die Frage nach dem selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernen mittels Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ im Mittelpunkt der Betrachtung steht. Die festgestellten Mängel müssen in dieser weiterführenden Untersuchung (vgl. Abschnitt 7) behoben werden. Der Bereich der Informationsverarbeitung wird dabei aufgrund der bisher gewonnenen Erkenntnisse und des Forschungshintergrundes besondere Beachtung finden.

# Kapitel 7

## Hauptuntersuchung

In der vorliegenden Hauptuntersuchung werden die Erkenntnisse der bisherigen Untersuchungen (vgl. Kapitel 5 und Kapitel 6) zum Mind Mapping aufgegriffen und es wird eine Lernumgebung gestaltet, in der Schülerinnen und Schüler ressourcenbasiert mit einem Mind Mapping-Programm arbeiten können. Die Ergebnisse der Hauptuntersuchung dienen der Beantwortung der im Abschnitt 4.2 gestellten Forschungsfragen.

### 7.1 Vorstudie

Im Folgenden wird eine Untersuchung vorgestellt, welche der Erprobung der Methoden der Hauptuntersuchung und der Lernumgebung vor ihrem Einsatz in einer vergleichbaren Schulklasse dient. Die Vorstudie dient im Wesentlichen zur Erprobung der Erhebungsinstrumente und der Lernumgebung. Zudem steht die Untersuchung des zeitlichen Rahmens und die technische Umsetzung im Mittelpunkt der Betrachtung. Eine detaillierte Beschreibung der Untersuchungsdurchführung und der Methoden ist der Hauptuntersuchung des Abschnitts 7.2 zu entnehmen.

#### 7.1.1 Ablauf

In einer achten Realschulklasse wird die im Abschnitt 7.2 beschriebene Hauptuntersuchung vor dem Beginn der Untersuchung erprobt. In dieser Vorstudie liegen vergleichbare Bedingungen (Klassenstufe, Schulart, Alter, Vorwissen) der Hauptuntersuchung vor, die im Folgenden nur stichpunktartig wiedergegeben werden.

- An der Untersuchung nehmen 25 Probandinnen und Probanden im Alter von 14 bis 16 Jahren teil. Die Klasse besteht aus 14 Jungen und 11 Mädchen. Die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer haben vorher an keiner Untersuchung teilgenommen. Die Teilnahme an der Untersuchung erfolgt freiwillig.
- Die 25 Probandinnen und Probanden werden in vier Gruppen aufgeteilt: Die **Gruppe I** arbeitet mit dem Mind Mapping-Programm „Mind Manager Smart“,

welche im Abschnitt 3.2.4 vorgestellt wurde, und erhält zusätzliche Lernhilfen zur Unterstützung bei der Bearbeitung des Webquests, welches unter Abschnitt 7.3.6 vorgestellt wird.

Die **Gruppe II** arbeitet mit dem „Mind Manager Smart“ und erhält keine zusätzlichen Unterstützungsmaßnahmen bei der Bearbeitung des Webquests.

Die **Gruppe III** arbeitet anstelle des Mapping-Programms mit Microsoft Word und erhält zusätzliche Instruktionen als Hilfestellung bei der Bearbeitung des Webquests.

Die **Gruppe IV** arbeitet mit Microsoft Word und erhält keine zusätzliche Unterstützungsmaßnahmen bei der Bearbeitung des Webquests.

#### **Ablauf der Untersuchung:**

- Vor der Untersuchung wird die Anonymisierung der Daten geklärt und das Vorgehen besprochen.
- Drei explizit für die Untersuchung geschulte Lehrpersonen betreuen die Schülerinnen und Schüler während des Unterrichts.
- Die Untersuchung dauert insgesamt vier Unterrichtsstunden und findet während des herkömmlichen Unterrichts statt.
- Die Schülerinnen und Schüler arbeiten zum großen Teil einzeln an eigenen Computern. Sechs Schüler müssen zu zweit an einem Computer arbeiten.
- Zu Beginn der Unterrichtssequenz wird den Probandinnen und Probanden das Programm „MaNET“ (näher vorgestellt im Rahmen der Hauptuntersuchung im Abschnitt 7.3.4) vorgestellt und das Erstellen einer Concept Map gemeinsam geübt. Anschließend erstellen die Schülerinnen und Schüler eigenständig eine Concept Map zum Thema „Lehm“, für deren Bearbeitung sie 10 Minuten Zeit haben.
- Da den Schülerinnen und Schülern sowohl die Arbeit mit dem Mapping-Programm als auch mit Microsoft Word bekannt ist, entfällt eine Schulung dieser Programme.
- In einer zweistündigen Unterrichtssequenz bearbeiten die Probandinnen und Probanden die Fragestellung des Webquests. Dabei werden Mind Maps bzw. Notizen in Word angefertigt. Die Arbeit mit dem Webquest wird vorher gemeinsam besprochen und geübt.
- Nach Beendigung des Webquests wird auf das Anfertigen einer zweiten Concept Map aufgrund des begrenzten zeitlichen Rahmens verzichtet.
- Nach der Unterrichtseinheit werden die Items des Fragebogens gemeinsam gelesen und von den Schülerinnen und Schülern beantwortet. Dabei werden die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer gebeten, den Inhalt der Fragen noch einmal in eigenen Worten zu formulieren, um das Verstehen zu überprüfen.
- Abschließend werden die Probandinnen und Probanden nach ihren Erfahrungen befragt und Verbesserungsvorschläge eingeholt.



## 7.1.2 Methodische Erkenntnisse der Vorstudie

Insgesamt kann der Ablauf der Vorstudie als zufriedenstellend eingestuft werden. Im Bereich der Methoden und im zeitlichen Ablauf müssen jedoch folgende Veränderungen vorgenommen werden:

### 7.1.2.1 Fragebogen

Da einige Items des Fragebogens ursprünglich zur Befragung Studierender konstruiert wurden, muss überprüft werden, ob die Schülerinnen und Schüler der achten Jahrgangsstufe den Inhalt verstehen und ihn beantworten können. Zudem muss aufgrund der Erfahrungen der letzten Untersuchung (vgl. 6) der Umfang des Fragebogens den Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler angepasst werden.

Folgende Erkenntnisse werden deutlich:

- Die Beantwortung des Fragebogens geht schneller als vermutet. Ein Zeitrahmen von 20 Minuten ist ausreichend.
- Fünf Items sind für die Schülerinnen und Schüler unverständlich. Sie werden aus dem Fragebogen gestrichen.
- Vier Items des Fragebogens müssen so umformuliert werden, dass der Inhalt für die Schülerinnen und Schüler verständlich wird.

Der Fragebogen enthält nach der Vorstudie 48 Items zu den genannten Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens und 13 ergänzende Items zum Mind Mapping. Eine detaillierte Beschreibung des Fragebogens wird im Abschnitt 7.3.2 gegeben.

### 7.1.2.2 Lernumgebung

Die Arbeit mit dem Webquest ist eine bislang wenig im Schulkontext erprobte Lernumgebung. Es ist zu vermuten, dass die Schülerinnen und Schüler Orientierungsschwierigkeiten durch die Menüstruktur und die Arbeit mit den Internetquellen haben. Dies bestätigt sich in der Vorstudie nur teilweise. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten motiviert an dem Webquest und stufen die neue Lernumgebung als interessant ein.

Einige Schwierigkeiten im Umgang zeigen sich beim Wechsel zwischen den Internetquellen und den einzelnen Menüpunkten des Webquests. Dies muss (in der Hauptuntersuchung) im Rahmen der Einführung des Webquests besonders gezeigt und geübt werden.

Die Arbeit mit den Lernhilfen ist den Schülerinnen und Schülern aus dem herkömmlichen Unterricht geläufig. Sie bewerten die Lernhilfen als hilfreich für den Lernprozess, weisen aber auf einige Verständnisschwierigkeiten durch die Formulierung hin. Drei Lernhilfen werden aufgrund dessen für die Hauptuntersuchung umformuliert.

Der Umgang mit den Informationsquellen des Webquests verläuft in der Vorstudie problemlos. Lediglich die Quellen werden von zehn auf sieben Internetadressen reduziert, da

die Probandinnen und Probanden drei Quellen nicht nutzen oder als zu umfangreich einstufen.

Beim Öffnen und Speichern des Webquests ergeben sich keine Probleme.

### **7.1.2.3 Mind Mapping und Microsoft Word**

Beim Bearbeiten des Webquests fertigen die Probandinnen und Probanden Mind Maps an bzw. machen sich Notizen in Word. Der Umgang mit beiden Methoden ist den Schülerinnen und Schülern der Vorstudie geläufig, es treten keine Schwierigkeiten auf. Lediglich das Wechseln zwischen der Mind Map bzw. der Word-Datei und dem Webquest muss geübt werden (vgl. Abschnitt 7.1.2.2).

Es zeigt sich als hilfreich, den Schülerinnen und Schülern eine Vorlage zum Gebrauch des „Mind Managers Smart“ anzubieten, um einen Einsatz möglichst vieler Funktionen zu gewährleisten.

Sowohl bei der Anwendung des „Mind Managers Smart“ als auch von Microsoft Word ist es erforderlich, die Schülerinnen und Schüler während des Lernprozesses an den Arbeitsauftrag zu erinnern, dass sämtliche Informationen und Quellen gespeichert werden sollen.

### **7.1.2.4 Concept Mapping**

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten am Ende der Unterrichtssequenz die Concept Map zum Thema „Lehm“, für die ihnen zehn Minuten zur Verfügung stehen. Die Methode findet bei den Probandinnen und Probanden große Zustimmung und die Concept Map wird konzentriert bearbeitet. Schwierigkeiten treten dabei beim Öffnen und Schließen des Programms auf. In der Hauptuntersuchung muss dieser Vorgang im Rahmen der Einführung explizit vorgeführt und danach gemeinsam durchgeführt werden. Zudem müssen den Lernenden fünf Minuten mehr Zeit für das Bearbeiten der Concept Map eingeräumt werden.

## **7.1.3 Erhobene Daten der Vorstudie**

Aufgrund der Tatsache, dass die Vorstudie im Besonderen der Überprüfung der Methoden und des zeitlichen Rahmens gedacht ist, werden die erhobenen Daten nicht näher betrachtet.

Die Auswertung des Fragebogens und der Concept Maps zeigt keine Auffälligkeiten.

## **7.1.4 Zusammenfassung**

Die Vorstudie soll dazu dienen, die Durchführung der geplanten Hauptstudie zunächst in einem vergleichbaren Lernumfeld zu erproben. Zusammenfassend zeigt die Vorstudie positive Ergebnisse. Der zeitliche Rahmen ist gut kalkuliert, die Schülerinnen und Schüler geben positive Rückmeldung zur Unterrichtseinheit, und die technische Umsetzung verläuft ohne Probleme.

In methodischer Hinsicht müssen einige Veränderungen durchgenommen werden: Einige Items des Fragebogens müssen reduziert oder umformuliert werden. Darüber hinaus müssen die Lernhilfen des Webquests umformuliert und drei Internetquellen gestichen werden. Der Einführung der Programme und der Lernumgebung muss besondere Beachtung geschenkt werden, da sich Schwierigkeiten beim Öffnen und Speichern der Programme zeigen. Viele Lernhandlungen müssen gemeinschaftlich unter Anleitung ausgeführt werden. Außerdem zeigt sich der Wechsel zwischen dem Mapping-Programm bzw. der Word-Datei, den Internetquellen und den Menüpunkten als sehr anspruchsvoll. Er muss vor der Bearbeitung des Webquests geübt werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse werden in der Hauptuntersuchung aufgegriffen.

## 7.2 Ablauf der Hauptuntersuchung

Im Folgenden werden Design, Durchführung und Teilnehmer der Hauptuntersuchung vorgestellt.

### 7.2.1 Design

In der Untersuchung handelt es sich um ein Feldexperiment mit Schülerinnen und Schülern der achten Jahrgangsstufe einer Realschule. Die Untersuchung erfolgt im Rahmen eines zweifaktoriellen Experiments. Dabei gelten als unabhängige Variablen „Lernhilfen“ (Skript) und „Mind Mapping“ mit dem „Mind Manager Smart“ (vgl. Abschnitt 3.2.4). Abhängige Variablen sind ein Fragebogen zur Erfassung von Bereichen des selbstgesteuerten Lernens, eine Concept Map zur Erfassung des Lernerfolgs, ein Ressourcentest zur Überprüfung des „Wiederfindens von Lernressourcen“, ein Behaltenstest in Form einer Concept Map und Interviews zur Interpretation der Ergebnisse und zur Akzeptanz der Methoden.

Die vier Klassen werden im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts von den jeweiligen Klassenlehrerinnen und Klassenlehrern und von fünf Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des IPN untersucht. Untersuchungsrahmen stellt ein Webquest zum Thema „Lehm“ dar. Jede Gruppe wird unter anderen Bedingungen unterrichtet:

- Die **Gruppe I** (Klasse c) arbeitet mit dem Mind Mapping-Programm und erhält zusätzliche Lernhilfen zur Unterstützung bei der Bearbeitung des Webquests.
- Die **Gruppe II** (Klasse a) arbeitet mit dem Mind Mapping-Programm und erhält keine zusätzlichen Unterstützungsmaßnahmen bei der Bearbeitung des Webquests.
- Die **Gruppe III** (Klasse b) arbeitet anstelle des Mapping-Programms mit Microsoft Word und erhält zusätzliche Instruktionen als Hilfestellung bei der Bearbeitung des Webquests.
- Die **Gruppe IV** (Klasse d) arbeitet mit Microsoft Word und erhält keine zusätzliche Unterstützungsmaßnahmen bei der Bearbeitung des Webquests.

	<b>mit</b> Lernhilfen	<b>ohne</b> Lernhilfen
<b>mit</b> Mind Mapping	Gruppe I	Gruppe II
<b>ohne</b> Mind Mapping	Gruppe III	Gruppe IV

Tabelle 7.1: Graphische Darstellung des Designs

## 7.2.2 Durchführung

- Die Untersuchung findet in den Räumen der Realschule während des regulären Unterrichts statt. Dabei werden die vier Gruppen (mit jeweils ca. 22 Schülerinnen und Schülern) getrennt voneinander unterrichtet. Jede Schülerin und jeder Schüler arbeitet während der Untersuchung an einem eigenen Laptop.
- Die Untersuchung dauert pro Gruppe neun Unterrichtsstunden verteilt auf vier Tage. Die Untersuchung wird von fünf IPN-Mitarbeiterinnen und -mitarbeitern durchgeführt. Dabei werden die Gruppen von den jeweiligen Klassenlehrerinnen und Klassenlehrern begleitet.
- Vor Beginn der Untersuchungseinheit wird in jeder Gruppe die Untersuchung angekündigt und vorgestellt. Es werden eventuelle Fragen erörtert und die Anonymisierung der Daten erklärt. Anschließend werden die Lernvoraussetzungen mittels Fragebogen erhoben.
- Vor und nach der Unterrichtseinheit dient eine Concept Map zum Thema „Lehm“ der Wissensdiagnose. Das Programm („MaNET“) lernen die Schülerinnen und Schüler unmittelbar vor der Wissenserhebung in einer zehnminütigen Trainingsphase anhand einer Beispielpapiermap kennen. Anschließend haben die Schülerinnen und Schüler 15 Minuten Zeit, die Concept Map „Lehm“ zu erstellen. Das Programm beendet den Vorgang automatisch. Die Begriffe und Verknüpfungen der Concept Map sind vorgegeben. Vor- und Nachtest sind identisch.
- Nach dem Concept Mapping erhalten die Gruppen I und II eine zehnminütige Einführung zum Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“. Danach werden den Schülerinnen und Schülern zehn Minuten Trainingszeit gegeben, um sich mit dem Programm vertraut machen zu können. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten während der Übungsphase eine eigene Mind Map zum Thema „Urlaub“. Sie erhalten beim Mapping die Anweisung, die Begriffe der Map mit Notizen zu versehen und die Unterrichtsinformationen (Begriffe, Ideen, Ressourcen,...) in ihrer Mind Map zu speichern.
- Die Gruppen III und IV erhalten eine Einführung in das Arbeiten mit Microsoft Word und ebenfalls eine zehnminütige Übungsphase.

- Als Lernumgebung wird den Schülerinnen und Schülern ein Webquest zum Thema „Lehm“ vorgestellt. Die einzelnen Menüpunkte des Webquest werden vorgestellt und der Umgang mit den Internetquellen innerhalb des Webquests geübt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Anordnung, die Aufgabe des Webquests mit Hilfe einer Mind Map bzw. eines Word-Dokuments innerhalb von drei Unterrichtsstunden zu beantworten. Die Gruppen I und III haben in dem Webquest zusätzliche Lernhilfen (in Form eines Skripts) integriert. Die Schülerinnen und Schüler dieser Gruppen haben die Aufgabe, diese Lernhilfen systematisch abzuarbeiten.
- Nach Beendigung des Webquests werden den Schülerinnen und Schülern fünf Fragen zum Thema „Lehm“ gestellt, die sie mit Hilfe ihrer Aufzeichnungen (Mind Map, Word, Webquest) beantworten sollen. Bei der Suche nach den geeigneten Antworten wird die Zeit gestoppt.
- Nach der Besprechung des „Ressourcentests“ wird der Nachtest mittels Concept Mapping durchgeführt.
- Anschließend wird der Lernstrategie-Fragebogen ausgegeben. Die Fragen werden von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des IPN vorgelesen. Die Schülerinnen und Schüler haben 25 Minuten Zeit zur Beantwortung des Fragebogens.
- Danach werden Interviews geführt.
- Nach sieben Wochen wird ein Behaltenstest durchgeführt (dabei wird die Concept Map erneut erstellt).
- Abschließend werden erneut Interviews durchgeführt, die zum Teil der Interpretation der bis dahin analysierten Ergebnisse dienen.

In der nachfolgenden Tabelle 7.2 wird der Ablauf der Hauptuntersuchung nochmal in tabellarischer Form dargestellt.

<b>Stunde</b>	<b>Durchführung</b>
1	Einführung; Erhebung der Lernvoraussetzungen (Fragebogen)
2	Vortest „Lehm“ (Concept Map); Einführung Webquest
3	Einführung „Mind Manager“ bzw. Word; Bearbeitung des Webquests
4 - 6	Bearbeitung des Webquests
7	Nachtest „Lehm“ (Concept Map); Ressourcentest
8	Fragebogenerhebung (selbstgesteuertes Lernen); Interviews
9	Behaltenstest „Lehm“ (Concept Map); Interviews

Tabelle 7.2: Darstellung des Untersuchungsverlaufs

### 7.2.3 Teilnehmer

An der Untersuchung nehmen 90 Probandinnen und Probanden im Alter von 13 bis 17 Jahren teil. 90 Prozent der Schülerinnen und Schüler befinden sich in einem Alter von 14 bis 15 Jahren. Die Probandinnen und Probanden besuchen die achten Klassen einer Realschule in Schleswig-Holstein. Die gesamte Probandengruppe setzt sich aus 53 Jungen und 37 Mädchen zusammen. Die Probandinnen und Probanden haben vorher an keiner Untersuchung teilgenommen. Die Teilnahme an der Untersuchung erfolgt freiwillig.

## 7.3 Materialien

Im Folgenden werden die Methoden der Datenerhebung vorgestellt.

### 7.3.1 Fragebogen zu den Lernvoraussetzungen

Der Erhebung der Lernvoraussetzungen dient ein Fragebogen mit 46 Items. Dabei werden **demographische Daten** (Alter, Geschlecht), die **Leistung** im naturwissenschaftlichen Unterricht (Selbsteinschätzung), die **Note** im Unterricht (in den Fächern Biologie und Chemie) und das **Vorwissen** zum Thema (Bauen allgemein, Bauen mit Lehm) erfragt.

Außerdem werden mit 5 Items die **Computerkenntnisse** erfragt, wobei sich an verschiedenen Fragebögen u. a. an einem Fragebogen zur Eingangsuntersuchung im Hamburger BLK-MV „Schwimmen lernen im Netz“ aus Jansen-Schulz [259] orientiert wird. Die Items sind dabei meist für die entsprechende Zielgruppe umformuliert.

Zudem werden mit zwei Items die Vorkenntnisse im Umgang mit der **Mapping-Kenntnis** und mit fünf Items das **akademische Selbstkonzept** (übernommen von Konrad [90]) erhoben.

Die im Bezug auf die Förderung des selbstgesteuerten Lernens hervorgehobenen Lernvoraussetzungen werden ebenfalls mit bereits erprobten Fragebögen erhoben:

Mittels eines Fragebogens von Keller [260] wird nach der Vorliebe im Umgang mit Bildern (**Visualisierer**) bzw. Texten (**Verbalisierern**) unterschieden. Die ursprüngliche Skala wird dabei von 22 Items auf 12 Items reduziert.

Abschließend wird mittels 15 Items nach der Art der Informationsverarbeitung (**Oberflächen- bzw. Tiefenverarbeitung**) unterschieden. Die Items werden dem Fragebogen „LIST“ von Wild und Schiefele [98] entnommen.

Der Fragebogen ist dem Anhang zu entnehmen.

### 7.3.2 Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen

Hauptuntersuchungsinstrument der Studie ist ein Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen, der bereits in anderen Untersuchungen zum selbstgesteuerten Lernen mittels Mapping eingesetzt wurde (vgl. Kapitel 5 und Kapitel 6). In Anlehnung an Konrad [90] liegt der Schwerpunkt auf vier Bereichen des selbstgesteuerten Lernens: auf die **Lernmotivation**

(15 Items), die **erlebte Selbststeuerung** (sieben Items), die **Informationsverarbeitung** (20 Items) und auf die **Selbstüberwachung** (sechs Items). Ausgangspunkt für die Erhebung dieser Dimensionen ist der in der Untersuchung B eingesetzte Fragebogen (vgl. exemplarische Items im Abschnitt 6). Dem Bereich der Informationsverarbeitung wird dabei besondere Beachtung beigemessen. Er wird in Anlehnung an Zimmerman [52] und [83] (vgl. Abschnitt 3.1.3) in **Planungs-, Durchführungs- und Bewertungsstrategien** unterteilt.

Die Fragen zur Lernmotivation werden durch Items von Prenzel [261] (orientiert an Deci und Ryan [158]) ergänzt.

Der größte Teil der im Fragebogen berücksichtigten Statements orientiert sich an früher verwendeten Instrumenten von Konrad ([249], [250]) sowie einer deutschen Übersetzung von LASSI (Weinstein [251]; Weinstein, Palmer und Schulte [252]).

Der eingesetzte Fragebogen besteht aus 48 Items zu den genannten Dimensionen, die sich auf das selbstgesteuerte Lernen beziehen und 13 ergänzende Items, die sich explizit an das Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ richten. Es handelt sich dabei um Schwierigkeits- und Akzeptanzfragen.

Der Fragebogen ist dem Anhang zu entnehmen.

### 7.3.3 Ressourcentest

Um zu untersuchen, wie die Schülerinnen und Schüler mit den Lernressourcen (wie beispielsweise mit dem Webquest und den Internetquellen, mit der Mind Map bzw. der Word-Datei) umgehen und ob sie die Informationen und Quellen für sich sinnvoll strukturiert haben, werden fünf Fragestellungen zum Thema „Lehm“ gestellt. Die Fragen sollen mit Hilfe der eigenen Aufzeichnungen (Mind Map, Word-Dateien) oder direkt mit den Informationen aus den Internet bearbeitet werden. Die erste Frage wird zunächst laut vorgelesen und anschließend die Zeit gestoppt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten den Auftrag, die Fragestellung so schnell wie möglich zu beantworten. Sobald eine Schülerin oder ein Schüler die richtige Antwort gefunden hat, kontrolliert ein Mitarbeiter des IPN die Aufzeichnungen und notiert die benötigte Zeit. Haben fünf Probandinnen und Probanden aus jeder Gruppe die Frage richtig beantwortet, wird die Antwort gemeinsam besprochen. Anschließend wird die nächste Fragestellung verlesen und die benötigte Lösungszeit gestoppt.

Die vier Fragen zum Thema „Lehm“ lauten:

1. Welche Techniken gibt es Lehm, zu verbauen? Nenne bitte vier Techniken.
2. Nenne drei gesundheitliche Vorteile für den Menschen durch einen mit Lehm verkleideten Raum (im Vergleich zu alternativen Baustoffen).
3. Welche Luftfeuchtigkeit herrscht in einem Raum, der mit Lehm verkleidet wurde?
4. Nenne fünf Eigenschaften von Lehm.

Die Lösungen der vier Fragen sind in den vorgegeben Quellen zu finden.

### 7.3.4 Concept Mapping zur Wissensdiagnose

In der vorliegenden Untersuchung wird die Software „MaNET“ (Mannheimer Netzwerk Elaborations Technik) als Testinstrument eingesetzt, mit der die graphische Rekonstruktion von Wissensstrukturen als Concept Maps ermöglicht wird. Das Programm zeigt sich in einer Untersuchung von Stracke [175] als valides und reliables Wissensdiagnoseinstrument. Von der Software sind zwei Programmversionen erhältlich: eine Hauptversion „MaNET“, mit der zunächst die Konfiguration (Eingabe der gewünschten Begriffe und Relationen) und später die Analyse der Concept Maps vorgenommen wird, und eine Testpartnerversion „MaNET-TE“, mit der Lernende selbstständig Concept Maps am Computer konstruieren. Im Konfigurationsmodul der **Hauptversion** wird die Anzahl der Begriffe und der Relationen festgelegt, die für eine konkrete Concept Mapping Aufgabe vorgegeben werden sollen. In der vorliegenden Untersuchung wird eine Concept Map zum Thema „Lehm“, mit 25 Begriffen und 15 Verknüpfungen (Relationen) in „MaNET“ erstellt. An der Erstellung dieser sogenannten „Experten Map“ wirken verschiedene Fachleute mit: ein Professor für Bauwesen, drei Mitarbeiter des IPN und ein Lehrer. Zudem wird die Experten Map in der Vorstudie durch Schülerinnen und Schüler erprobt. Die Experten Map der Hauptuntersuchung ist im Anhang dargestellt.

Die Vorgabe von Begriffen und Verknüpfungen ist notwendig, um die Auswertungsmöglichkeiten, vor allem den Vergleich mit einem Referenznetz (Experten Map) vollständig nutzen zu können. Die Begriffe und Relationen werden durch einen Zufallsgenerator gemischt und werden so den Lernenden ungeordnet zur Verfügung gestellt.

Aus den in der Experten Map vorgegebenen Begriffen und Relationen können die Probandinnen und Probanden in der **Testpartnerversion** („MaNET-TE“) Concept Maps konstruieren. Die Struktur des Begriffsnetzes ist dabei vom Nutzer frei bestimmbar. Die Begriffe sind in Form von farbigen Ellipsen auf dem Bildschirm sichtbar. Sie können auf der Bildschirmoberfläche frei verschoben und durch Mausclick miteinander verbunden werden. In einem Pop-Up-Menü kann für jede Relation eine Pfeilrichtung und eine passende Beschriftung aus der Liste ausgewählt werden. Die Modifikationen (Hinzufügen, Ändern oder Löschen von Pfeilen) und eine Reorganisation der Struktur des Concept Maps sind während des Mappings dauernd möglich. Beim Verschieben eines Begriffes wandern die einmal erstellten Verknüpfungen mit.

Die Schülerinnen und Schüler üben das Erstellen einer Concept-Map mit „MaNET“ vor der Datenerhebung am Beispiel „Katze frisst Maus“. Eine Anleitung (dargestellt im Anhang) über die wichtigsten Funktionen von „MaNET“ steht den Lernenden während des Lernprozesses zur Verfügung.

Die Testpartnerversion ist sehr übersichtlich gestaltet und die Bildschirmoberfläche einfach aufgebaut, da auf überflüssige Menüleisten vollständig verzichtet wurde. Eine exemplarische Bildschirmoberfläche der Testversion zeigt Abbildung 7.1. Die Anwender haben keine Möglichkeit, die voreingestellte Konfiguration des „Experten-Netzes“ zu verändern. Zudem ist das vorzeitige Beenden der Aufgabe nicht möglich.

Im Rahmen der Hauptuntersuchung wird die Concept Map zum Thema „Lehm“ vor und nach der Unterrichtseinheit von den Schülerinnen und Schülern bearbeitet, um den Wis-





### 7.3.5 Interviews

Im Anschluss an die Untersuchung werden Gruppen- und Einzelinterviews geführt. Die Gruppeninterviews sind teilweise Simultanbefragungen. Dabei werden die Gruppen einzeln befragt. Die Fragen richten sich an die eingesetzten Methoden (Mind Mapping bzw. Arbeit mit Word, Webquest, Internet, Lernhilfen) und an den Gebrauch von Lernstrategien zum selbstgesteuerten Lernen.

Sieben Wochen später werden weitere Fragen zur Interpretation der Fragebogenergebnisse gestellt.

Die Interviewfragen sind dem Anhang zu entnehmen.

### 7.3.6 Gestaltung der Lernumgebung

Die Lernumgebung der Hauptuntersuchung stellt ein Webquest zum Thema „Lehm“ dar. An der San Diego State University wurde diese ressourcenbasierte Lernumgebung 1995 von Dodge [140] entwickelt und Ende der Neunziger Jahre am Pestalozzianum Zürich aufgegriffen und modifiziert. In einem Webquest wird den Lernenden durch Fragestellung, Anleitung und Bereitstellung von Informationsquellen eine komplette Lernumgebung für das Bearbeiten von Problemstellungen bereitgestellt. Das in der Hauptuntersuchung eingesetzte Webquest orientiert sich an der aktuellen Literatur und enthält folgende Strukturierungspunkte(vgl. Moser [262] und Staiger [263]):

1. Den Schülerinnen und Schülern wird das Thema möglichst motivierend vorgestellt. In dem Webquest der vorliegenden Untersuchung wird die Problematik des Baustoffs „Lehm“ anhand eines Zeitungsartikels thematisiert. In der Abbildung 7.2 wird das Webquest mit der **Einführung** des Themas in Form eines Artikels gezeigt.
2. In einem nächsten Menüpunkt erhalten die Lernenden eine konkrete **Aufgabenstellung**. Die Frage des Webquests der Hauptuntersuchung richtet sich, wie bereits erwähnt, an das Bauen mit Lehm. Die Schülerinnen und Schüler werden gebeten, sich in den vorgegebenen Quellen zum Thema zu informieren und anschließend die folgende Frage zu beantworten:

„Würdest du in deinem eigenen Haus Lehm als Baustoff verwenden? Begründe deine Aussage!“

Die Fragestellung orientiert sich an den Fallbeispielen von Frey [264]. Die Fallmethode ist in erster Linie auf die Entwicklung von Handlungs- und Entscheidungskompetenz gerichtet. Typische Lernaufgaben der Fallmethode fordern die Lernende oder den Lernenden dazu auf, Entscheidungen zu treffen und Lösungen zu finden, zu begründen und zu präsentieren. Darüber hinaus sollen Vergleiche stattfinden. Im vorliegenden Fall soll Lehm mit alternativen Baustoffen verglichen werden.

Die Schülerinnen und Schüler werden gebeten, ihre Ergebnisse in dem Webquest in einem vorgesehenen Menüfeld für die **Ergebnisse** einzutragen. Unter diesem Punkt wird den Lernenden die Bearbeitung der Fragestellung durch vorgefertigte Tabellen

erleichtert, in die sie zunächst die Vor- und Nachteile des Baustoffs „Lehm“ eintragen können. In einem freien Feld kann anschließend die Antwort frei formuliert und begründet werden.

3. Für die Lösung der gestellten Aufgabe stehen unter einem neuen Menüpunkt verschiedene **Ressourcen** zur Verfügung. In dem für die Untersuchung entwickelten Webquest handelt es sich dabei um sieben Internetquellen. Die Quellen beinhalten Erfahrungsberichte von Bauherren über den Umgang mit Lehm, einer Firma, die Baustoffe aus Lehm herstellt, einen Enzyklopädie-Eintrag zum Thema „Lehm“, außerdem erhalten sie historische, umwelt- und gesundheitsorientierte Seiten. Die Quellen sind dem Anhang zu entnehmen.
4. Anstelle von Gruppenarbeit, wie es ursprünglich vorgeschlagen wurde, arbeiten die Probandinnen und Probanden in der vorliegenden Untersuchung einzeln an den Webquests. Außerdem entfällt die Hilfestellung des Lehrers, die in normalen Unterrichtssituationen gegeben ist. Aufgrund der geforderten Untersuchungssituation können lediglich grundlegende Fragen von den Untersuchungsleitungen beantwortet werden. Das Webquest der Hauptuntersuchung enthält bei den Gruppen I und III (mit Lernhilfen, vgl. Darstellung des Designs in der Abbildung 7.1) einen weiteren Menüpunkt für **Lernhilfen** (Skript). Bei den Lernhilfen handelt es sich um strategische Anleitungen zur Unterstützung des Vorgehens. Diese richten sich auf den Umgang mit den Informationsquellen, auf das Zeitmanagement und bei der Gruppe I (vgl. grafische Darstellung des Designs in Abbildung 7.1) auf einige Hinweise zum Mapping. Die Lernhilfen geben keine inhaltlichen Informationen, sondern sind als Hilfestellung für das selbstgesteuerte Vorgehen gedacht, wobei der Lehrende durch die Lernhilfen „ersetzt“ wird. Für die selbstinstruktionale Qualität der Lernhilfe und des Webquests wird sich auf einige Punkte von Friedrich [42] bezogen, damit der Nutzer sich alleine zurechtfinden und somit auch seine Motivation aufrecht erhalten kann:
  - (a) Eine angemessene inhaltliche Gestaltung (nicht zu viel, nicht zu wenig),
  - (b) der Einsatz von Wahrnehmungshilfen (z.B. konsistente Verwendung von Gestaltungsmerkmalen wie Farbe und Grafiken),
  - (c) der Einsatz von Erschließungshilfen (Stichwortverzeichnis, Leittexte, u. ä.) und
  - (d) der Einsatz von Verarbeitungshilfen (advance organizer, Strukturierungs- und Reduzierungshilfen wie z. B. im vorliegenden Fall Maps oder der Gebrauch von Ordnerstrukturen in Word).

Die Lernhilfen des Webquests werden von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des IPN und von einem Realschullehrer formuliert und orientieren sich stark an den Leitlinien des Scaffoldings von Dubs [8]. Die Lernhilfen sind dem Anhang zu entnehmen.

5. In einer abschließenden **Beurteilung** können die Schülerinnen und Schüler das Webquest (Thema, eigene Beteiligung, gegebener Zeitrahmen) bewerten und die eigene

Leistung einschätzen. Es werden drei Ankreuzmöglichkeiten (in Form von Smilies) pro Frage vorgegeben.

Nach der Bearbeitung des Webquests wird die Fragestellung gemeinsam diskutiert. Einen guten, knappen Einblick in die Gestaltung von Webquests, Unterrichtsbeispiele und Angaben zu weiterführenden Informationen bietet der Artikel „Eine neue didaktische Methode zum Interneteinsatz“ von Staiger [263]. Das vollständige Webquest der vorliegenden Untersuchung ist dem Anhang zu entnehmen.

**Angaben zu meiner Person**  
**Einführung**  
**Lernhilfen**  
**Aufgabenstellung**  
**Quellen**  
**Ergebnisse**  
**Bewertung**

## Lehm als alternativer Baustoff

### Einführung

**Ist Lehm als alternativer Baustoff geeignet? Oder ist das nur ein Trend der Ökos?**



**In den Lübecker Nachrichten finden wir folgenden Zeitungsartikel:**

**Das Lehmhaus hat bei Ökofreaks Hochkonjunktur**

Früher war Lehm ein weit verbreitetes Baumaterial. Man sieht das vielerorts an alten, schmucken Fachwerkhäusern, wo der Lehm zum Ausfachen der Wände verbaut wurde. Allein in Deutschland sind neben den 2,2 Millionen historischen Fachwerkhäusern noch rund 200.000 massive Lehmhäuser erhalten. Vor etwa 150 Jahren kam der Baustoff Lehm aus der Mode und wurde nahezu völlig durch Ziegel, Backstein, Zement oder Beton verdrängt.

Der Naturstoff Lehm erzeugt in Haus- und Zimmerwänden ein angenehmes, gesundes Innenklima. Seine hohe Schall- und Wärmedämmung tragen ebenso zum Wohlbefinden der Hausbewohner bei wie seine Eigenschaft, die Raumfeuchtigkeit konstant bei 50 bis 55 Prozent zu halten.

Überdies ist Lehm ein ausgesprochen hautfreundlicher Baustoff. Allergiker und Asthmatiker fühlen sich wohler, und auch gesunden Menschen tut das Wohnen im Lehmhaus gut. Das Baumaterial Lehm ist kostengünstig; es finden sich in nahezu allen Böden in Deutschland genügend Lehme, die, fachmännisch aufbereitet, zum Lehmbau verwendet werden können. Allerdings kostet das Bauen mit Lehm mehr Zeit als die sonst üblichen Hausbauarten, darauf weist die Bausparkasse Schwabisch Hall hin. Aber auch beim Lehmbau gilt: Eigenleistung ist Trumpf.

(Lübecker Nachrichten 3.10.1995)

[zum Seitenanfang](#)

Abbildung 7.2: Das Webquest zum Thema „Lehm“ zeigt die Einführung des Themas mittels eines Zeitungsartikels der örtlichen Umgebung.

**Fachdidaktische Betrachtung des Themas „Bauen mit Lehm“** Der Naturstoff Lehm gewinnt als naturwissenschaftliches und fächerübergreifendes Thema im Unterricht

zunehmend an Bedeutung.

„Lehm“ ist eine Mischung aus Ton, Schluff (Feinsand) und Sand. Es können aber auch gröbere Bestandteile wie Kies oder organisches Material im Lehm enthalten sein. Der Ton dient als Bindemittel, welches die übrigen Partikel miteinander verbindet. Je nach Fundort weist der Lehm unterschiedliche Eigenschaften auf: Es gibt tonigen, schluffigen oder sandigen Lehm. Für die Verarbeitung von Lehm ist es notwendig, die Zusammensetzung und Eigenschaften zu kennen, um diese gegebenenfalls durch Zusätze verändern zu können.

Lehm ist einer der ältesten Baustoffe unserer Zeit, der zum großen Teil heute noch z. B. in Form von Lehmhütten verbaut wird. In den europäischen Ländern wurde Lehm zunehmend durch moderne Baustoffe ersetzt und gewinnt erst langsam wieder an Bedeutung. Denn der Baustoff Lehm bietet gegenüber herkömmlichen Baustoffen eine Reihe von Vorteilen (vgl. Stegh [265]):

1. Lehm kann relativ schnell Luftfeuchtigkeit aufnehmen und diese bei Bedarf wieder abgeben. Dadurch reguliert er die Feuchtigkeit der Raumluft und trägt somit zu einem gesunden Raumklima bei.
2. Lehm speichert, ähnlich wie andere schwere Baustoffe, Wärme und kann somit zur Verbesserung des Wohnklimas und bei passiver Sonnenenergienutzung zur Energieeinsparung beitragen.
3. Lehm benötigt bei der Aufbereitung und Verarbeitung im Gegensatz zu anderen Baustoffen sehr wenig Energie und trägt somit kaum zur Umweltverschmutzung bei. Er benötigt nur etwa 1% der Energie, die für die Herstellung von Mauerziegeln oder Stahlbeton notwendig ist.
4. Der ungebrannte Lehm ist jederzeit und unbegrenzt wieder verwendbar. Trockener Lehm braucht nur zerkleinert und mit Wasser angefeuchtet zu werden und schon lässt er sich wieder verarbeiten. Lehm kann im Gegensatz zu anderen Baustoffen niemals als Bauschutt die Umwelt belasten.
5. Lehm ist fast überall verfügbar und spart somit Baumaterial- und Transportkosten.

Den vielen Vorteilen des Baustoffs steht allerdings der große Nachteil gegenüber: Lehm ist nicht wasserfest. Er muss deshalb insbesondere im feuchten Zustand vor Regen und vor Frost geschützt werden. Ein dauerhafter Schutz von Lehmwänden vor Nässeeinwirkung kann durch konstruktive Maßnahmen (Dachüberstand, Spritzwassersockel, horizontale Isolierung gegen „aufsteigende Nässe“) und durch entsprechende Oberflächenbehandlungen (Anstriche, Hydrophobierung, Putze) erreicht werden.

Einen guten Überblick über das Thema „Lehm als Baustoff“ bietet das Buch von Minke [266].

Der Baustoff Lehm findet bislang nur wenig Beachtung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Relativ häufig wird das Thema bislang im Grundschulbereich unterrichtet. Es existieren vielfältige Unterrichtsmaterialien und Erfahrungsberichte über das Bauen von Lehmöfen, von Skulpturen oder ganzen Lehmhütten. Dabei steht die sinnliche Erfahrung

mit dem Baustoff im Mittelpunkt.

Inzwischen findet das Thema „moderne und alternative Baustoffe“ aber auch im Lehrplan der Gesamtschule im Fach Naturwissenschaften Beachtung. Es wird im Rahmen von PING (Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung) umfangreich in der Themenmappe „Wir bauen und wohnen“ in der siebten und achten Jahrgangsstufe aufgegriffen. In dem Unterricht werden sinnliche Erfahrungen und die Vermittlung von Fachkenntnissen kombiniert, z. B. Lehm wird auf seine Voraussetzungen als alternativer Baustoff untersucht und dabei u. a. die Naturverträglichkeit und Lehmgewinnung, das Recycling und damit auch der Lehmkreislauf behandelt. Es werden aber auch Lehmsteine selbst hergestellt und die Wärmespeicherung, die Aufnahme von Luftfeuchtigkeit und die Wasserbeständigkeit untersucht. Aber auch das Thema „Lehm im Tierreich“ findet Beachtung wie z. B. als Baustoff des Schwalbennestes.

In dem Projekt „Voneinander Lernen“ (nähere Informationen unter [www.projekt-paris.de](http://www.projekt-paris.de)) bemühen sich Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IPN, Lehrerinnen und Lehrer und verschiedene Experten um die Integration des Themas in den Unterricht weiterer Schularten. Es werden Prüfmethode, Eigenschaften, Verarbeitungsmethoden und Anwendungsbeispiele für den Unterricht so aufgearbeitet, dass sie fachspezifisch und fächerübergreifend unterrichtet werden können:

1. im Fach **Chemie** unter den Themengebieten: Gemische, Silizium, technische Silikate, Aluminium, Recycling,
2. im Fach **Physik** im Bereich Bautechnik, Statik, Energie-Häuser, Prüfmethode für Baustoffe, Recycling,
3. im Fach **Biologie** als Thema der Bodenkunde, des gesunden Wohnens, Umwelt,
4. im Fach **Technik** unter den Themengebieten Bauwesen, Prüfmethode für Baustoffe,
5. im Fach **Religion und Geschichte** könnte es als antiker Baustoff vieler Kulturen behandelt werden.

Erste Unterrichtssequenzen wurden bereits erfolgreich in einem Chemie-Wahlpflicht-Kurs einer Realschule durchgeführt. Als Unterrichtsthema stand die Diskussion um eine „neue Schulwand aus Lehm?“ im Mittelpunkt der Betrachtung. Bei der Bearbeitung des Themas wurde auf die Verbindung von fachlichen Inhalten, individuellen Entscheidungsprozessen und selbstständig gesammelten Erfahrungen mit dem Baustoff „Lehm“ besonderen Wert gelegt.

Auf dem Markt sind durch das zunehmende Interesse vermehrt Informationsmaterialien zu finden, aber auch erste Materialien für den Unterricht wie Videos, Unterrichtseinheiten und Versuchsvorschriften sind verfügbar.

### 7.3.7 Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“

Untersuchungsmittelpunkt ist der Einsatz des computergestützten Mind Mapping-Programms „Mind Manager Smart“. Das Programm und die Methode wurden bereits im

Abschnitt 3.2.3 ff. vorgestellt. Erste Untersuchungsergebnisse sind den Untersuchungen A und B der Kapitel 5 und 6 zu entnehmen.

In der Hauptuntersuchung wird den Schülerinnen und Schülern der Gruppe I und II (vgl. Design in der Abbildung 7.1) eine Einführung in die Arbeit mit dem Programm gegeben und anschließend gemeinsam eine Mind Map zum Thema „Urlaub“ erstellt. Dabei werden die Funktionen (z. B. das Anlegen von Zweigen, Einfügen von Notizen und Links, von Farben und Symbolen) geübt und der sinnvolle Umgang mit dem Programm erläutert. Außerdem steht den Schülerinnen und Schülern eine Vorlage über die Funktionen des „Mind Managers Smart“ während des Lernprozesses als Erinnerungsstütze zur Verfügung.

### **7.3.8 Ordnerstrukturen mit Microsoft Word**

Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe III und IV (vgl. Design in der Abbildung 7.1) arbeiten anstelle des Mind Mappings mit Microsoft Word. Das Textverarbeitungsprogramm der Firma Microsoft für die Windows-Betriebssysteme und Mac OS ist den Schülerinnen und Schülern bereits bekannt. Dennoch wird eine kurze Wiederholung in die wichtigsten Funktionen (öffnen und speichern, kopieren und einfügen z. B. von Links und Notizen) gegeben und das Anlegen von Ordnerstrukturen geübt. Die Schülerinnen und Schüler fertigen anschließend zur Übung einige Ordner mit Word-Dokumenten zum Thema „Urlaub“ an. Außerdem steht den Lernenden eine Vorlage über die wichtigsten von Word während des Lernprozesses als Erinnerungsstütze zur Verfügung.

## **7.4 Auswertung**

Die unterschiedlichen Auswertungsmethoden der eingesetzten Erhebungsmethoden werden im Folgenden vorgestellt. Für alle nachfolgenden Untersuchungen gilt stets ein Signifikanzniveau von 5 %.

### **7.4.1 Fragebogen zu den Lernvoraussetzungen**

Der Fragebogen zu den Lernvoraussetzungen wird mit dem Programm SPSS ausgewertet. Die Probandinnen und Probanden haben die Möglichkeit auf einer 4-stufigen Likert-Skala von 3 = „trifft zu“ bis 0 = „trifft nicht zu“ die Dimensionen des Fragebogens zu beantworten. Die Berechnung der Itemschwierigkeit und der Trennschärfe der Items führt zum Ausschluss von vier Items aus der folgenden Auswertung. Die folgende Tabelle 7.3 zeigt die Itemanzahl und die Reliabilitäten der Skalen des Fragebogens zu den Lernvoraussetzungen: Während die übrigen Skalen als ausreichend konstant ( $\alpha = .70$  bis  $.81$ ) betrachtet werden können, zeigen die Skalen der „Verbalisierer“ ( $\alpha = .64$ ) und „Visualisierer“ ( $\alpha = .50$ ) geringe Reliabilitätswerte. Aufgrund der geringen Itemzahl werden die Skalen dennoch in die Auswertung aufgenommen, die Ergebnisse werden aber mit Vorsicht interpretiert.

Skala	Anzahl der Items	Alpha
Computerkenntnisse	5	.81
Selbstkonzept	4	.71
Visualisierer	6	.50
Verbalisierer	4	.64
Tiefenverarbeiter	7	.70
Oberflächenverarbeiter	7	.70

Tabelle 7.3: Grafische Darstellung des Designs

#### 7.4.2 Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen

Der Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen wird mit dem Programm SPSS ausgewertet. Die Probandinnen und Probanden haben die Möglichkeit auf einer 4-stufigen Likert-Skala von 3=„trifft zu“ bis 0=„trifft nicht zu“ die Dimensionen des Fragebogens zu beantworten. Eine Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse, Varimax) reduziert die Skalenzahl von fünf auf vier Skalen. Dabei bleiben die Skalen „Erlebte Selbststeuerung“ und „Lernmotivation“ erhalten, während es im Bereich der Informationsverarbeitung eine Veränderung gibt. Die Items der Skalen „Planung“ und „Bewertung“ fließen mit in die Skala der „Informationsverarbeitung“ ein. Diese Zusammenführung scheint logisch, da es sich bei diesen Bereichen insgesamt um eine Verarbeitung von Informationen handelt. Die umfangreiche Skala „Informationsverarbeitung“ wird faktoranalytisch in zwei neue Bereiche getrennt: den Bereich der „Organisation von Wissen und Informationen“ (dem Bereich des „Ressourcenlernens“) und in jenen kognitiven Bereich, der sich mit Planung, Kontrolle und Elaboration des Lerngeschehens beschäftigt (der allgemeinen „kognitiven Verarbeitung“). Es sind somit zwei neue Skalen entstanden.

Die Analyse der Itemschwierigkeit und Trennschärfe führte zum Ausschluss von insgesamt 16 Items, so dass folgende neue Itemanzahlen pro Skala und folgende Reliabilitäten vorliegen:

Skala	Anzahl der Items	Alpha
Erlebte Selbststeuerung	3	.73
Lernmotivation	7	.83
Kognitive Strategien	15	.85
Organisationsstrategien	7	.76

Tabelle 7.4: Grafische Darstellung des Designs

Die Abbildung 7.4 zeigt die Reliabilitäten der Skalen des Fragebogens zum selbstgesteuerten Lernen. Die Werte zeigen mit einem Alpha von .73 bis .85 eine ausreichende



Konsistenz.

### 7.4.3 Ressourcentest

Beim Ressourcentest sind vier Untersuchungshelfer pro Gruppe anwesend, um das Ergebnis der fünf schnellsten Schülerinnen und Schüler zu überprüfen und zu notieren. Kontrolliert werden die Ergebnisse nachträglich nochmals von zwei weiteren Lehrkräften. Aufgrund der geringen Stichprobengröße, für welche die benötigte Zeit notiert werden konnte (pro Gruppe  $N = 5$ ) können keine statistischen Auswertungen mittels SPSS vorgenommen werden. Die Ergebnisse des Ressourcenstests werden aus diesem Grund ohne bestimmte Verfahrensanwendung dargestellt.

### 7.4.4 Concept Maps

Für die Datenanalyse mit „MaNET“ stellt das Programm drei Varianten zur Verfügung. Die Daten können entweder grafisch, strukturell oder korrespondenzanalytisch ausgewertet werden. Die **grafische** Analyse dient der qualitativen Auswertung von Begriffsnetzen „per Hand“. Individuelle Concept Maps der Probandinnen und Probanden können aus den gespeicherten Daten grafisch rekonstruiert und nachbearbeitet werden. Es können zudem mehrere Netze gleichzeitig aufgerufen und so optisch miteinander verglichen werden.

Im vorliegenden Fall werden lediglich die **graphentheoretische** Indizes „Maximaler Umfang“ ( $U_{max}$ ) und „Umfang“ ( $U$ ) aufgegriffen: Der Umfang  $U$  entspricht der Anzahl der in einer Concept Map gesetzten Relationen. Ein großer Umfang kann als Indiz für einen hohen Grad an Vernetzung von Wissensinhalten sein (Bonato [267]). Der maximale Umfang ( $U_{max}$ ) gibt die Gesamtsumme aller möglichen Verknüpfungen an.

Die **Korrespondenzanalyse** gibt Aufschluss über den Grad an Übereinstimmung zwischen verschiedenen Concept Maps. Die Prozedur kann sowohl intraindividuell (zur Untersuchung der zeitlichen Stabilität zweier Concept Maps einer Testperson) als auch interindividuell (zum Vergleich des Concept Maps eines Probandinnen und Probanden mit dem eines Experten) durchgeführt werden. Die Übereinstimmung zweier Begriffsnetze wird quantitativ durch einen sogenannte Korrespondenzkoeffizienten  $C$  ausgedrückt. In die Berechnung gehen Übereinstimmung und Nicht-Übereinstimmung zwischen Verknüpfungen und Nicht-Verknüpfungen von jeweils zwei Concept Maps ein.

Speziell für den Vergleich von Probandinnen und Probanden mit einem Expertennetz wird von den Entwicklern des Programms ein gewichteter Koeffizient vorgeschlagen: „Dies trägt der Überlegung Rechnung, dass eine richtige Verknüpfung in einem Probandennetzwerk dann eine vergleichsweise hohe Aussagekraft hat, wenn das Referenznetz eher sparsam ist, während es bei einem dichten Referenznetz zunehmend auf das richtige Erkennen von Nicht-Verknüpfungen ankommen dürfte“. (Eckert [268], S. 90). Bei der Berechnung der gewichteten Korrespondenzkoeffizienten wird die Verknüpfungsdichte von Probandennetzen im Verhältnis zum Expertennetz berücksichtigt. Es wird also einkalkuliert, dass ein „verknüpfungsfreudiger“ Proband eher die Chance hat, viele Hits zu erzielen als ein sehr vorsichtiger Proband“ (Eckert [269], S. 145).

Die erwähnten Auswertungsmethoden können in dem Werk von Stracke [175] Seite 67-78 nachgelesen werden.

Der Wissenstest der vorliegenden Untersuchung basiert auf einer Concept Map als Referenzpunkt. Die Experten Map wird in Zusammenarbeit mit fünf Experten erarbeitet. Durch eine grafische Analyse der Maps der Schülerinnen- und Schülern zeigt sich jedoch, dass ein Großteil der Probandinnen und Probanden zusätzliche Verknüpfungen in der Map setzt, die in der Experten Map fehlen aber ebenfalls richtig sind. Die Experten Map wird deshalb nachträglich um 12 Verknüpfungen erweitert (es werden keine zusätzlichen Begriffe und Relationen ergänzt, sondern lediglich Verknüpfungen zwischen den vorgegebenen Begriffen ergänzt).

Aufgrund der geringen Zeit, die den Schülerinnen und Schülern zum Mappen zur Verfügung steht (12 Minuten) und der geringen Größe der Concept Maps erscheint die korrespondenzanalytische Auswertung (Übereinstimmung zwischen Experten Map und Schüler/innen-Map) der Testmaps mit „MaNET“ nicht sinnvoll. Es werden im Folgenden andere Parameter herangezogen: In der vorliegenden Arbeit werden sogenannte „Hits“ (richtiger Begriff, richtige Verknüpfung, richtige Pfeilrichtung) gewertet. Die Hits stehen in Verbindung mit der Experten Map. Es wird ermittelt, wieviele der möglichen (richtigen) Verknüpfungen (Vorgabe ist die Experten Map) eine Probandin oder ein Proband im Vor-, Nach- und Behaltenstest setzt. Diese Hits werden von „MaNET“ automatisch ermittelt.

#### **7.4.5 Interviews**

Die Interviews werden von zwei Mitarbeitern des IPN geführt und von zwei weiteren Mitarbeitern protokolliert. Anschließend wird die Mitschrift den Schülerinnen und Schülern verlesen und die Richtigkeit geprüft.

#### **7.4.6 Betrachtung des Webquests, der Mind Maps und der Word-Dateien**

Die von den Schülerinnen und Schülern angefertigten Webquests, Mind Maps und die Word-Dateien werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht ausgewertet.

## 7.5 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hauptstudie vorgestellt und diskutiert.

### 7.5.1 Lernvoraussetzungen

Im vorliegenden Abschnitt werden ausgewählte Ergebnisse der mittels Fragebogen erhobenen Lernvoraussetzungen vorgestellt. Während die Lernvoraussetzungen an dieser Stelle lediglich in Bezug auf die Vergleichbarkeit der Gruppen analysiert werden, finden sie im Abschnitt 7.5.6 insbesondere im Hinblick auf ihre Wechselwirkung mit den Treatmentvariablen sowie mit der erhobenen Leistung Beachtung.

**Ergebnisse** Die im Folgenden aufgezeigten Ergebnisse sind ausgewählte Bereiche der erhobenen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler.

#### 1. Akademisches Selbstkonzept

In Anlehnung an Konrad [90] wird das akademische Selbstkonzept mit vier Items erfragt. Die Fragebogenergebnisse sind in der Tabelle 7.5 dargestellt.

	M	N	SD
Gruppe I	1,84	22	0,342
Gruppe II	1,73	22	0,480
Gruppe III	1,76	18	0,538
Gruppe IV	1,74	19	0,538

Tabelle 7.5: Mittelwertangaben Skala „Selbstkonzept“

Die Mittelwerte liegen im Bereich von  $M=1,73$  ( $SD=0,480$ ) bis  $M=1,84$  ( $SD=0,342$ ) in einem leicht erhöhten Bereich, wenn  $M=1,5$  als Mittelmaß herangezogen wird.

#### 2. Computerkenntnisse

Mittels Fragebogen werden die Computerkenntnisse vor der Untersuchung erhoben. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 7.6 dargestellt.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	2,33	22	0,488
Gruppe II	1,94	20	0,803
Gruppe III	2,45	20	0,576
Gruppe IV	2,20	19	0,542

Tabelle 7.6: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „Computerkenntnis“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Laut Fragebogenanalyse bewerten die Schülerinnen und Schüler ihre Computerkenntnisse als gut. Der Mittelwert der vier Gruppen liegt im Durchschnitt bei  $M=2,23$  über dem Mittelmaß. Die leichte Abweichung der Gruppe II mit einem Mittelwert von  $M=1,94$  ( $SD=0,803$ ) wird nicht signifikant.

### 3. Selbsteinschätzung der Leistung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Die Schülerinnen und Schüler werden gebeten, ihre Leistung im naturwissenschaftlichen Unterricht selbst einzuschätzen. Die Tabelle 3.1.6 zeigt die Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler der Gruppen I bis IV.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	2,04	23	0,209
Gruppe II	1,96	23	0,209
Gruppe III	1,91	22	0,294
Gruppe IV	1,95	20	0,224

Tabelle 7.7: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Selbsteinschätzung der Leistung im naturwissenschaftlichen Unterricht, wobei 1=unterdurchschnittlich, 2=durchschnittlich, 3=überdurchschnittlich und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Im Durchschnitt schätzen die Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen ihre eigene Leistung in den Naturwissenschaften als durchschnittlich ein.

### 4. Note in Chemie

Um die eigenen Leistungen unabhängig von der eigenen Wahrnehmung zu kennen, werden die Schülerinnen und Schüler gebeten, ihre letzte Zeugnisnote in **Chemie** anzugeben. Die Tabelle 7.8 zeigt die Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler

der Gruppen I bis IV, wobei die Werte in diesem Fall dem allgemeinen Notensystem entsprechen.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	2,87	23	0,757
Gruppe II	3,57	23	0,590
Gruppe III	3,41	22	0,734
Gruppe IV	3,16	19	0,688

Tabelle 7.8: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zu der letzten Zeugnisnote in Chemie, wobei 1=sehr gut, 2=gut, 3=befriedigend, 4=ausreichend, 5=mangelhaft, 6=ungenügend und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Die durchschnittliche Note im Chemieunterricht liegt bei den Probandinnen und Probanden der Gruppen zwischen Drei und Vier. Während 77 Schülerinnen und Schüler auf einer Note von Drei oder Vier stehen, gibt es 11 Zweien und zwei Fünfen.

## 5. Note in Biologie

Die Schülerinnen und Schüler werden zusätzlich gebeten ihre letzte Zeugnisnote in Biologie anzugeben. Die Tabelle 7.9 zeigt die Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler der Gruppen I bis IV.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	2,43	23	0,788
Gruppe II	3,04	23	0,638
Gruppe III	3,05	22	0,844
Gruppe IV	3,00	20	0,858

Tabelle 7.9: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zu der letzten Zeugnisnote in Biologie, wobei 1=sehr gut, 2=gut, 3=befriedigend, 4=ausreichend, 5=mangelhaft, 6=ungenügend und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Die durchschnittliche Leistung in Biologie liegt bei einer Note von Drei. Drei Schülerinnen und Schüler haben die Note Eins, 24 eine Zwei, 44 eine Note von Drei, 15 stehen auf Vier und zwei Probanden haben eine Fünf im Zeugnis erhalten.

## 6. Mapping

Die Probandinnen und Probanden aller vier Gruppen haben vor der Untersuchung keine Erfahrung im Umgang mit dem „Mind Manager Smart“.

## 7. Bauen

Die Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen schätzen ihr Vorwissen im Bereich „Bauen“ als durchschnittlich ein. Alle Probandinnen und Probanden wissen, dass es sich bei Lehm um einen Baustoff handeln kann. Das Vorwissen in Bezug auf „Bauen mit Lehm“ wird überwiegend als unterdurchschnittlich eingeschätzt. Kein/e Proband/in schätzt das Vorwissen in Bezug auf Lehm als sehr gut ein.

## 8. Visualisierer versus Verbalisierer

Die Probandinnen und Probanden beantworten zu Beginn der Untersuchung Items, welche die Vorliebe in der Arbeit mit Bildern (Visualisierer) und/oder Texten (Verbalisierer) erfragt. Dabei können die Schülerinnen und Schüler auf einer vierstufigen Likert-Skala (von 0=trifft nicht zu bis 3=trifft zu) die Items des Fragebogens beantworten. Ein hoher Mittelwert spricht demnach für die Präferenz eines Umgangs mit bildlichen bzw. verbalen Informationen. Da diese Voraussetzungen einander nicht ausschließen, kann ein/e Proband/in sowohl „Verbalisierer“ als auch „Visualisierer“ sein. Die Tabellen 7.10 und 7.11 zeigen die Skalenmittelwerte der Skalen „Visualisierer“ und „Verbalisierer“.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	1,20	23	0,815
Gruppe II	1,23	22	0,819
Gruppe III	1,45	23	0,708
Gruppe IV	1,70	19	0,609

Tabelle 7.10: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „Visualisierer“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen in Bezug auf die Skala „Visualisierer“ entsprechen knapp dem Mittelmaß. Die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer schätzen sich demnach weder als ausgeprägte Visualisierer ein, noch lehnen sie den Umgang mit bildlichem Material ab. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV zeigen eine stärkere Vorliebe im Umgang mit Visualisierungen, die Abweichung wird jedoch nicht signifikant.

Die folgende Tabelle 7.11 zeigt die Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zu der Skala „Verbalisierer“.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	1,52	23	0,730
Gruppe II	1,65	21	0,741
Gruppe III	1,65	22	0,613
Gruppe IV	1,12	20	0,642

Tabelle 7.11: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „Verbalisierer“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Bei den Schülerinnen und Schülern aller vier Gruppen ist die Vorliebe für die Arbeit mit Texten ähnlich stark ausgeprägt. Die Mittelwerte entsprechen leicht erhöhten Mittelmaß. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV geben einen niedrigeren Mittelwert an, der Unterschied wird jedoch nicht signifikant.

#### 9. Oberflächen- versus Tiefenverarbeiter

Mittels „LIST“- Fragebogen (Wild und Schiefele [98]) werden die Probanden nach dem Gebrauch von Tiefen- und Oberflächenverarbeitungsstrategien befragt. Sie geben ihre Vorlieben zu den jeweiligen Verarbeitungsstrategien auf einer vierstufigen Likertskala an. Die Tabellen 7.12 und 7.13 zeigen die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen in Bezug auf die Skalen „Oberflächenverarbeiter“ und „Tiefenverarbeiter“.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	2,03	22	0,460
Gruppe II	1,67	23	0,471
Gruppe III	1,78	21	0,537
Gruppe IV	1,72	20	0,553

Tabelle 7.12: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „Oberflächenverarbeiter“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Im Durchschnitt liegen die Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen leicht über dem Mittelmaß und wenden somit Strategien der Oberflächenverarbeitung an. Die Tabelle 7.13 zeigt die Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zu der Skala „Tiefenverarbeiter“.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	2,21	23	0,487
Gruppe II	2,16	21	0,404
Gruppe III	2,18	21	0,555
Gruppe IV	1,92	19	0,419

Tabelle 7.13: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „Tiefenverarbeiter“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Die Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen geben Mittelwerte zu der Skala „Tiefenverarbeiter“ von M= 1,92 (SD=0,419) bis M=2,21 (SD=0,487) an und wenden demnach Tiefenverarbeitungsstrategien beim Lernen an.

**Diskussion** Im Folgenden werden die oben aufgezeigten Ergebnisse im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Gruppen diskutiert.

### 1. Akademisches Selbstkonzept

Das „Selbst“ ist beim selbstgesteuerten Lernen jene Instanz, welche die psychischen Ressourcen wie „Wollen“ und „Können“ integriert. Diese Dimension greift den Begriff der „Selbstwirksamkeit“ von Bandura (siehe Abschnitt 3.1.3) auf. Die Einstellung zu der eigenen Wirksamkeit beeinflusst maßgeblich den Grad der Selbststeuerung und die Leistungsfähigkeit. Mittels Fragebogen wird deshalb das akademische Selbstkonzept erfragt. Die Fragebogenanalyse deutet auf ein hohes Selbstkonzept bei den Schülerinnen und Schülern allen vier Gruppen hin. Die Voraussetzungen für selbstgesteuertes Lernen dürften demnach aus dieser Perspektive gegeben sein.

Obwohl es innerhalb der Gruppen auch einige Probanden mit geringerem Selbstkonzept gibt, ist der überwiegende Teil der Gruppen von der eigenen Leistungsfähigkeit überzeugt. Dieses Ergebnis wird von den Klassenlehrerinnen und -lehrern bestätigt. Sie beschreiben die Klassen als selbstbewusst und motiviert.

### 2. Computerkenntnisse

Laut Fragebogenanalyse besitzen die Schülerinnen und Schüler aller Gruppen ausreichende Computerkenntnisse und sind demnach in der Lage, den geforderten Umgang mit den Programmen zu erlernen. Es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen. Die Gruppen können somit aus dieser Perspektive in Hinblick auf die Treatmentunterschiede verglichen werden.

### 3. Selbsteinschätzung der Leistung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Im Durchschnitt schätzen die Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen ihre eigene Leistung in den Naturwissenschaften als durchschnittlich ein.



#### 4. **Note in Chemie**

Die durchschnittliche Note im Chemieunterricht liegt bei allen vier Gruppen zwischen Drei und Vier.

#### 5. **Note in Biologie**

Die durchschnittliche Note im Fach Biologie liegt bei Drei.

#### 6. **Mapping**

Die Probandinnen und Probanden alle vier Gruppen haben vor der Untersuchung keine Erfahrung mit und dem Umgang mit dem „Mind Manager Smart“.

#### 7. **Bauen**

Die Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen schätzen ihr Vorwissen im Bereich „Bauen“ durchschnittlich ein. Der Baustoff „Lehm“ ist zwar bekannt, die Probandinnen und Probanden haben aber keine tiefergehenden Kenntnisse zum „Bauen mit Lehm“. Diese Angaben werden durch den Vortest bestätigt.

#### 8. **Visualisierer versus Verbalsisierer**

Im Idealfall wird in einer Lernumgebung sowohl die bildliche (z. B. Mind Map, Webquest) als auch eine Darstellung in Textform (Internetquellen, Skript) angeboten. Da in der vorliegenden Untersuchung der Umgang mit Visualisierungswerkzeugen (Mind Mapping) erprobt wird, werden die Probandinnen und Probanden vor der Untersuchung durch einen Fragebogen von Keller [260] nach der Vorliebe im Umgang mit Bildern und Veranschaulichungen (Visualisierer) und/oder textartig dargestelltem Material (Verbalsisierer) befragt. Die Mittelwerte der vier Gruppen liegen im Bereich des Mittelmaßes. Die Schülerinnen und Schüler schätzen sich demnach weder als ausgeprägte Visualisierer ein, noch glauben sie ausgeprägte Verbalsisierer zu sein. Vielmehr scheinen sie beide Verarbeitungsstrategien gleich stark einzusetzen. Es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen. Somit können die Gruppen im Hinblick auf die Visualisierungsstrategie „Mapping“ verglichen werden.

Die beiden Skalen mit jeweils nur drei Items pro Skala und schwachen Konsistenzen mildern die Aussagekraft der Daten. Die Skala von Keller [260] ist bislang nur bei Probandinnen und Probanden im Alter von 19 bis 42 Jahren eingesetzt worden, während die Schülerinnen und Schüler der vorliegenden Untersuchung durchschnittlich 14 bis 15 Jahre alt sind. Es gibt bisher noch keine Ergebnisse zu der Validität der Skalen in dieser Altersgruppe. Zudem ist es noch nicht endgültig geklärt, ob die Zuordnung „Visualisierer versus Verbalsisierer“ von den Schülerinnen und Schülern bereits in dieser Altersstufe erwartet werden kann. Die Ergebnisse sollten demnach mit Vorsicht behandelt werden.

#### 9. **Oberflächen- versus Tiefenverarbeiter**

In der Literatur ist eine grundlegende Differenzierung in oberflächenstrategische und tiefenstrategische Lernstrategien vollzogen und wurde in Abschnitt 3.1.7 bestätigt.

Im Durchschnitt liegen die Mittelwerte der Probandinnen und Probanden der vier Gruppen zum Einsatz von Oberflächenstrategien mit  $M=1,8$  leicht über dem Mittelmaß. Die Schülerinnen und Schüler setzen demnach Strategien der Oberflächenverarbeitung ein. Oberflächenstrategische Lerner richten ihr Lernen darauf aus, möglichst schnell, ökonomisch und kurzfristig Faktenwissen verfügbar zu haben (Brown [79]; Artelt [26]; Wild [20]). Diese Tatsache könnte sich auf den Lernerfolg auswirken, sofern die Wissensdiagnose vor allem reproduziertes Wissen erfasst.

In Bezug auf die Tiefenverarbeitung liegen die Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen oberhalb des Mittelmaßes. Die Probandinnen und Probanden setzen demnach vermehrt tiefenstrategische Verarbeitungsstrategien ein. Es wird allgemein davon ausgegangen, dass tiefenstrategische Lerner (im Gegensatz zu oberflächenstrategischen Lernern) bessere und qualitativ höherwertige Lernergebnisse erreichen, den Stoff verständnisorientiert internalisieren und längerfristig mit vorhandenem Wissen verbinden (Brown [79]; Artelt [26]; Wild [20]). Dieser Vermutung wird im Abschnitt 7.5.6 detailliert nachgegangen.

Neuere Untersuchungen zum oberflächen- und tiefenstrategischen Vorgehen mit Probandinnen und Probanden unterschiedlichen Alters machen auf einige Schwierigkeiten bei der Datenerhebung aufmerksam. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere bei jungen Lernerinnen und Lernern die kognitiven und metakognitiven Skalen nicht gut reproduzierbar sind. Als Grund für diese Beobachtung wird der geistige Entwicklungsstand der Probandinnen und Probanden angeführt. Durch den Einsatz des auf Studentinnen und Studenten ausgerichteten Fragebogens „LIST“ werden die Befürchtungen im Hinblick auf das Alter zusätzlich verstärkt. Die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, ihre Art der Verarbeitungsstrategien nach Oberflächen- und Tiefenstrategien zu unterscheiden, kann demnach nur mit Einschränkung Rechnung getragen werden.

Wie es bereits im Hinblick auf die Fragebogenmethode unter den Verbalisierern/Visualisierern und den Oberflächen-/Tiefenverarbeitern herausgestellt worden ist, könnte diese Methode eine Reihe von Fehlerquellen in Bezug auf die Aussagekraft der Daten bergen. Während die Schülerinnen und Schüler einige Fragen aufgrund des Entwicklungsstandes womöglich noch nicht beantworten können oder Verständnisschwierigkeiten haben, handelt es sich beim Fragebogen stets um einen retrospektiven Selbstbericht (vgl. Ausführungen zur Fragebogenmethode im Abschnitt 8.1).

**Zusammenfassung** Mittels eines Fragebogens werden eine Reihe von Lernvoraussetzungen erhoben, welche im Hinblick auf die Erprobung der Lernumgebung als wichtig erachtet werden und die Vergleichbarkeit der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen absichern. Es liegen in keiner der erhobenen Kategorien signifikante Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schüler der Gruppen I bis IV vor. Damit können Probandinnen und Probanden im Folgenden im Hinblick auf die Treatmentunterschiede verglichen werden.

## 7.5.2 Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen

Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse der Fragebogenanalyse zum selbstgesteuerten Lernen vorgestellt. Die Probandinnen und Probanden haben die Möglichkeit auf einer vierstufigen Likert-Skala von 3=„trifft zu“ bis 0=„trifft nicht zu“ die Items des Fragebogens zu beantworten. Es gilt weiterhin ein Signifikanzniveau von 5%.

**Ergebnisse** In Anlehnung an Konrad [90] werden vier Bereiche des selbstgesteuerten Lernens erfragt. Aufgrund der Faktorenanalyse (vgl. Abschnitt 7.4.2) wird der Bereich der Informationsverarbeitung in zwei neue Skalen unterteilt: „kognitive Verarbeitungsstrategien“ und „Organisationsstrategien“. Die Skalen „erlebte Selbststeuerung“ und „Lernmotivation“ bleiben unverändert bestehen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der vier Skalen vorgestellt und diskutiert, um sie anschließend im Abschnitt 8 zur Beantwortung der eingangs formulierten Forschungsfragen heranzuziehen.

### 1. Erlebte Selbststeuerung

Die Statements der erlebten Selbststeuerung erfragen die subjektive Erfahrung von Selbststeuerung und individueller Verantwortung für das Lerngeschehen. Die Fragebogenergebnisse der Skala sind in Tabelle 7.14 dargestellt.

	M	N	SD
Gruppe I	2,59	21	0,493
Gruppe II	2,58	22	0,373
Gruppe III	2,09	23	0,629
Gruppe IV	2,07	20	0,777

Tabelle 7.14: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „erlebte Selbststeuerung“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Die Probandinnen und Probanden der vier Gruppen beurteilen mit Mittelwerten zwischen  $M=2,07$  ( $SD=0,777$ ) bis  $M=2,59$  ( $SD=0,493$ ) die Items zur erlebten Selbststeuerung mit einer hohen Zustimmung. Die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler der Gruppen I und II (mit Mind Mapping) liegen dabei um ca. 0,5 höher als die Gruppen III und IV (ohne Mind Mapping). Die Tabelle 7.15 zeigt die Angaben des Signifikanztests.

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	5,464	3	1,821	5,338	.002
Innerhalb der Gruppen	27,979	82	,341		

Tabelle 7.15: Angaben der einfachen Varianzanalyse (Anova) mit einem Signifikanzniveau von 5% zur Skala „erlebte Selbststeuerung“

In der Tabelle 7.15 ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Schülerinnen und Schüler der Gruppen festzustellen. Der Scheffé-Test belegt einen signifikanten Unterschied zwischen den Schülerinnen und Schüler der Gruppen, die den „Mind Manager Smart“ einsetzen (Gruppe I und II) und denen, welche die Mapping-Technik nicht einsetzen und stattdessen Notizen in Word anfertigen (Gruppe III und IV).

## 2. Lernmotivation

In einer zweiten Skala werden die Schülerinnen und Schüler nach ihrer Lernmotivation befragt. Die Skala der Lernmotivation nimmt Bezug auf persönliche Lernanreize und Überwindung von Lernhindernissen. Die Ergebnisse des Fragebogens sind in Tabelle 7.16 dargestellt.

	M	N	SD
Gruppe I	2,13	21	0,616
Gruppe II	2,20	21	0,512
Gruppe III	1,96	23	0,640
Gruppe IV	1,80	19	0,741

Tabelle 7.16: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „Lernmotivation“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen liegen im Bereich von M=1,80 (SD=0,741) bei der Gruppe IV bis M=2,20 (SD=0,512) bei der Gruppe II und können somit auf eine hohe Lernmotivation seitens der Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer hindeuten. Tendenziell geben die Probandinnen und Probanden der Gruppen I und II höhere Werte an, als die der Gruppen III und IV (ohne Mapping). Der Unterschied wird nicht signifikant.

## 3. Kognitive Verarbeitungsstrategien

Die Skala der „kognitive Verarbeitungsstrategien“ bezieht sich auf die tiefergehende

Elaboration des Lerngegenstandes und auf kognitive Verarbeitungsstrategien. Die Fragebogenergebnisse sind in Tabelle 7.17 dargestellt.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	2,01	20	0,317
Gruppe II	2,36	22	0,263
Gruppe III	1,95	23	0,525
Gruppe IV	1,96	20	0,572

Tabelle 7.17: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „kognitive Verarbeitungsstrategien“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen liegen insgesamt in einem hohen Bereich. Die Probandinnen und Probanden der Gruppe II stechen mit einem Mittelwert von M=2,36 (SD=0,263) im Vergleich zu denen der übrigen Gruppen heraus. Der Scheffé-Test bestätigt den Unterschied zwischen der Gruppe II (mit Mind Mapping/ohne Lernhilfen) und den übrigen Gruppen. Die Tabelle 7.18 zeigt den signifikanten Unterschied mit Hilfe einer einfachen Varianzanalyse.

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	2,527	3	,842	4,367	.007
Innerhalb der Gruppen	15,626	81	,193		

Tabelle 7.18: Angaben der einfachen Varianzanalyse (Anova) mit einem Signifikanzniveau von 5% zur Skala „kognitive Verarbeitungsstrategien“

#### 4. Organisationsstrategien

Die Skala „Organisationsstrategien“ erfragt den Umgang mit den Informationen wie das Organisieren, Strukturieren und Speichern von Informationen und ihren Quellen. Die Werte der Fragebogenanalyse sind in Tabelle 7.19 dargestellt.

	M	N	SD
Gruppe I	2,32	21	0,329
Gruppe II	2,51	22	0,308
Gruppe III	1,83	23	0,632
Gruppe IV	1,98	18	0,405

Tabelle 7.19: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zur Skala „Organisationsstrategien“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu und M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden, SD=Standardabweichung

Die Mittelwertangaben der Gruppen zeigen ein heterogenes Bild. Die Werte der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen schwanken von M=1,83 (SD=0,632) bis M=2,51 (SD=0,308). Während die Datenanalysen der Schülerinnen und Schüler der Mapping-Gruppen (Gruppe I und II) hohe Werte aufzeigen, liegen die der Gruppen III und IV in einem niedrigen Bereich. Die Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern der Gruppen sind signifikant. Dies ist der Tabelle 7.20 zu entnehmen. Der Scheffé-Test bestätigt die Signifikanz zwischen den Schülerinnen und Schülern der Gruppen, welche die Mapping-Technik anwenden (Gruppe I und II), und den Gruppen, welche Ordnerstrukturen anfertigen (Gruppe III und IV).

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	6,350	3	2,117	10,780	0,000
Innerhalb der Gruppen	15,708	80	,196		

Tabelle 7.20: Angaben der einfachen Varianzanalyse (Anova) mit einem Signifikanzniveau von 5% zur Skala „Organisationsstrategien“

Abschließend werden Daten zur Akzeptanz des „Mind Manager Smart“ vorgestellt, welche eine wichtige Voraussetzung für das Lernen mit der Mapping-Technik ist. Die in Tabelle 7.21 dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf Fragebogenaussagen, die die Schülerinnen und Schüler der Gruppen I und II (mit Mapping) zum Thema Akzeptanz des „Mind Managers Smart“ getroffen haben.

Wie der Tabelle 7.21 zu entnehmen ist, wird das Item „Ich arbeite gern mit dem Mind Manager Smart“ mit einem Mittelwert von M=2,72 (SD=0,535) beantwortet und zeigt somit eine sehr hohe Zustimmung in diesen beiden Gruppen. Ebenso liegt der Mittelwert für die Frage nach der Unterstützung beim Lernen (zweites Item der Tabelle 7.21) mit einem Wert von M=2,53 (SD=0,667) in einem hohen Bereich. Der Mittelwert für eine geplante Nutzung des Programms außerhalb der Schule liegt bei einem Mittelwert von M=2,11

(SD=0,832) ebenfalls über dem Mittelmaß. Wesentlich niedriger sind die Mittelwerte zu den Fragen nach einem benötigten Training (M=0,48; SD=0,505) und nach dem Vergleich mit anderen (hilfreichen) Lernmethoden (M=0,81; SD=0,982).

	M	N	SD
Ich arbeite gern mit dem „MM“	2,72	43	0,535
Der „MM“ unterstützt mich beim Lernen	2,53	43	0,667
Ich werde den „MM“ privat nutzen	2,11	42	0,832
Für den „MM“ benötigt man ein intensives Training	0,48	42	0,505
Andere Verfahren sind für hilfreicher beim Lernen	0,81	43	0,982

Tabelle 7.21: Mittelwertangaben der Schülerinnen und Schüler zu der Skala Akzeptanz des „Mind Manager Smart“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft M=Mittelwert; N=Anzahl; SD=Standardabweichung;MM=Mind Mapping mit dem „Mind Manager“

**Diskussion** Im Folgenden werden die im vorherigen Abschnitt 7.5.2 dargestellten Ergebnisse des Fragebogens diskutiert. In ausgewählten Fällen werden zur Interpretation zusätzlich einige Interviewaussagen von Schülerinnen und Schülern zur Interpretation herangezogen.

### 1. Erlebte Selbststeuerung

Der Mittelwertvergleich zur Skala der „erlebten Selbststeuerung“ ist in der Abbildung 7.3 dargestellt. Die Werte liegen im oberen Bereich, was auf eine hohe Zustimmung hindeutet. Demnach fühlen sich die Schülerinnen und Schüler aller Gruppen in der Art ihres Vorgehens beim Lernen nur wenig eingeschränkt.

Das Ergebnis erscheint insbesondere im Hinblick auf die Lernhilfen verwunderlich, da diese strenge Vorgaben im strategischen Vorgehen beinhalten. Laut Interviewaussagen, fühlen sich die Schülerinnen und Schüler durch die Lernhilfen trotzdem nur wenig im eigenen Lernprozess behindert. Sie empfinden die Lernhilfen vielmehr als sinnvolle Hilfe, um im selbstgesteuerten Lernen nicht die Orientierung zu verlieren. Diese Aussage gilt im Besonderen für lernschwächere Schülerinnen und Schüler. Aber auch lernstarke Probandinnen und Probanden geben an, die Lernhilfen als sinnvoll zu erachten. Sie heben jedoch hervor, die Lernhilfen nicht an jener Stelle befolgt zu haben. An den Stellen im Lernprozess, wo sie der Meinung waren, einen besseren Lernweg zu kennen, haben sie die Lernhilfen ignoriert. Insofern nutzen die lernschwächeren Probandinnen und Probanden die Lernhilfen tatsächlich als Hilfestellung, während lernsicherere Schülerinnen und Schüler diese nur als Angebot wahrnehmen. Sie nehmen sich die Freiheit, selbst zu entscheiden, wie sie beim Lernen vorgehen wollen.

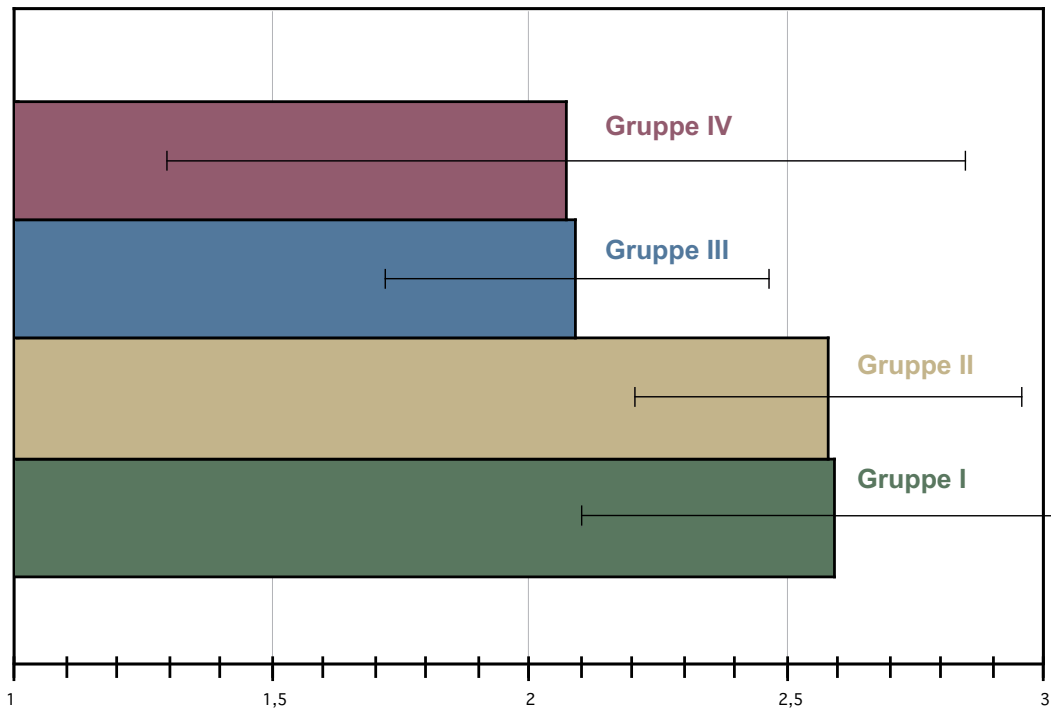


Abbildung 7.3: Mittelwertangaben der vier Gruppen zur Skala der „erlebten Selbststeuerung“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu

Ebenso wird das Mind Mapping laut Interviewaussagen nicht als einschränkend empfunden, sondern vielmehr als sinnvolle Unterstützung erachtet, um sich innerhalb des selbstgesteuerten Lernens orientieren zu können. Ein Schüler sagt dazu:

„Ich fand es schön, dass ich alles so machen konnte, wie ich es wollte“....  
 „Manchmal wusste ich nicht mehr weiter und habe dann einen anderen Zweig (der Mind Map) bearbeitet. Die Mind Map ist gut geeignet, um zu erkennen, was man als nächstes machen kann und wo man eigentlich gerade ist“.

Bereits in den vorangegangenen Untersuchungen (vgl. Kapitel 5 und 6) wird der kreative und uneingeschränkte Umgang mit dem Mapping-Programm hervorgehoben. Außerdem wird in der Untersuchung B des Kapitels 6 die Orientierungshilfe einer Map betont. Die Map kann als „Anker“ im selbstgesteuerten Lernprozess dienen und an den Bearbeitungsstand und das Aufgabenziel erinnern.

Als besonders positives Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Lernenden sowohl die Lernhilfen als auch das Mapping-Programm als Angebot wahrnehmen. Besonders lernstarke Schülerinnen und Schüler nutzen die Vorteile der Lernhilfen und bleiben dennoch selbstbewusst genug, um alternative Lernwege zu gehen.



## 2. Lernmotivation

Die Mittelwertangaben in Bezug auf die Lernmotivation sind in der Abbildung 7.4 dargestellt. Die Werte zeigen einen hohen Einfluss des Mind Mappings auf die Lernmotivation.

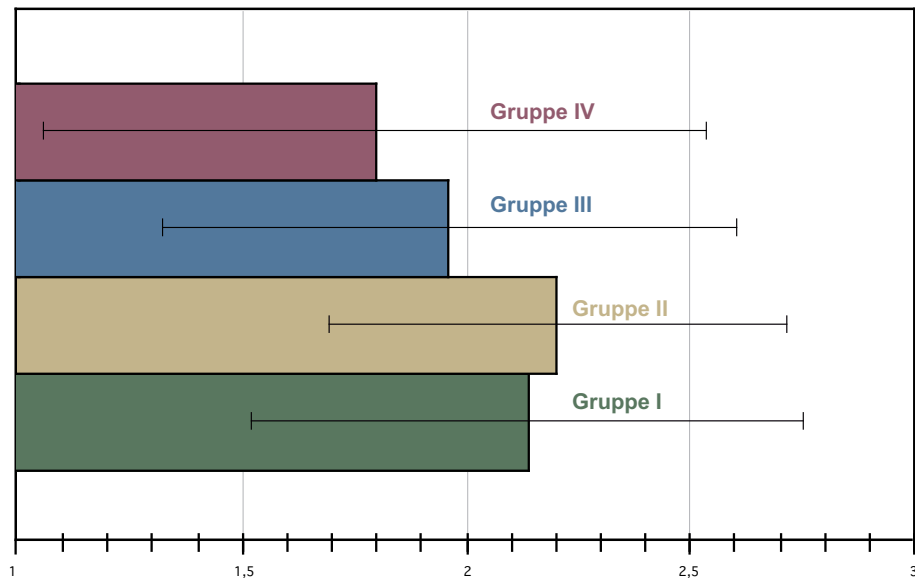


Abbildung 7.4: Mittelwertangaben der vier Gruppen zur Skala der „Lernmotivation“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu

Die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen sind allgemein sehr hoch, so dass auf eine hohe Lernmotivation zu schließen ist. Die Schülerinnen und Schüler äußern im Interview zu diesem Ergebnis, dass sie sich über die Abwechslung im Unterrichtsalltag freuen. Dabei gefällt ihnen besonders der Umgang mit dem Computer und dem Internet. Auch der „Mind Manager“ wird von den Schülerinnen und Schüler akzeptiert und als sinnvoll im Lernprozess beurteilt. Es kann von den Schülerinnen und Schüler laut Interview schwer unterschieden werden, inwiefern das „Neue“ als motivierend einzuschätzen ist oder tatsächlich die Lernumgebung Einfluss auf die Lernmotivation hat. Diese Unterscheidung kann auch durch die Fragebogendaten nicht eindeutig geklärt werden.

## 3. Kognitive Verarbeitungsstrategien

Die Abbildung 7.5 veranschaulicht die Mittelwertangaben der Schülerinnen und

Schüler in Bezug auf die Anwendung von „kognitiven Verarbeitungsstrategien“.

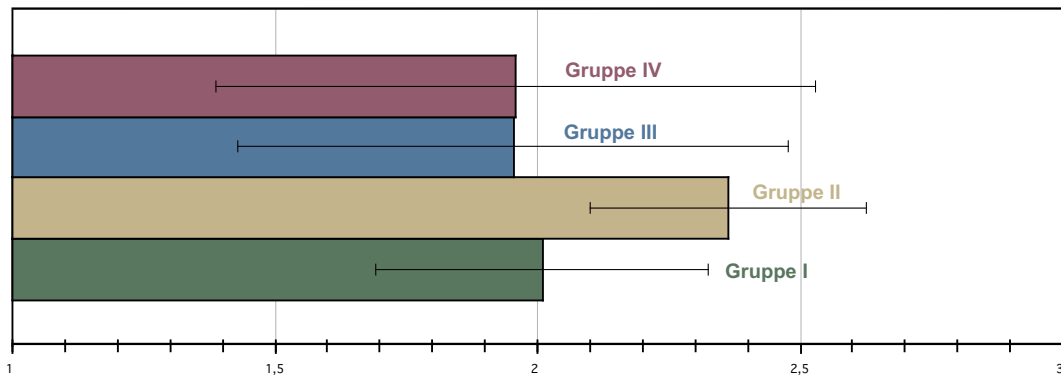


Abbildung 7.5: Mittelwertangaben der vier Gruppen zur Skala „kognitive Verarbeitungsstrategien“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2= trifft eher zu, 3=trifft zu

Der Tabelle 7.5 ist zu entnehmen, dass sich sowohl die Anwendung der Mind Mapping-Technik, als auch der Gebrauch der Lernhilfen sich positiv auf die Anwendung kognitiver Strategien auswirken. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe II, welche das Mapping-Programm einsetzt, wendet laut Fragebogenanalyse am umfangreichsten kognitive Strategien an. Entgegen der Vermutung zeigt die Kombination aus „Mapping“ und „Lernhilfen“ (Gruppe I) keinen ausgeprägten Vorteil in Hinblick auf die Informationsverarbeitung. Wie aus der Literatur bereits bekannt ist, kann ein zu hohes Maß an Intervention (in diesem Fall „Mapping“ und „Lernhilfen“) sich nachteilig auf den Einsatz von Lernstrategien, den Einsatz der neuen Methoden und auf den Lernerfolg auswirken. Häufig wird diese Beobachtung mit dem Phänomen des „Cognitive Load“ (vgl. Sweller [141] im Abschnitt 3.1.8) oder dem „mathemantantischer Effekt“ (vgl. Friedrich [144] im Abschnitt 3.1.9) erklärt.

Da bestimmte Auffälligkeiten auf Itemebene zu finden sind, die weitere Aufschlüsse über den Lernnutzen des Mind Mappings im Bereich der Informationsverarbeitung liefern können, wird an dieser Stelle von den Skalenmittelwerten abgewichen. Das Item „Vor dem Lernen habe ich mir überlegt, in welcher Reihenfolge ich vorgehen wollte“ beurteilen jene Schülerinnen und Schüler signifikant höher, die den „Mind Manager“ eingesetzt haben. Dies scheint zunächst verwunderlich, wird aber im Interview von den Schülerinnen und Schüler folgendermaßen erklärt: Die Probandinnen und Probanden haben bei der Einführung des „Mind Managers“ gelernt, die einzelnen Zweige einer Map nacheinander „abzuarbeiten“. Diesen Hinweis machen sie sich während der Arbeit mit dem Webquest zunutze und arbeiten einzelne Zweige nacheinander ab, um den Überblick zu behalten.

Des Weiteren gewichten die Schülerinnen und Schüler der Gruppe II das Item „Vor

dem Lernen habe ich mir die Zeit gut eingeteilt" höher als die beiden Gruppen ohne Mapping (Gruppe III und IV). Hier könnte der Grund ebenfalls in der schrittweisen Bearbeitung der Map liegen: ein Blick auf die Map zeigt durch das Ausmaß an Verzweigungen (also durch die Größe der Map) wie umfangreich die Bearbeitung der Map ist. Es wird damit auch einschätzbar, was für ein zeitlicher Rahmen pro Ast veranschlagt werden muss. Eine Interviewaussage zu diesem Item ist:

„Man kann sehen wie groß die Map ist und dann weiß man auch, wie viel Zeit man ungefähr für die Bearbeitung braucht“.

Aus dieser Perspektive ist die Anordnung der Zweige in der Map auch die Vorgabe für die Reihenfolge der Bearbeitung. Die Größe einer Map ist eine Richtlinie für den zeitlichen Bearbeitungsrahmen.

#### 4. Organisationsstrategien

Die Mittelwertangaben der vier Gruppen in Bezug auf die Skala der „Organisationsstrategien“ ist in der Abbildung 7.6 dargestellt.

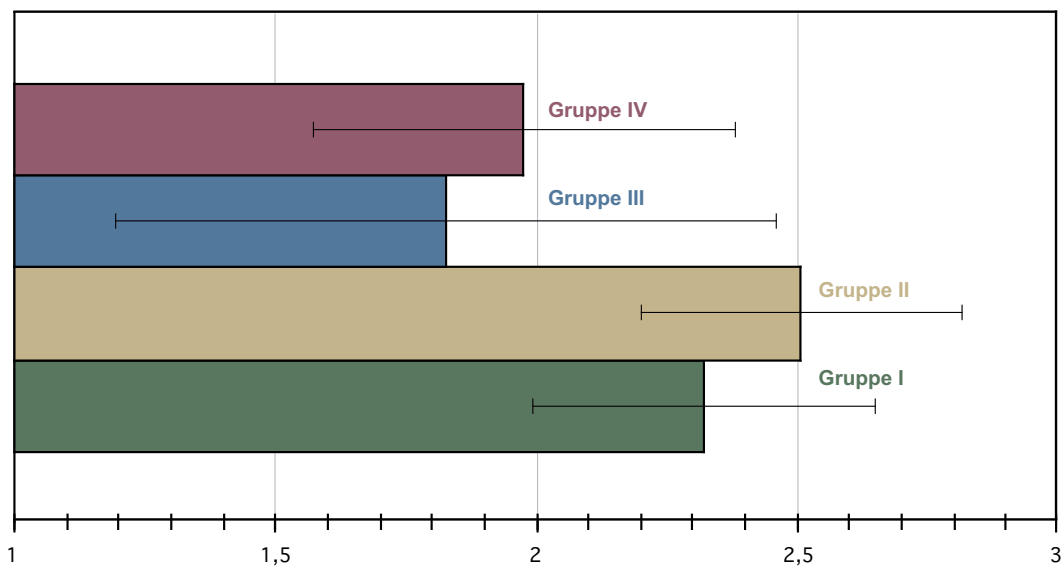


Abbildung 7.6: Mittelwertangaben der vier Gruppen zur Skala „Organisationsstrategien“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu

Der Einsatz der Mind Mapping-Methode zeigt einen hochsignifikanten Einfluss auf den Einsatz von Organisationsstrategien. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe

I und II (mit Mapping) beantworten die Items fast ausschließlich mit voller Zustimmung. Dieses Ergebnis kann durch den Lernnutzen des computergestützten Mind Mappings erklärt werden: sowohl die aktuelle Forschungsliteratur als auch die bislang durchgeführten Untersuchungen (vgl. dazu auch Untersuchung 5 und 6) bestätigen den hohen Lernnutzen des Mappings in der ressourcenbasierten Lernumgebung. Mapping kann das Verwalten von Informationen erleichtern, Informationen können gespeichert, strukturiert und in Zusammenhang gestellt werden. Diese vorteilhaften Funktionen des computergestützten Mind Mappings werden von den Schülerinnen und Schülern der vorliegenden Untersuchung ebenfalls explizit genannt (vgl. Abschnitt 7.5.5).

Die Mittelwertangaben der Gruppen II und III, welche die Lernhilfen einsetzen, zeigen einen weniger ausgeprägten Einfluss auf den Einsatz von Organisationsstrategien. Die Lernhilfen sind im Besonderen auf das strategische Vorgehen bei der Bearbeitung der Fragestellung ausgerichtet, wobei die Organisation (Ablegen, Strukturierung,...) der bearbeiteten Inhalte keine Beachtung findet. Dies spiegelt sich in den Daten der Fragebogenanalyse wider.

5. **Akzeptanz** Abschließend finden die Akzeptanzdaten der Schülerinnen und Schüler Beachtung, die in der Abbildung 7.7 dargestellt sind. Die Daten beziehen sich auf Mittelwertangaben der Probandinnen und Probanden der Gruppen I und II, welche den „Mind Manager Smart“ eingesetzt haben.

Sowohl die Effizienz als auch die Akzeptanz von Mapping-Techniken hängen stark davon ab, wie gut die Lernenden die Technik handhaben können (Dansereau und McCagg [211]). Obwohl sich die Effizienz des Mappings bereits besonders im Bereich der Informationsverarbeitung abzeichnen lässt, werden abschließend noch die Akzeptanzdaten herangezogen. Die hohen Mittelwerte der beiden unteren Items der Abbildung 7.7 lassen darauf schließen, dass Schülerinnen und Schüler gern mit dem Programm arbeiten und sich beim Lernen durch die neue Methode unterstützt fühlen. Die Probandinnen und Probanden geben wohlmöglich aus diesem Grund lediglich eine geringe Zustimmung zur Frage nach alternativen (besseren) Lerntechniken (oberstes Item).

Der hohe Mittelwert im Bezug auf eine geplante Nutzung des Programms außerhalb der Schule wird durch Interviewaussagen (sieben Wochen nach der Untersuchung) bestätigt: zwei Drittel aller Schülerinnen und Schüler nutzen das Programm für Hausarbeiten und im Unterricht nach der Untersuchung weiter. Ein ähnliches Ergebnis ist auch bei der Untersuchung B (vgl. Kapitel 6) feststellbar. Dabei wird das Mapping insbesondere zur Vorbereitung von Klassenarbeiten, für Präsentationen und beim Halten von Referaten eingesetzt.

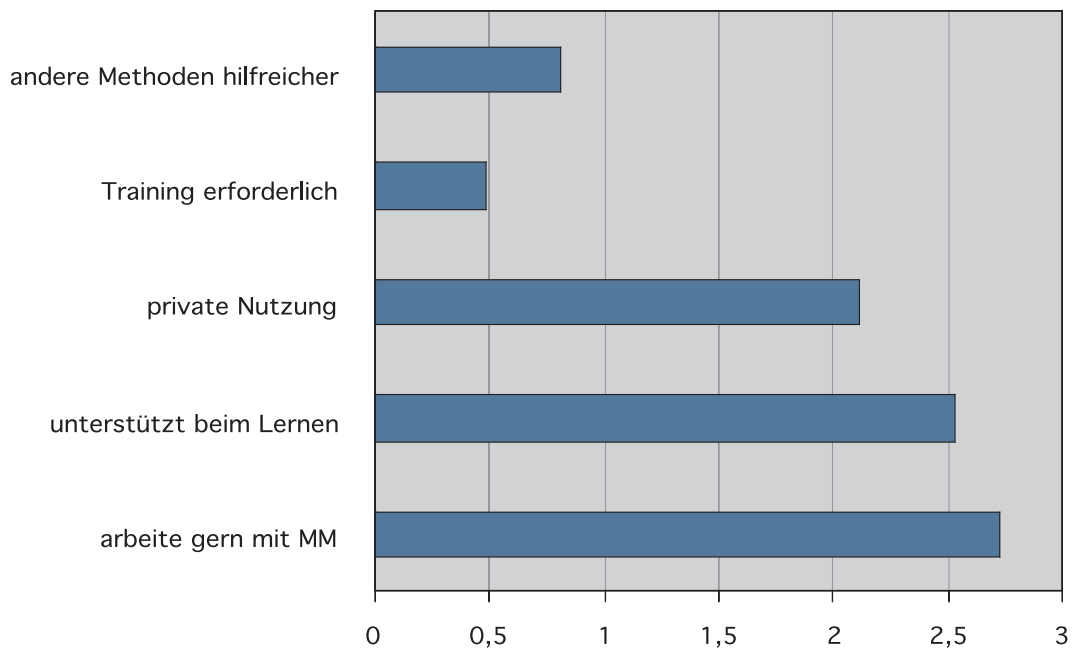


Abbildung 7.7: Mittelwertangaben der vier Gruppen zur Akzeptanz des Mind Mappings mit dem „Mind Manager Smart“, wobei 0=trifft nicht zu, 1=trifft eher nicht zu, 2=trifft eher zu, 3=trifft zu

Eine sehr geringe Zustimmung geben die Schülerinnen und Schüler der Frage nach einem benötigten Training. Keine Probandin und kein Proband gibt an, ein intensives Training für das Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ zu benötigen. Im Interview bestätigen die Schülerinnen und Schüler die einfache Handhabung des Programms.

Die positiven Werte der dargestellten Items sind um so erstaunlicher, wenn beachtet wird, dass das Programm den Schülerinnen und Schülern vor der Untersuchung nicht bekannt war.

**Zusammenfassung** Zusammenfassend unterstützt das Mind Mapping viele Bereiche des selbstgesteuerten Lernens und wird von den Probandinnen und Probanden gut akzeptiert. Einen signifikanten Einfluss hat das Mapping auf die erlebte Selbststeuerung, den Einsatz kognitiver Verarbeitungsstrategien und Organisationsstrategien. Wichtige Erkenntnisse sind im Bereich der Planung zu erkennen. Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Mind Map als Orientierungspunkt für den Zeitrahmen und die Reihenfolge der Bearbeitung. Die Lernhilfen zeichnen sich ebenfalls in vielen Bereichen der Selbststeuerung als hilfreich aus, das Ergebnis wird jedoch nicht signifikant. Positive Erkenntnisse zeigen sich im Bereich der erlebten Selbststeuerung. Während die lernschwachen Schülerinnen und Schüler die Lernhilfen als Unterstützung beim Lernprozess benötigen und annehmen, sehen die

leistungsstärkeren Probandinnen und Probanden darin nur ein Angebot. Sie befolgen die Lernhilfen nur dort, wo sie keinen besseren Lernweg kennen.

Eine Kombination aus Lernhilfen und Mapping hat in vielen Fällen nicht den erwarteten positiven Einfluss, was durch eine Überlastung („Cognitive Load“) zu erklären ist.

Die erfassten Ergebnisse zeigen insgesamt ein sehr positives Bild. Sowohl das Mind Mapping, als auch die Lernhilfen unterstützen einige Bereiche des selbstgesteuerten Lernens. In der vorliegenden Untersuchung werden etablierte Instrumente zur Messung des selbstgesteuerten Lernens eingesetzt. Trotzdem birgt die Fragebogenmethode einige Fehlerquellen, welche bei der Interpretation der Ergebnisse bekannt sein sollten. Diese Fehlerquellen werden im Abschnitt 8.1 diskutiert.

Die vorgestellten Daten der Fragebogenanalyse werden in Bezug auf ihre Wechselwirkung mit den erhobenen Lernvoraussetzungen im Abschnitt 7.5.6 erneut aufgegriffen.

### 7.5.3 Ressourcentest

Vor dem Hintergrund der Vermutung, das Mind Mapping unterstützt besonders den Bereich der Ressourcenorganisation, wird ein Ressourcentest („Wieder-Finde-Test“) durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse des Tests zunächst dargestellt und anschließend diskutiert. Aufgrund dessen, dass lediglich die fünf schnellsten Schülerinnen und Schüler (N=5) erfasst werden, wird kein Signifikanztest gerechnet.

**Ergebnisse** Die Tabelle 7.22 zeigt die Angaben der benötigten Zeit in Sekunden für die Beantwortung der Fragestellungen 1 bis 4 (F1-F4). Es wird die Annahme vertreten, dass die Schülerinnen und Schüler die Fragen schneller beantworten können, wenn sie ihre Lernressourcen sinnvoll organisiert haben.

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Gruppe I	87,2	2,9	57	105,2
Gruppe II	53	1,4	76	53,6
Gruppe III	104	3	126,3	152,8
Gruppe IV	141,25	6,1	129,2	148,3

Tabelle 7.22: Angaben der benötigten Zeit in Sekunden für die Beantwortung der Fragestellungen 1 bis 4 (F1-F4) bei einem Stichprobenumfang pro Gruppe von N=5

Die Angaben der Tabelle zeigen, dass die Probandinnen und Probanden der Gruppen I und II (diese Gruppen können ihre Mind Maps zum Beantworten der Fragen heranziehen) die Antworten eindeutig schneller finden als die Gruppen, die keine Mind Map zur Hilfe haben. Die Mapping-Schülerinnen und -Schüler finden die gesuchten Informationen in ihren eigenen Unterlagen zum Teil doppelt so schnell wieder. Die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmern der Gruppe II (nutzen den „Mind Manager“ und keine zusätzlichen

Lernhilfen) beantwortet drei der vier Fragen mit deutlichem Vorsprung schneller als die der anderen Gruppen. An zweiter Stelle steht die Gruppe I, bei der die Mapping-Technik und die Lernhilfen zur Verfügung stehen). Die Gruppe IV, welche keine zusätzliche Unterstützung erhält, benötigt die meiste Zeit, um die Informationen in den eigenen Unterlagen wieder zu finden.

**Diskussion** In der Abbildung 7.8 ist der benötigte Zeitrahmen in Sekunden (dargestellt als Balken) dargestellt, den die Schülerinnen und Schüler zum Beantworten der Fragen benötigen. Theoretische Annahmen zum Mind Mapping (vgl. Abschnitt 3.2.3) legen die Vermutung nahe, Mapping unterstütze besonders den Bereich der Ressourcenorganisation. Das Mappingsystem repräsentiert die kognitive (internale) Ebene und bietet gleichzeitig Zugriff auf externe Ressourcen (Content-/Ressourcen-Ebene, vgl. Abbildung 3.10 im Abschnitt 3.2.3). Beide Ebenen können zudem mit Notizen versehen werden, was eine weitere Verbindungsebene neben den Konzepten darstellt. Das Mapping sollte somit den leichteren Zugriff auf externe Ressourcen ermöglichen. Zum Einen, weil es innerhalb der Map möglich ist, direkt auf externe Ressourcen zuzugreifen (z. B. durch einen Link zur Internetseite oder durch Notizen und Texte, die eingefügt wurden) zum Anderen können die externen Ressourcen bereits kogniziert abgelegt werden. Dies schafft zusätzliche Assoziationen, die einen Zugriff auf die Informationen erleichtern.

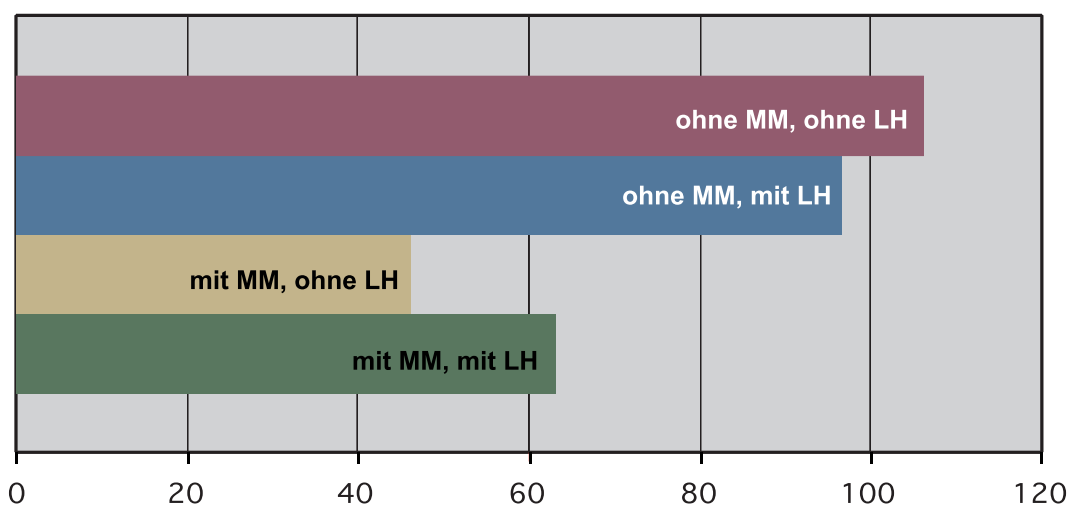


Abbildung 7.8: Benötigte Zeit in Sekunden für die Beantwortung der vier Fragen bei einem Stichprobenumfang pro Gruppe von fünf Schülerinnen und Schülern

In dem vorliegenden Ressourcentest können die theoretischen Annahmen bestätigt werden. Es zeigt sich ein deutlicher Vorteil der Mapping-Technik beim Wiederfinden von Lernressourcen. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe II, welche sich auf das Erstellen

der Map konzentrieren können, sind schnell und kompetent im Umgang mit den Informationen und ihren Quellen. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe I, welche zusätzlich Lernhilfen erhalten, finden die Informationen zu den Fragen immer noch sehr schnell, benötigen dazu aber im Durchschnitt noch 20 Sekunden länger als die Probandinnen und Probanden der Gruppe II. Die Lernhilfen scheinen demnach die Effizienz des Mappings etwas zu abschwächen. Es könnte möglich sein, dass die Lernhilfen zusätzliche Aufmerksamkeit von den Schülerinnen und Schülern für das strategische Vorgehen beim Bearbeiten des Webquests einfordern, die für die Ressourcenorganisation fehlt.

Mit deutlichem Abstand folgen die Schülerinnen und Schüler der Gruppen III und IV den Mapping-Schüler/innen an dritter und vierter Stelle im Zeitvergleich beim Wiederfinden von Informationen. Die Gruppe IV, welche keine Instruktionen erhält, scheint sich wenig und oberflächlich mit den Informationen, Quellen und ihrer Strukturierung und Organisation auseinander zu setzen.

**Zusammenfassung** Der Ressourcentest zeigt den deutlichen Vorteil der Mapping-Technik im Bezug auf die Ressourcenorganisation. Das Mapping-System repräsentiert die kognitive (internale) Ebene und bietet gleichzeitig Zugriff auf externe Ressourcen, welche mit den jeweiligen Konzepten verknüpft sind. Die Schülerinnen und Schüler, die sich während der Bearbeitung des Webquests auf das Mapping konzentrieren können, finden die Informationen zu den gesuchten Fragen mit Abstand am schnellsten wieder. Die Probandinnen und Probanden, die keine zusätzliche Hilfestellung erhalten, benötigen die längste Zeit zum Finden der Antworten. Ein Grund dafür könnte sein, dass sie die Informationen nur oberflächlich und unstrukturiert bearbeiten.

#### 7.5.4 Wissenstest

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Lernkontrolle vorgestellt. Ausgangspunkt stellt eine Experten-(Concept-)Map zum Thema „Lehm“ dar (siehe Anhang). Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten diese Map jeweils vor und nach der Unterrichtseinheit und wiederholen den Test zur Überprüfung der Behaltensleistung nach sieben Wochen noch einmal Experten. Dabei sollen von den Schülerinnen und Schülern möglichst viele Begriffe der Map sinnvoll miteinander verknüpft werden.

Als Anhaltspunkt der Leistungskontrolle dienen so genannte „Hits“, das heißt zwei Begriffe der Map werden durch eine Verknüpfung richtig miteinander verbunden. Die Anzahl der von den Schülerinnen und Schülern gelandeten „Hits“ werden im Folgenden vorgestellt und die Schülerinnen und Schüler der Gruppen daraufhin miteinander verglichen. Zum Gruppenvergleich wird weiterhin eine einfaktorielle Anova als Auswertungsmethode herangezogen. Es gilt ein Signifikanzniveau von 5%.

**Ergebnisse** Im Folgenden werden die Daten des Vor- und Nachtests mit dem erbrachten Wissenszuwachs vorgestellt und die Behaltensleistung betrachtet. Im anschließenden Abschnitt werden die Daten diskutiert.



### 1. Vortest

Der Vortest wird direkt vor der Unterrichtseinheit mit allen Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmern durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten 15 Minuten Zeit, um die vorgegebenen Begriffe mit den bereitgestellten Verknüpfungsmöglichkeiten zu verbinden. Die Anzahl der im Durchschnitt richtig gesetzten Verknüpfungen sind in Tabelle 7.23 dargestellt.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	5,42	21	3,70
Gruppe II	5,1	20	2,86
Gruppe III	5,19	21	3,80
Gruppe IV	4,4	20	2,30

Tabelle 7.23: Richtige Verknüpfungen in der Concept Map im Vorwissenstest, wobei M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden und SD=Standardabweichung

Die Tabelle zeigt eine durchschnittliche Anzahl von vier bis fünf richtig gesetzten Verknüpfungen (Hits) der Concept Map „Lehm“ bei den Gruppen.

### 2. Nachtest

Der Nachtest wird direkt nach der Unterrichtseinheit mit allen Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmern durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten wiederum 15 Minuten Zeit, die vorgegebenen Begriffe der Concept Map „Lehm“ mit den bereitgestellten Verknüpfungsmöglichkeiten zu verbinden. Die Concept Map des Nachtests enthält die selben Begriffe und Relationen wie die Vortest-Map.

In der Tabelle 7.24 ist die Anzahl der von den Schülerinnen und Schülern durchschnittlich gelandeten Hits dargestellt.

	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>
Gruppe I	8,95	21	4,78
Gruppe II	12,05	20	4,37
Gruppe III	9,33	21	3,20
Gruppe IV	10,35	20	3,01

Tabelle 7.24: Richtige Verknüpfungen in der Concept Map im Nachtest, wobei M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden und SD=Standardabweichung

Die Tabelle zeigt Werte im Bereich von M=8,95 (SD=4,78) bei der Gruppe I bis zu M=12,05 (SD=4,37) bei der Gruppe II. Der Unterschied zwischen den beiden

Gruppen ist signifikant, wie es die dargestellten Anova-Werte der Tabelle 7.25 zeigen. Ein Scheffé-Test bestätigt diese Signifikanz lediglich in der Tendenz. Die Gruppen III und IV liegen mit Werten von  $M=9,33$  ( $SD=3,20$ ) und  $M=10,35$  ( $SD=3,01$ ) im Mittelbereich. Es zeigen sich an dieser Stelle keine signifikanten Unterschiede.

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	117,12	3	39,042	2,67	0,05
Innerhalb der Gruppen	1141,12	78	14,63		

Tabelle 7.25: Angaben der einfachen Varianzanalyse (Anova) mit einem Signifikanzniveau von 5% beim Nachtest

### 3. Behaltenstest

Sieben Wochen nach der Untersuchungseinheit werden die Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen in Hinblick auf ihre Behaltensleistung untersucht. Dabei bearbeiten sie wiederum 15 Minuten die Concept Map „Lehm“. Die Ergebnisse des Behaltenstests sind in der Tabelle 7.26 dargestellt.

	M	N	SD
Gruppe I	7,18	17	3,12
Gruppe II	7,82	17	5,10
Gruppe III	5,22	18	3,41
Gruppe IV	7,50	16	4,55

Tabelle 7.26: Richtige Verknüpfungen in der Concept Map im Behaltenstest, wobei M=Mittelwert, N=Anzahl der Probanden und SD=Standardabweichung

In der Tabelle wird ersichtlich, dass die Schülerinnen und Schüler im Durchschnitt fünf bis sieben Begriffe zum Thema „Lehm“ richtig miteinander verknüpfen. Dabei liegt die Gruppe II mit einem Mittelwert von  $M=7,82$  ( $SD=5,10$ ) an erster Stelle, die Gruppe III liegt im Gruppenvergleich mit Werten um fünf richtige Verknüpfungen an letzter Stelle. Der Signifikanztest zeigt trotz dieser Unterschiede keine Auffälligkeiten.

**Diskussion** Die oben dargestellten Ergebnisse dienen der Klärung nach den unterschiedlichen Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen durch den Einfluss der Instruktionsmaßnahmen. Die Ergebnisse werden im Folgenden anhand der aktuellen Literatur diskutiert.

## 1. Vortest

Der Vortest dient im Wesentlichen der Erhebung des Vorwissens zum Thema „Lehm“ und somit der Vergleichbarkeit der Gruppen. Das mittels Concept Mapping erhobene durchschnittliche Vorwissen der Gruppe ist in der Abbildung 7.9 als Balkendiagramm veranschaulicht. Die Auswertung der Concept Maps zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler der Gruppen ein geringes Vorwissen zu diesem Thema besitzen. Dabei wissen die Untersuchungsteilnehmerinnen und -nehmer im Durchschnitt gleich viel bzw. wenig zu diesem Thema. Die Gruppen starten somit die Untersuchung mit gleichen Voraussetzungen und können in Bezug auf die erbrachte Lernleistung in Hinblick auf die Treatmentunterschiede miteinander verglichen werden.

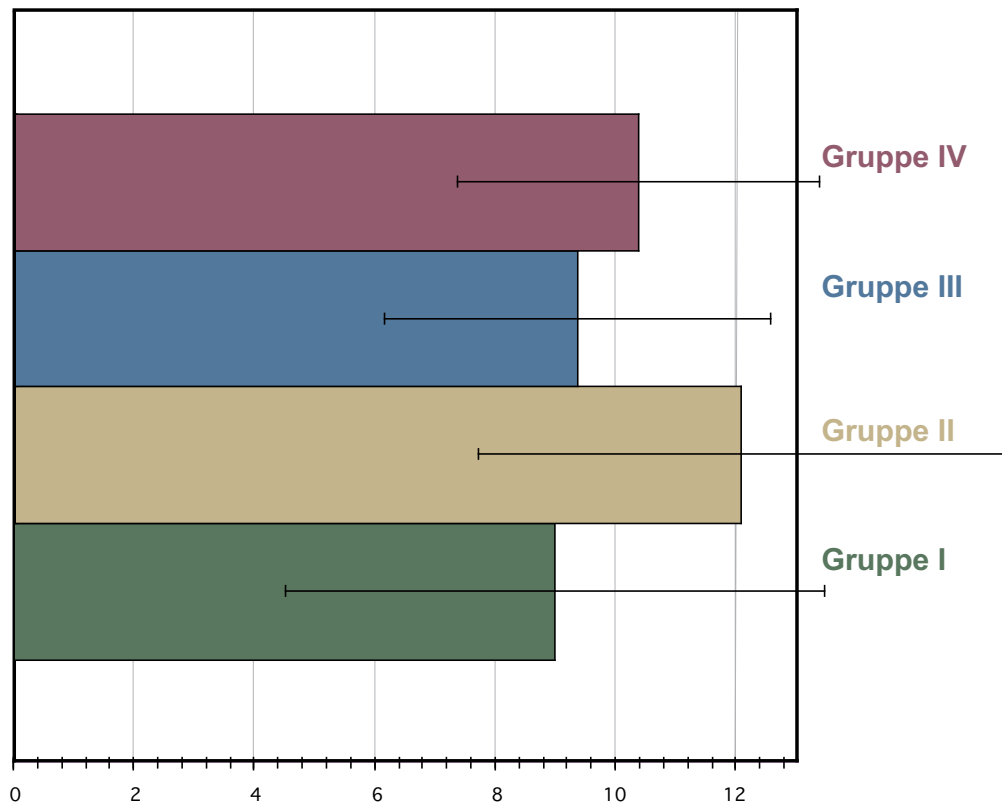


Abbildung 7.9: Von den Schülerinnen und Schülern richtig gesetzte Verknüpfungen in der Concept Map „Lehm“ vor der Untersuchung. Die Mittelwerte der Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer der vier Gruppen sind als Balken dargestellt.

## 2. Nachtest

Mit dem Nachtest wird überprüft, ob die Schülerinnen und Schüler in der Unter-

richtseinheit Wissen zum Thema „Lehm“ erwerben.

Bei der Verwendung von Concept Maps zur Wissensdiagnose stellt sich allerdings zunächst die Frage, welche Art von Wissen das Concept Mapping tatsächlich misst. Im Allgemeinen wird angenommen, dass Concept Maps aufgrund ihrer Konzeption (grafische Veranschaulichung von inhaltlichen Beziehungen) nicht ausschließlich Wissen über Fakten, Begriffe oder Anwendungswissen im weitesten Sinne erfassen, sondern vielmehr prädestiniert dafür sind, Wissen über Beziehungen und Zusammenhänge zwischen einzelnen Elementen zu erfassen (Herl et al. [270]). Stracke [175] beschäftigt sich in ihrer Arbeit mit der Frage nach der von Concept Maps gemessenen Wissensart. Die Untersuchung mit „MaNET“ zeigt, dass bei geringem Wissensumfang verstärkt die Fähigkeit Faktenwissen anzuwenden gemessen wird. Bei einer breiteren Basis misst das Concept Mapping besonders die Fähigkeit, Zusammenhänge zu verstehen.

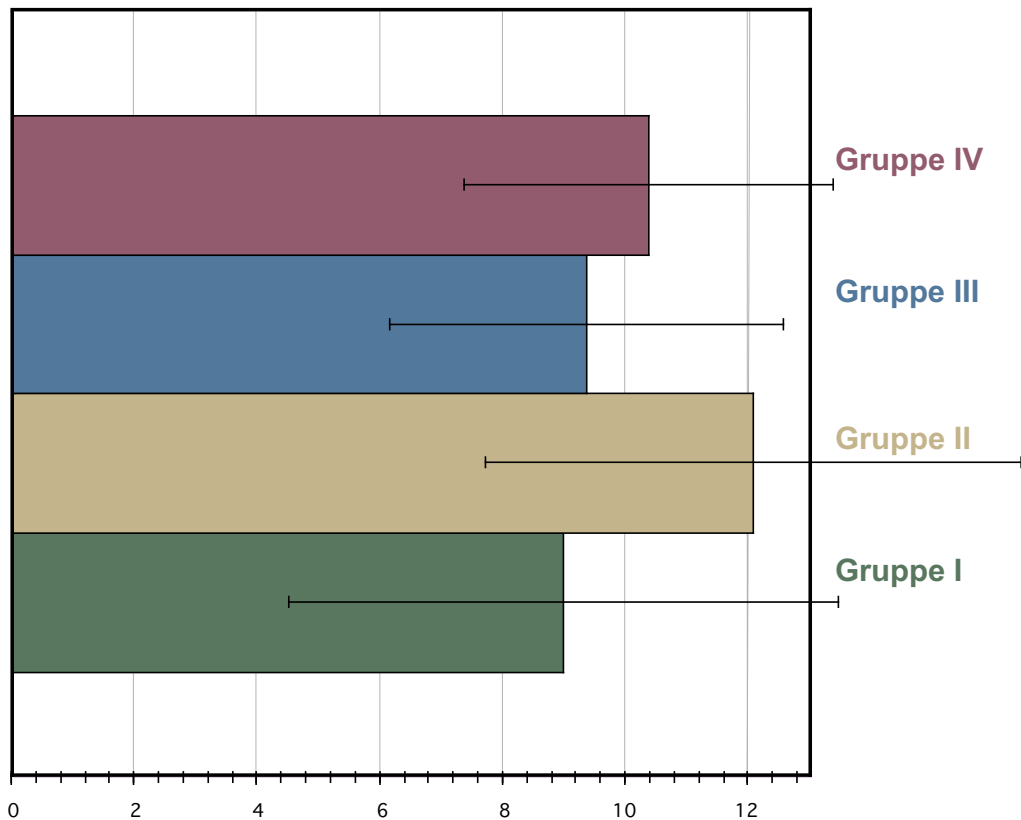


Abbildung 7.10: Von den Schülerinnen und Schülern richtig gesetzte Verknüpfungen in der Concept Map „Lehm“ nach der Untersuchung. Die Mittelwerte der Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer der vier Gruppen sind als Balken dargestellt.

Da in der vorliegenden Untersuchung lediglich drei Unterrichtsstunden Inhalte zum Thema „Lehm“ von den Probandinnen und Probanden erworben werden und somit die Concept Maps vergleichsweise klein ausfallen, wird aufgrund der geringen Wissensbasis besonders das Faktenwissen erfasst.

In der Abbildung 7.10 sind die Mittelwerte der im Nachtest richtig gesetzten Verknüpfungen im Gruppenvergleich dargestellt. Dabei verknüpfen die Schülerinnen und Schüler der Gruppe II, welche das Mapping-Programm einsetzt, deutlich mehr Begriffe richtig als die Schülerinnen und Schüler der Gruppe I, welche ebenfalls mappen und zusätzlich Lernhilfen nutzen können. Die Unterschiede zwischen den Probandinnen und Probanden der anderen Gruppen sind vergleichsweise gering.

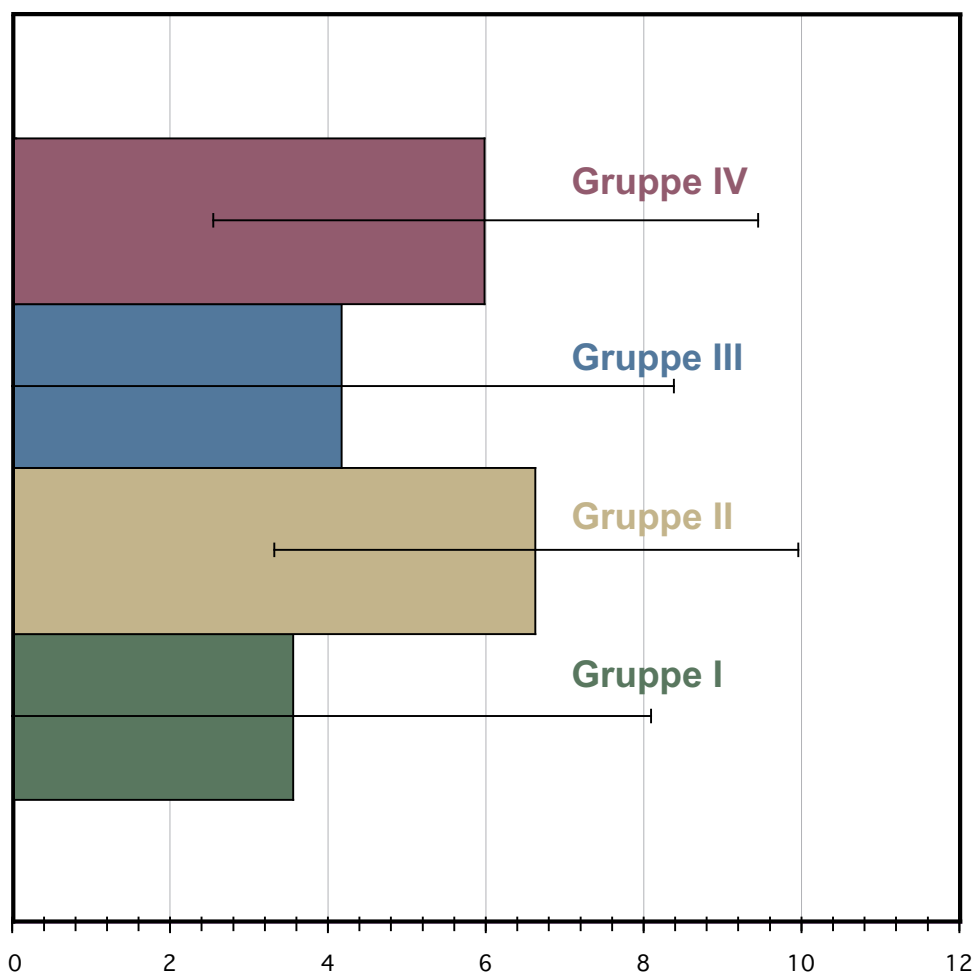


Abbildung 7.11: Ermittelter Wissenszuwachs der Schülerinnen und Schüler im Gruppenvergleich, wobei die Balken den richtig gesetzten Verknüpfungen in der Concept Map entsprechen.

Die Abbildung 7.11 zeigt den Wissenszuwachs im Vergleich zum Vortest. Es wird deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler während der Untersuchung Inhalte zum Thema „Lehm“ erwerben und somit über die Vermittlung von neuen Methoden und Strategien hinaus, Wissen vermittelt werden kann. Dabei eignen sich die Schülerinnen und Schüler der Gruppe II das umfangreichste Wissen an. An zweiter Stelle folgen die Probandinnen und Probanden der Gruppe IV, die ebenfalls nach der Untersuchung knapp sechs Begriffe mehr miteinander verknüpfen können als im Vortest. Somit kann nicht davon ausgegangen werden, dass Schülerinnen und Schüler, die bereits die Mapping-Technik eingesetzt haben, beim Concept Mapping einen entscheidenden Vorteil in der Lernkontrolle haben. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppen I und III, welche die Lernhilfen einsetzen, verknüpfen im Durchschnitt lediglich vier Begriffe mehr als vor der Lernphase.

Die in den Abbildungen dargestellten Ergebnisse zeigen ein positives Ergebnis, bei dem die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer trotz der ungewohnten Lernumgebung, der prüfungsähnlichen Untersuchungssituation und der zusätzlich vermittelten Methoden (strategisches Vorgehen, Mind Mapping) Wissen erwerben.

Da die Lernergebnisse eine Tendenz erkennen lassen, nach der die Schülerinnen und Schüler der Gruppe II mehr Wissen erwerben als die übrigen Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer, wird im Folgenden der Einfluss der Instruktionsmaßnahmen betrachtet.

Obwohl es für den positiven Einfluss tiefenstrategischer Instruktionsmaßnahmen bislang nur wenige eindeutige Belege gibt (Thielke [13]), erscheint es plausibel, dass die Verwendung von „tiefenorientierten Strategien“ (Strategien der Organisation und Elaboration) und metakognitiven Strategien zu besseren Lernergebnissen führen sollten (vgl. Boekaerts [91]; Pintrich [111]; Zimmerman [112]). Im Folgenden wird erläutert, inwiefern sich die vorliegenden Instruktionsmaßnahmen „Mapping“ und/oder „Lernhilfen“ auf die Tiefenverarbeitung und damit auf die Lernleistung auswirken können.

- (a) Theoretisch lassen sich viele Gründe finden, die für die Lernwirksamkeit von **Mapping-Techniken** sprechen. Auf viele dieser Vorteile ist bereits im Abschnitt 3.2.3 eingegangen worden: Aufgrund der räumlichen Repräsentation der dargestellten Inhalte können durch Maps die Vorteile des „dual-coding“-Effekts genutzt werden, nach dem graphische Darstellungen reichhaltigere Gedächtnisspuren hinterlassen als Texte.

Wie bereits in Bezug auf diese Visualisierungseffekte (vgl. Abschnitt 3.2.2) herausgestellt wurde, können Maps die Tiefenverarbeitung z. B. durch die Darstellung von Zusammenhängen begünstigen. Außerdem erfordert das Mapping vom Benutzer das Reduzieren der Komplexität, wofür eine vertiefte kognitive Verarbeitung von Nöten ist (Fischer [184]). Die tiefere Verarbeitung kann sich positiv auf die Speicherung der Inhalte im Gedächtnis auswirken ( Craik und Lockhardt [115]).

- (b) Die **Lernhilfen** geben während des Lernprozesses strategische Anleitungen. Diese Unterstützungsmaßnahme kann den Schülerinnen und Schülern im

selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernprozess als Orientierungshilfe dienen und Strategien zur effektiven Bearbeitung einer Fragestellung aufzeigen. Durch die strategische Herangehensweise (Planung, Informationsverarbeitung, Überwachung, Reflexion des Lernprozesses) kann die Vermutung vertreten werden, dass die Inhalte tiefer verarbeitet und damit ein höherer Lernerfolg erzielt werden kann.

Durch die Lernvorteile beider Instruktionsmaßnahmen müssten theoretisch die Schülerinnen und Schüler der Gruppen I bis III höhere Lernerfolge zeigen, als die der Gruppe IV. Dieses Ergebnis ist nicht festzustellen. Es zeigt sich aber ein klarer Vorteil des Einsatzes der Mapping-Technik im Hinblick auf den Wissenszuwachs (vgl. Gruppe II in der Abbildung 7.11). Bearbeiten die Schülerinnen und Schüler während des Mappings zusätzlich die Lernhilfen (vgl. Gruppe I), so wird wesentlich weniger Wissen erworben. Die beiden Instruktionsmaßnahmen scheinen sich entweder gegenseitig zu behindern oder zu einer Überforderung der Schülerinnen und Schüler zu führen, was mit einer Art von „Cognitive Load“ zu erklären wäre.

Friedrich [144] beschreibt einen lernhemmenden Effekt von Instruktionsmaßnahmen als „mathemathantischen Effekt“. Demnach schränkt eine neue Strategie zunächst die Lernleistung ein, bis es zum Abbau der alten und zur Sicherung der neu erworbenen Strategie kommt. In der Phase, in der die neue Strategie erlernt wird, ist zunächst mit einem Abfall der Lernleistung zu rechnen, da der/die Lernende sich zunächst auf das Aneignen der Strategie anstatt auf die eigentlichen Lerninhalte konzentriert. Effektive Fördermaßnahmen sollten sich dem Abbau suboptimaler Strategien und dem Aufbau effektiver Lernstrategien widmen und über die Labilisierung der alten Strategie hinaus Übungs- und Festigungsphasen neuer Strategien stattfinden. Dieser Prozess ist durchaus langwierig (Weinert [9]) und kann in der vorliegenden Untersuchung nicht gewährleistet werden.

Die Lernhilfen scheinen sich aber auch als Einzel-Instruktion nicht herausragend lernförderlich im Vergleich zum Mind Mapping auszuwirken. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe III (vgl. Abbildung 7.11) schneiden in der Lernkontrolle noch unter denen der Gruppe IV ab, welche keine zusätzlichen Unterstützungsmaßnahmen erhalten.

Im Bezug auf die Lernhilfen wird bereits während der Untersuchung der Eindruck gewonnen, die Schülerinnen und Schüler arbeiten die Anleitungen ab, ohne sich tiefergehend mit deren Bedeutung und den Inhalten auseinander zu setzen. Damit findet kein tiefenstrategisches Vorgehen statt, vielmehr werden die Inhalte oberflächlich betrachtet. Die Schülerinnen und Schüler entziehen sich der tiefergehenden Elaboration. Sie werden durch die Lernhilfen zu stark gelenkt und es wird zu wenig Eigeninitiative in der Informationsverarbeitung gefordert.

### 3. Behaltenstest

Aus der Vermutung heraus, dass tiefenstrategisches Vorgehen die Behaltensleistung verbessern kann, wird zur Überprüfung der Behaltensleistung sieben Wochen nach der Untersuchung erneut eine Concept Map zum Thema „Lehm“ angefertigt. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 7.12 als Balkendiagramm veranschaulicht. Die Probandinnen und Probanden der vier Gruppen setzen sieben Wochen nach der Studie im Durchschnitt zwei Verknüpfungen mehr als im Vortest und haben somit einige Lerninhalte behalten.

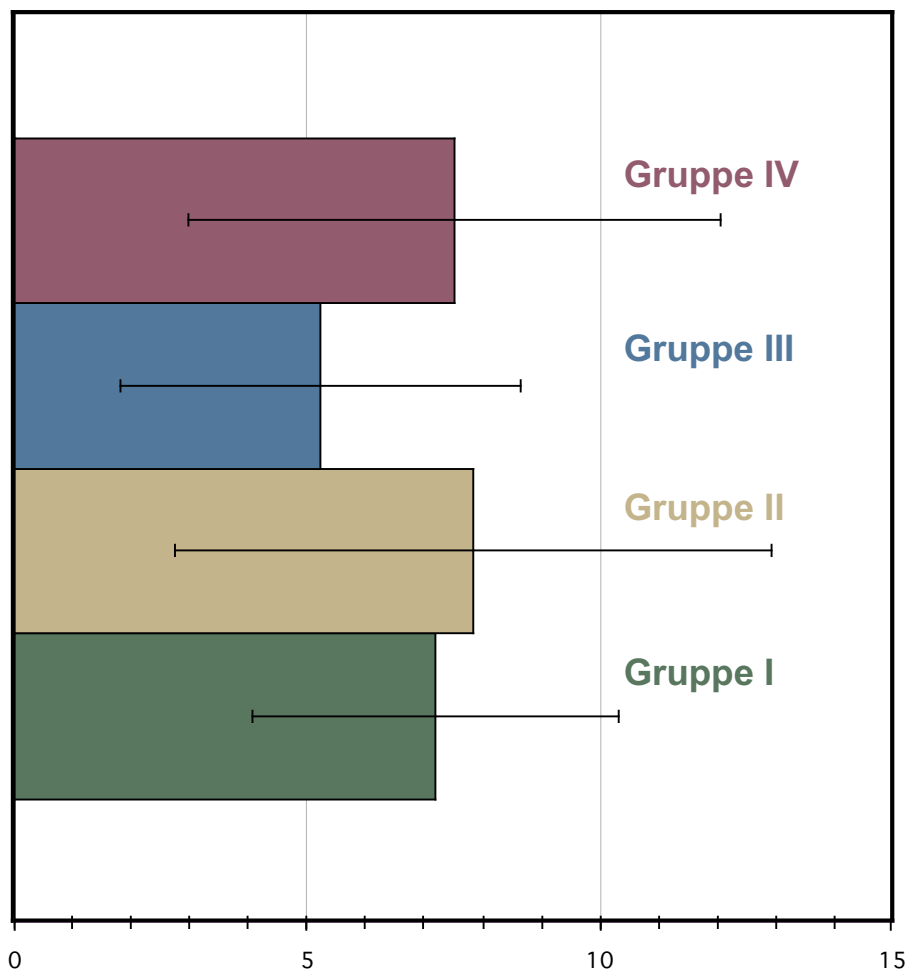


Abbildung 7.12: Von den Schülerinnen und Schülern richtig gesetzte Verknüpfungen in der Concept Map „Lehm“ sieben Wochen nach der Untersuchung. Die Mittelwerte der Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer der vier Gruppen sind als Balken dargestellt.



Aufgrund der oben angenommenen Lernvorteile der Instruktionsmaßnahmen kann mit einer verbesserten Behaltensleistung der Schülerinnen und Schüler der Gruppen I bis III gerechnet werden. Der Gruppenvergleich zeigt jedoch keinen signifikanten Unterschied, der auf den positiven Einfluss der Instruktionsmaßnahmen schließen lässt. Es lässt sich lediglich eine Tendenz erkennen, nach der die Schülerinnen und Schüler der Gruppe II, welche das Mapping-Programm einsetzen, eine bessere Behaltensleistung zeigen. Dieses Ergebnis lässt sich mit den oben genannten Lerneffekten des Mappings und somit auch mit dem Einfluss auf die Tiefenverarbeitung erklären.

Allerdings schwächt die ebenfalls gute Behaltensleistung der Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV, welche keine Instruktionen erhalten, das Ergebnis zum Mapping ab.

Eine Kombination aus Mapping und Lernhilfen als Instruktion erweist sich wiederholt nicht als vorteilhaft. Ebenso zeigen die Schülerinnen und Schüler der Gruppe III, welche die Lernhilfen einsetzen, wiederum die geringsten Erfolge bei der Lernkontrolle. Sie haben die geringste Behaltensleistung, was mit oberflächlichen Bearbeitung der Lernhilfen zu erklären wäre.

**Zusammenfassung** Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Wissensdiagnose ein heterogenes Bild. Mittels Vortest kann zunächst die Vergleichbarkeit der Schülerinnen und Schüler der vier Gruppen gesichert werden. Der Nachtest zeigt einen klaren Vorteil der Mapping-Technik, bei dem Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer der Gruppe II einen deutlich höheren Lernerfolg erzielen. Auch in der Behaltensleistung zeigen die Mapping-Schülerinnen und -Schüler höhere Leistungen.

In Kombination mit den Lernhilfen wird der positive Einfluss des Mappings auf den Lernerfolg abgeschwächt. Es kann angenommen werden, dass sich die Schülerinnen und Schüler der Gruppe I durch die doppelte Instruktion überfordert fühlen und der so genannte „mathematischen Effekt“ beobachtbar wird. Als wahrscheinlich kann auch die oberflächliche Bearbeitung der Lernhilfen angenommen werden. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die Lernhilfen ab, ohne ihre Bedeutung zu hinterfragen und die Inhalte tiefergehend zu bearbeiten.

Der geringe Einfluss der Lernhilfen auf den Lernerfolg wird ebenfalls im Behaltenstest sichtbar.

Unerwartet positiv zeigen sich die Leistungen der Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV, welche keine zusätzlichen Instruktionsmaßnahmen erhalten haben. Dabei sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass diese Probandinnen und Probanden keine neuen Methoden lernen müssen und somit im Vergleich zu den „Instruktionsgruppen“ weniger leisten müssen und ihre kognitive Belastung geringer ist.

Hinsichtlich der sehr hohen Standardabweichungen müssen diese Daten jedoch mit Vorsicht behandelt werden. Zudem muss die Kritik an Concept Mapping-Verfahren mit engerem Antwortformat beachtet werden, nach dem lediglich reproduzierbares Wissen erfasst werden kann (Stracke [175], vorgetragen auf der GDGP-Doktorandentagung 2001).

Die aufgezeigten Ergebnisse werden im Abschnitt 7.5.6 nochmals im Hinblick auf die Wechselwirkungen mit den Lernvoraussetzungen aufgegriffen.

## 7.5.5 Interviewdaten

Im Folgenden werden die Daten der Interviews vorgestellt.

**Ergebnisse** Die Interviewfragen der Hauptuntersuchung beziehen sich insbesondere auf die eingesetzten Methoden (Lernhilfen, Mind Mapping, Microsoft Word, Concept Mapping und Webquest). Es werden Simultanbefragungen und Einzelinterviews mit den Schülerinnen und Schülern durchgeführt. Darüber hinaus werden weitere Bereiche der Untersuchung durch freie Äußerungen bewertet. Sieben Wochen nach der Datenerhebung werden die Probandinnen und Probanden zusätzlich zu einigen Fragebogenergebnissen befragt. Es werden pro Interviewfrage jeweils zwei exemplarische Aussagen dargestellt.

- Interviewaussagen zu den **Lernhilfen**

Die folgenden Fragen zu den Lernhilfen werden den Schülerinnen und Schülern der Gruppen I und III gestellt, welche die Instruktionsmaßnahme „Lernhilfen“ erhalten:

1. **Wem haben die Lernhilfen beim selbstgesteuerten Lernen geholfen (bzw. nicht geholfen)?** (Simultanbefragung)

**Antwort:** In den beiden Gruppen empfinden 44 der 46 Schülerinnen und Schüler die Lernhilfen als hilfreich. Zwei Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer empfinden sie als hinderlich beim selbstgesteuerten Lernen.

2. **Wie haben die Lernhilfen euch beim Lernen geholfen?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

**Antwort 1** von einer Schülerin der Gruppe III:

„Ich fand die Lernhilfen nur zum Anfang gut, da wusste ich wie ich vorgehen soll. Aber nachher haben sie mich nur noch gestört, da habe ich sie manchmal nicht gelesen“.

**Antwort 2** von einem Schüler der Gruppe II:

„Durch die Lernhilfen war ich sicherer und hatte weniger Angst, etwas Neues zu machen“.

3. **Wer wäre auch ohne die Lernhilfen gut zurecht gekommen? Wer hat sie dringend benötigt?** (Simultanbefragung)

**Antwort:** 24 Schülerinnen und Schüler sind der Meinung, dass sie sich auch ohne die Lernhilfen gut im selbstgesteuerten Lernprozess zurecht gefunden hätten. 22 Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer glauben, dass sie ohne diese Unterstützung schlechtere Leistungen erzielt hätten.

4. **Waren die Lernhilfen hinderlich? Haben sie euch beim Lernen eingeschränkt?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

**Antwort 1** von einer Schülerin der Gruppe I:

„Nein, ich fand sie nicht hinderlich. Sie haben mir geholfen, mich zu orientieren. Ich hätte ohne sie nicht gewusst, was ich machen soll. Ich mag das, wenn unser Lehrer sagt, was wir machen sollen“.

**Antwort 2** von einem Schüler der Gruppe III:

„Mich haben die Lernhilfen nicht gestört, ich wusste immer, was noch zu tun war und konnte mir ja in den drei Stunden alles so einteilen wie ich wollte“.

- Interviewaussagen zum **Mind Mapping**

Die folgenden Fragen zum Mind Mapping werden den Schülerinnen und Schülern der Gruppe I und II gestellt, welche während der Bearbeitung des Webquests eine Mind Map zum Thema „Lehm“ anfertigen:

1. **Wem hat das Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ gefallen (bzw. nicht gefallen)?** (Simultanbefragung)

**Antwort:** Allen 45 Schülerinnen und Schülern gefällt das Mind Mapping als neue Methode. Kein/e Schüler/in gibt an, das Mind Mapping nicht zu mögen.

2. **Wobei hat euch die Technik des Mind Mappings geholfen?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

**Antwort 1** von einem Schüler der Gruppe I:

„Ich finde, man kann mit dem „Mind Manager“ leicht etwas abspeichern und das sieht viel ordentlicher aus als sonst. Durch die Mind Map kann man sich orientieren. Und man kann sehen, wie weit man bei der Aufgabe ist“.

**Antwort 2** von einem Schüler der Gruppe I:

„Mit dem „Mind Manager“ kann ich sauber und übersichtlich Inhalte speichern und sie später wiederfinden. Gut finde ich, dass man Links so gut abspeichern kann. Ich habe mit der Mind Map auch erst mal geplant, was ich tun muss. Dann sieht man gleich, was man gemacht hat und was noch zu tun ist“.

3. **Seid ihr der Meinung, das Programm kann auch im herkömmlichen Unterricht helfen?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

**Antwort 1** von einem Schüler der Gruppe II:

„Das Programm ist so leicht zu lernen, man kann überall damit arbeiten, aber nicht in Mathe oder Sport. Ich finde es hilfreich in Deutsch und Biologie“.

**Antwort 2** von einem Schüler der Gruppe I:

„Ich finde, man kann überall eine Mind Map machen. Das kann auch gut sein, wenn man was aufschreiben muss. Aber man braucht immer einen Computer“.

- Interviewaussagen zu **Microsoft Word**

Die folgenden Fragen zur Arbeit werden den Schülerinnen und Schülern der Gruppe III und IV gestellt, welche bei der Bearbeitung des Webquests Notizen in Word anfertigen:

1. **Wem hat die Arbeit mit Word gefallen (bzw. nicht gefallen)?** (Simultanbefragung)

**Antwort:** 35 von den insgesamt 45 Schülerinnen und Schülern gefällt die Arbeit mit Word. 8 Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer finden das Programm nicht gut.

2. **Wobei hat euch die Arbeit mit Word geholfen?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

**Antwort 1** von einer Schülerin der Gruppe III:

„Mit Word kann man auf dem Computer schreiben und das dann speichern“.

**Antwort 2** von einer Schülerin der Gruppe IV:

„Man kann was auf dem Computer schreiben, bearbeiten und alles sieht sauberer aus als im Heft. Und es funktioniert schneller“.

3. **Meint ihr, dass das Programm auch im herkömmlichen Unterricht helfen kann?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

**Antwort 1** von einem Schüler der Gruppe III:

„Man kann Word überall nutzen, auch überall, wo man was schreiben muss. Aber man braucht einen Computer...und einen Drucker“.

**Antwort 2** von einem Schüler der Gruppe III:

„Microsoft Word ist so bekannt, das braucht man überall. Ich finde, es muss überall ein Rechner stehen. Das braucht man heute“.

- Interviewdaten zum **Webquest**

Die folgenden Fragen zur Arbeit mit dem Webquest werden allen Gruppen gestellt:

1. **Wem hat die Arbeit mit dem Webquest gefallen?** (Simultanbefragung)

**Antwort:** Von den 90 Schülerinnen und Schülern geben 85 an, dass sie gern mit dem Webquest arbeiten. Fünf Schüler finden die Bearbeitung der neuen Lernumgebung zu anstrengend.

2. **Wem war die Arbeit mit dem Webquest zu schwer? Wem war sie zu leicht?** (Simultanbefragung)

Drei Schülerinnen und ein Schüler der 90 Teilnehmerinnen und Teilnehmer finden die Arbeit mit dem Webquest zu schwer, zwei Schülerinnen und zwei Schüler finden die Arbeit zu leicht.

3. **Was war an der Arbeit mit dem Webquest gut? Was hat euch nicht gefallen?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

**Antwort 1** von einem Schüler der Gruppe I:

„Ich fand es gut, dass man alles allein machen konnte. Und auch, dass ich selber die Links aussuchen durfte, mit denen ich arbeiten wollte. Dann konnte man am Ende ja auch sagen, wie man das fand“.

**Antwort 2** von einer Schülerin der Gruppe I:

„Ich fand es angenehm, dass ich alleine am Computer arbeiten konnte. Durch die gute Struktur wusste ich immer, was ich als Nächstes tun muss“.

- Interviewdaten zum **Concept Mapping**

Die folgenden Fragen zum Concept Mapping mit „MaNET“ werden allen Gruppen gestellt:

1. **Wem hat das Programm gefallen / nicht gefallen?** (Simultanbefragung)

**Antwort:** Von den 90 Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmern finden 75 Schülerinnen und Schüler das Programm gut. 15 Probanden mögen nicht mit „MaNET“ arbeiten.

2. **War es zu schwer (zu leicht) eine Concept Map mit „MaNET“ zu entwerfen?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

60 % der Probandinnen und Probanden finden, dass das Programm einfach zu erlernen ist. 30 Schülerinnen und Schüler finden das Concept Mapping mit „MaNET“ umständlich und schwer.

**Antwort 1** von einem Schüler der Gruppe I:

„Also ich fand das Programm sehr leicht zu lernen. Aber man muss genau gucken, was für „Verbindungen“ vorgegeben sind. Die kleine Übungsmap war einfach, weil da nicht so viele Begriffe waren. Concept Mapping ist nur schwer, wenn zu viele Begriffe verbunden werden müssen“.

**Antwort 2** von einer Schülerin der Gruppe III:

„Ich fand das Programm irgendwie umständlich mit den ganzen Begriffen. Auch das Öffnen war kompliziert“.

3. **Was hat euch beim Concept Mapping (nicht) gefallen?** (Einzelinterviews mit freien Antworten)

**Antwort 1** von einer Schülerin der Gruppe III:

„Ich finde das hat Spaß gemacht und man konnte sehen, dass man was dazu gelernt hat“.

**Antwort 2** von einer Schülerin der Gruppe IV:

„Ich fand die Arbeit mit dem Programm etwas schwer, aber man kann sehen, dass man was gelernt hat. Das hätte ich nicht gedacht, weil wir ja so viel Neues gemacht haben“.

- Interviewdaten zu den **Fragebogenergebnissen**

1. **Habt ihr das Gefühl, dass ihr die Fragen des Fragebogens verstanden habt?** (Simultanbefragung mit allen Gruppen)

**Antwort:** 88 der 90 Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer haben das Gefühl, dass sie die Fragen des Fragebogens verstanden haben. Zwei Schülerinnen finden manche Fragen zu kompliziert.

2. **Habt ihr das Gefühl, dass die Untersuchung zu leicht (zu schwer) war?** (Simultanbefragung mit allen Gruppen)

**Antwort:** Kein Untersuchungsteilnehmer findet die Untersuchung zu schwer, drei Schülerinnen finden die Untersuchungseinheit zu leicht.

3. **Habt ihr ein gutes Gefühl bei der selbstgesteuerten Arbeit mit dem Webquest? Oder hättet ihr gern mehr (weniger) Hilfestellungen gehabt?** (Einzelinterviews mit freien Antworten mit der Gruppe IV)

**Antwort 1** von einem Schüler der Gruppe IV:

„Nein, ich wusste oft nicht, was ich machen soll. Das war kein gutes Gefühl. Ich hätte lieber mehr Hilfe gehabt“.

**Antwort 2** von einer Schülerin der Gruppe IV:

„Ich fand zwar alles gut, aber ich bin mit den Links usw. durcheinander gekommen. Manchmal wusste ich nicht, wo ich war und dann habe ich alle Programme geschlossen und habe wieder neu angefangen. Das hat genervt“.

4. **Hattet ihr genug Freiheiten bei der selbstgesteuerten Arbeit mit dem Webquest? Oder hättet ihr gern mehr (oder weniger) Hilfestellungen gehabt? Haben euch die Lernhilfen bzw. das Mind Mapping beim Arbeiten eingeschränkt?** (Einzelinterviews mit freien Antworten mit den Gruppen I bis III)

**Antwort 1** von einem Schüler der Gruppe I:

„Nein, ich fand es gut, dass ich durch die Lernhilfen immer wusste, was zu tun war. Ich habe sie einfach weggelassen, wenn ich sie nicht gut fand“.

**Antwort 2** von einem Schüler der Gruppe II:

„Die Map hat mir geholfen, dass ich wusste wie weit ich bin. Das war nicht nervig, weil das Programm so einfach zu bedienen ist“.

5. **Was hat euch bei der Untersuchung besonders viel Spaß gebracht? Was weniger?** (Einzelinterviews mit freien Antworten mit den Gruppen I bis III)

**Antwort 1** von einem Schüler der Gruppe I:

„Ich fand es toll, dass wir mal was anderes machen, auch so viel mit Computer“.

**Antwort 2** von einer Schülerin der Gruppe II:

„Ich finde Lehm als Thema zu uninteressant. Aber das Webquest usw. fand ich gut“.

6. **Wer benutzt das Mapping-Programm „Mind Manager“ weiterhin? Wofür wird es eingesetzt?** (Simultanbefragung der Gruppen I und II)

**Antwort 1:** Ein Viertel der Probandinnen und Probanden nutzt das Mapping-Programm tatsächlich noch sieben Wochen nach der Untersuchung. Das Mind Mapping wird von den Schülerinnen und Schülern besonders beim Planen und Halten von Referaten in verschiedenen Fächern eingesetzt. Einige Schülerinnen und Schüler nutzen es für die private Arbeit insbesondere zur Hilfe bei der Unterrichtsnachbereitung.

**Diskussion** In dem vorliegenden Abschnitt werden die zuvor dargestellten Ergebnisse der Interviews diskutiert und anschließend zusammengefasst.

- **Interviewdaten zu den Lernhilfen**

Bisherige Forschungsergebnisse legen die Vermutung nahe, dass im Besonderen unerfahrene Lernende Unterstützung im selbstgesteuerten Lernen benötigen. Werden offene Lernsituationen zur Verfügung gestellt, so garantiert dies nicht unbedingt schon ein höheres Maß an Selbststeuerung bei den Lernenden (Dubs [8], Weinert [9]). Unter Umständen müssen zunächst die Voraussetzungen geschaffen werden, mit den entstandenen Spielräumen umzugehen. Ohne diese Voraussetzungen führt das selbstständige Lernen zu Misserfolgserlebnissen (Weinert [9]), was in bei den Schülerinnen und Schülern der Gruppe IV zu beobachten ist. Im Unterricht sollten Lernumgebungen deshalb so gestaltet sein, dass sie selbstgesteuertes Lernen erfordern, die Schülerinnen und Schüler aber nicht überfordern. Aus diesem Grund werden in das Webquest strategische Lernhilfen integriert, die Hilfestellung im Lernprozess geben und gewährleisten sollen, dass die gegebenen Freiheiten überhaupt genutzt werden können. Eine Befürchtung, die mit dieser Hilfestellung in Zusammenhang gebracht wird, ist die der zu starken Lenkung von Schülerinnen und Schülern. Zu strenge Vorgaben verhindern das selbstgesteuerte, freie Lernen. Sind die Vorgaben allerdings zu vage, könnten lernschwächere Schülerinnen und Schüler überfordert werden. Aus dieser Befürchtung heraus, werden durch Interviews Rückmeldungen zu den Lernhilfen eingeholt. Der überwiegende Teil der Schülerinnen und Schüler fühlt sich durch die Lernhilfen nur wenig im eigenen Lernprozess eingeschränkt. Das wird auch durch die Fragebogenergebnisse zur Skala der „erlebten Selbststeuerung“ deutlich. Die Probandinnen und Probanden empfinden die Anleitungen vielmehr als sinnvolle Hilfe, um beim selbstgesteuerten Lernen nicht die Orientierung zu verlieren. Diese Aussage gilt im Besonderen für lernschwächere Schülerinnen und Schüler. Lernstarke Probandinnen und Probanden geben ebenfalls an, die Lernhilfen als sinnvoll zu erachten. Sie

heben aber hervor, dass sie die Hilfen an denen Stellen nicht verfolgt haben, wo sie der Meinung waren, einen besseren „Lernweg“ zu kennen. Aus diesen Äußerungen lässt sich schließen, dass es größtenteils gelungen ist, durch die Lernhilfen eine Art von „Scaffolding“ zu leisten, ohne jene Schülerinnen und Schüler einzuschränken, die ihren Lernprozess bereits eigenständiger organisieren können.

- Interviewdaten zum **Mind Mapping**

Wie es vorausgegangene Untersuchungen bereits zeigen, wird auch in der vorliegenden Untersuchung die hohe Akzeptanz des Mind Mappings mit dem „Mind Manager Smart“ bestätigt. Dies liegt im Wesentlichen an der einfachen Handhabung und der Möglichkeit, schnell und übersichtlich Informationen und Quellen abzuspeichern. Die Schülerinnen und Schüler können im Interview die Vorteile des Mappings explizit benennen und erkennen den Lernnutzen in vielen anderen Lernkontexten. Die hohe Akzeptanz und die erwartete Effizienz wird durch die beabsichtigte Weiternutzung des Programms bestätigt. Auch die Fragebogenanalyse bestätigt die hohe Akzeptanz des Programms und bestärkt die Interviewaussagen zusätzlich.

- Interviewdaten zur Arbeit mit **Microsoft Word**

Im Vergleich zum Mind Mapping wird in zwei vergleichbaren Gruppen mit Microsoft Word gearbeitet. Die Schülerinnen und Schüler erkennen im Interview Vorteile des Programms, die sich allerdings auf die Möglichkeit des sauberen Schreibens und des Abspeicherns beschränken.

- Interviewdaten zum **Webquest**

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in der vorliegenden Studie erstmals mit einem Webquest. Dabei liegt die Befürchtung nahe, dass die Lernumgebung zu anspruchsvoll für ungeübte Lernende dieser Alterstufe ist. Diese Befürchtung gilt besonders im Hinblick auf das Lernen mit dem Internet, mit der Menüstruktur und dem „Hin- und Herspringen“ zwischen den Programmen und geöffneten Seiten. Die Schülerinnen und Schüler geben entgegen der Befürchtung an, dass ihnen die Arbeit mit dem Programm Spaß gemacht hat und sie sich bei der Bearbeitung des Webquests zurecht gefunden haben. Eine Ausnahme stellen allerdings einige Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV dar, welche ohne zusätzliche Hilfestellungen häufig die Orientierung verlieren. Im Wesentlichen scheint sich das Webquest als Lernumgebung zu bewähren. Die Schülerinnen und Schüler finden sich trotz der neuen Methoden, der neuen Lernumgebung und der geringen Interneterfahrung mit dem Webquest zurecht und arbeiten konzentriert an der Aufgabe zum Thema „Lehm“.

- Interviewdaten zum **Concept Mapping**

Aufgrund der Befürchtung, dass es Schwierigkeiten beim Erlernen der Concept Mapping-Methode geben kann, wird auf die Einführung des Programms große Aufmerksamkeit gelegt. Es wird darauf geachtet, dass „MaNET“ in gemeinschaftlicher Arbeit geöffnet wird und weitere Arbeitsschritte gemeinsam durchgeführt und geübt werden. Dadurch können die Schülerinnen und Schüler dem Concept Mapping die



volle Aufmerksamkeit schenken. Laut Interviewaussagen wird auch diese Art des Mappings gut akzeptiert. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten konzentriert mit dem Programm. Es treten keine nennenswerten Schwierigkeiten im Umgang mit der Methode und dem Programm auf. Die Probandinnen und Probanden nehmen die anspruchsvolle Aufgabe des Concept Mappings durchaus als solche wahr. Ihnen ist laut Interview bewusst, dass eine umfangreiche Map schwieriger zu verknüpfen ist, weil die vielfältigen Zusammenhänge gefunden werden müssen. Besonders positiv wird im Interview hervorgehoben, dass durch das wiederholte Erstellen der Concept Map der Lernerfolg sichtbar wird. Die Schülerinnen und Schüler nehmen diese Lernerfolgskontrolle bereitwillig an und sind anschließend zufrieden, unabhängig davon, wie viel sie gelernt haben. Wichtig erscheint es den Probandinnen und Probanden an dieser Stelle, überhaupt etwas gelernt zu haben.

- Interviewdaten zu den **Fragebogenergebnissen**

Nach 7 Wochen werden den Schülerinnen und Schülern erneut einige Fragen zu der Untersuchung und den Fragebogenergebnissen gestellt. Dabei kann zunächst sichergestellt werden, dass die kognitive Belastung während der Untersuchung gering gewesen ist und alle Schülerinnen und Schüler gut mitgearbeitet haben, ohne in größerem Maße über- oder unterfordert zu sein. Damit ist eine wichtige Voraussetzung für eine auf Selbststeuerung angelegte Lernumgebung erfüllt.

Aufgrund der Tatsache, dass die erlebte Selbststeuerung eine wichtige Dimension des selbstgesteuerten Lernens darstellt, werden die Schülerinnen und Schülern der Gruppe IV nochmal explizit dazu befragt. Da die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer dieser Gruppe keine Instruktionsmaßnahmen erhalten, könnte die Vermutung vertreten werden, dass die Probandinnen und Probanden die neuen Freiheiten beim Lernen genießen können und somit ein hohes Maß von erlebter Selbststeuerung im Fragebogen angeben. Dieses Ergebnis kann nicht festgestellt werden. Laut Interviewaussagen können die Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV die gegebenen Freiheiten nicht als diese wahrnehmen und empfinden ihren Lernprozess oft als orientierungslos. Damit bestätigen sich die Aussagen von Dubs [8] und Weinert [9]), die davon ausgehen, dass bei den Schülerinnen und Schülern zunächst die Voraussetzungen geschaffen werden müssen, mit den entstandenen Spielräumen umzugehen. Ohne diese Voraussetzungen führt das selbstständige Lernen zu Misserfolgserlebnissen (Weinert [9]). Dies bestätigen die Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV im Interview. Einige Schülerinnen und Schüler geben zudem an, dass sie gern mehr Hilfestellung erhalten hätten. Auch während des Untersuchungszeitraumes ist zu beobachten, dass die Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV sehr unruhig im Vergleich zu denen der anderen Gruppen arbeiten und oft nicht weiter wissen. Ihr Handeln erscheint plan- und orientierungslos. Die Schülerinnen und Schüler empfinden ihren Lernprozess nicht als frei, sondern von Unsicherheit und Orientierungslosigkeit geprägt.

Im Gegensatz zur Gruppe IV fühlen sich die Schülerinnen und Schüler der Gruppen I bis III trotz der Instruktionsmaßnahmen nur sehr wenig in ihrer Selbststeuerung

eingeschränkt. Sie bestätigen die Fragebogenergebnisse, in denen sie ein hohes Maß von erlebter Freiheit angeben. Die Schülerinnen und Schüler, welche mit den Lernhilfen arbeiten, erkennen die Einschränkung durch die strengen Vorgaben. Sie umgehen diese aber, in dem sie die Lernhilfen dort beachten, wo sie diese als sinnvolle Unterstützung empfinden und lassen sie dort weg, wo sie meinen, bessere Lernwege zu kennen. Dieser Umgang mit Unterstützungsmaßnahmen kann als gelungen gewertet werden, weil er nur dort greift, wo er erforderlich ist.

Im Hinblick auf die erlebte Selbststeuerung empfinden sich die Schülerinnen und Schüler der Gruppen I und II, welche mit dem Mind Mapping-Programm arbeiten, als sehr frei. Dies wird im Unterricht durch die leichte Erlernbarkeit der Technik und den sehr leichten Umgang mit dem Programm erklärt. Die Schülerinnen und Schüler können die Vorteile des Programms direkt nutzen und empfinden diese als Gewinn im freien Lernprozess. Das Ergebnis wird durch die Tatsache bestärkt, dass laut Interviewaussagen ein Viertel der Probandinnen und Probanden das Programm weiterhin nutzt. Die Methode wird akzeptiert und der Lernvorteil erkannt. Die Schülerinnen und Schüler nutzen das Programm überwiegend im schulischen Kontext zur Vor- und Nachbereitung des Unterrichts und zum Halten von Referaten. Obwohl besonders der Vorteil im Bereich des ressourcenbasierten, selbstgesteuerten Lernens durch das Mapping herausgestellt wird, findet dieser Aspekt im weiteren Einsatzbereich keine Beachtung. Die Schülerinnen und Schüler begründen dies durch die mangelnde Gelegenheit dieser Art des Lernens.

Abschließend werden die Schülerinnen und Schüler dahingehend befragt, was ihnen an der Untersuchung gefallen bzw. nicht gefallen hat. Dabei wird besonders der Umgang mit dem Computer und dem Internet (bzw. den vorgegebenen Links) positiv hervorgehoben. Die Probandinnen und Probanden betonen lobend den Abwechslungsreichtum der Untersuchung und äußern, dass sie gern mitgearbeitet haben. Die einzige negative Rückmeldung gilt dem Thema „Lehm“. Die Schülerinnen und Schüler finden das Thema uninteressant und sind der Meinung, man müsse den Baustoff Lehm „erleben“. Diese Vermutung wird häufig in Zusammenhang mit dem Thema „Baustoff“ als Unterrichtsgegenstand genannt.

**Zusammenfassung** Insgesamt bestätigen die Interviewaussagen den Untersuchungserfolg und die Fragebogenergebnisse. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten während der Untersuchung gern mit, fühlen sich nicht über- oder unterfordert und geben positive Rückmeldungen zu den eingesetzten Programmen und Methoden.

Die beiden Instruktionsmaßnahmen „Lernhilfen“ und „Mind Mapping“ zeigen positive Effekte und werden von den Schülerinnen und Schülern als sinnvoll erachtet. Dabei werden die Lernhilfen als Angebot wahrgenommen, welches dann eingesetzt wird, wenn die/der Schüler/in selbstständig nicht mehr weiter weiß.

Das Mind Mapping mit dem „Mind Manager Smart“ wird als Methode akzeptiert und der Lernvorteil explizit benannt. Die Schülerinnen und Schüler heben den leichten Umgang der Methode und die Unterstützung besonders im Bereich der Ressourcenorganisation her-

vor, welcher im Abschnitt 7.5.3 durch den Ressourcentest bestätigt wird. Ein Viertel der Probandinnen und Probanden nutzt das Programm nach der Studie weiter im schulischen Kontext.

Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe IV, welche keine Instruktion erhalten haben, fühlen sich im selbstgesteuerten Lernprozess orientierungslos.

## 7.5.6 Einfluss der Lernvoraussetzungen

Im Folgenden werden die bisher vorgestellten Ergebnisse im Hinblick auf ihren Zusammenhang mit den erhobenen Lernvoraussetzungen untersucht. Dabei werden im Wesentlichen Korrelationsrechnungen (bivariate Korrelation nach Pearson mit zweiseitiger Signifikanz) vorgenommen. Aufgrund der umfangreichen Datenmenge werden lediglich Ergebnisse vorgestellt, welche signifikante Zusammenhänge zeigen.

### Ergebnisse

#### 1. Zusammenhang der Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens

Wie in der Abbildung 7.27 ersichtlich, zeigen die erhobenen Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens in allen Bereichen hoch signifikante Zusammenhänge. Die erlebte Selbststeuerung korreliert mit der Motivation, mit den kognitiven Strategien und den Organisationsstrategien. Ebenfalls korreliert die Motivation mit den Strategien der Informationsverarbeitung. Die Informationsverarbeitungsstrategien stehen zusätzlich in einen hoch signifikanten Zusammenhang.

Auf die Darstellung des Selbstkonzeptes wird aufgrund der fehlenden Zusammenhänge verzichtet.

		Erlebte Selbststeuerung	Lern-motivation	Kognitive Strategien	Organisationsstrategien
Erlebte Selbststeuerung	Korrelation	1	,537 **	,581 **	,470 **
	N	86	83	84	83
Lernmotivation	Korrelation	,537 **	1	,648 **	,371 **
	N	83	84	82	81
Kognitive Strategien	Korrelation	,581 **	,648 **	1	,611 **
	N	84	82	85	83
Organisationsstrategien	Korrelation	,470 **	,371 **	,611 **	1
	N	83	81	83	84

Tabelle 7.27: Darstellung der Korrelationen (nach Pearson) zwischen den erhobenen Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens (Skalenmittelwerte). Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant, gekennzeichnet mit \*\*.

## 2. Leistungskontrolle

In der Abbildung 7.28 sind die Zusammenhänge zwischen dem Vorwissen und dem Lernzuwachs dargestellt. Bezug genommen wird dabei auf die mittels Concept Mapping erhobenen Daten des Wissenstests (Vorwissen zum Thema „Lehm“, Nachtest und Behaltentest), die Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf ihr Wissen im naturwissenschaftlichen Bereich und die Noten in Biologie und Chemie.

Die Daten zeigen hoch signifikante Zusammenhänge zwischen den Daten des Wissenstests und der Biologienote.

Auf die Darstellung der Selbsteinschätzung und der Chemienote wird aufgrund der fehlenden Zusammenhänge verzichtet.

		Vortest	Nachtest	Behaltens- test	Zeugnisnote in Biologie
Vortest	Korrelation	1	,364 * *	,360 * *	,198
	N	82	82	64	80
Nachtest	Korrelation	,364 * *	1	,494 * *	,294 * *
	N	82	82	64	80
Behaltens- test	Korrelation	,360 * *	,494 * *	1	,377 * *
	N	64	64	68	66
Zeugnisnote in Biologie	Korrelation	,198	,294 * *	,377 * *	1
	N	80	80	66	88

Tabelle 7.28: Darstellung der Korrelationen (nach Pearson) zwischen den erhobenen Leistungsdaten und dem Vorwissen. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant, gekennzeichnet mit \* \*.

### 3. Zusammenhang verbaler und visueller Informationsverarbeitungsvorlieben auf die Aspekte des selbstgesteuerten Lernens

In der Abbildung 7.29 sind die Korrelationen zwischen verbalen und visuellen Informationsverarbeitungsstrategien und einzelnen Aspekten des selbstgesteuerten Lernens in Bezug auf die ausgewählte Stichprobe dargestellt. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass signifikante Zusammenhänge zwischen Motivation und verbalen Verarbeitungsstrategien bestehen.

Ein Einfluss verbaler oder visueller Verarbeitungsstrategien auf die erbrachte Lernleistung ist nicht zu verzeichnen.

		Verbalisieren	Visualisieren	Erlebte Selbststeuerung	Lernmotivation	Kognitive Strategien	Organisationsstrategien
Verbalisieren	Korrelation	1	-,007	,212	,250 *	,149	,235 *
	N	86	85	82	80	81	80
Visualisieren	Korrelation	-,007	1	,088	,045	-,064	-,041
	N	85	87	83	81	82	81
Erlebte Selbststeuerung	Korrelation	,212	,088	1	,537 **	,581 **	,470 **
	N	82	83	86	83	84	83
Lernmotivation	Korrelation	,250 *	,045	,537 **	1	,648 **	,371 **
	N	80	81	83	84	82	81
Kognitive Strategien	Korrelation	,149	-,064	,581 **	,648 **	1	,611 **
	N	81	82	84	82	85	83
Organisationsstrategien	Korrelation	,235 *	-,041	,470 **	,371 **	,611 **	1
	N	80	81	83	81	83	84

Tabelle 7.29: Darstellung der Korrelationen (nach Pearson) zwischen Visualisierer, Verbalisierer und den ausgewählten Dimensionen der Selbststeuerung (Skalenmittelwerte). Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant, gekennzeichnet mit \*, oder auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant, gekennzeichnet mit \*\*.

#### 4. Zusammenhang zwischen Oberflächen- und Tiefenverarbeitungsstrategien und dem Lernerfolg

In der Abbildung 7.30 sind die Korrelationen zwischen den erhobenen Leistungsdaten (Vortest, Nachtest, Behaltentest und Biologienote) dargestellt. Es sind signifikant negative Zusammenhänge zwischen den Daten zur Tiefenverarbeitung und der erbrachten Leistung im Behaltentest festzustellen.

		Vortest	Nachtest	Behaltens- test	Tiefen- verarbeitung
Vortest	Korrelation	1	,364 * *	,360 * *	,039
	N	82	82	64	77
Nachtest	Korrelation	,364 * *	1	,494 * *	-,049
	N	82	82	64	77
Behaltens- test	Korrelation	,360 * *	,494 * *	1	-,259 *
	N	64	64	68	63
Tiefen- verarbeitung	Korrelation	,039	-,049	-,259 *	1
	N	77	77	63	84

Tabelle 7.30: Darstellung der Korrelationen (nach Pearson) zwischen Tiefen- und Oberflächenverarbeitung und den erhobenen Leistungsdaten (Skalenmittelwerte). Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant, gekennzeichnet mit \*, oder auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant, gekennzeichnet mit \* \*.

## 5. Computerkenntnisse

In der Abbildung 7.31 sind die Korrelationen zwischen den Erfahrungen der Probandinnen und Probanden im Umgang mit dem Computer und ihren erbrachten Lernleistungen dargestellt. Die Vorkenntnisse mit dem Computer haben keinen Einfluss auf das Vorwissen (Ergebnis ist nicht dargestellt), jedoch signifikanten Einfluss auf den Nachtest und hochsignifikanten Einfluss auf den Behaltentest.

		Nachtest	Behaltens- test	Computer- kenntnisse
Nachtest	Korrelation	1	,494 * *	,230 *
	N	82	64	74
Behaltens- test	Korrelation	,494 * *	1	,284 *
	N	64	68	59
Computer- kenntnisse	Korrelation	,230 *	,284 *	1
	N	74	59	81

Tabelle 7.31: Darstellung der Korrelationen (nach Pearson) zwischen der Computernutzung und der erhobenen Leistung (Skalenmittelwerte). Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant, gekennzeichnet mit \*, oder auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant, gekennzeichnet mit \* \*.

## 6. Geschlechtsunterschiede

Geschlechtsunterschiede sind in keinem Zusammenhang feststellbar.

**Diskussion** Im folgenden Abschnitt werden die oben dargestellten Ergebnisse diskutiert.

### 1. Zusammenhang einzelner Aspekte des selbstgesteuerten Lernens

Wie zuvor dargestellt, korrelieren die erhobenen Dimensionen des selbstgesteuerten Lernens hoch signifikant miteinander. Es existieren somit substanzielle Zusammenhänge zwischen den kognitiven, motivationalen und verhaltensbezogenen Aspekten der Selbststeuerung, wie es auch u. a. in der Untersuchung von Konrad [90] zu verzeichnen ist. Die Relationen zwischen motivationalen und kognitiven Variablen replizieren zusätzlich frühere Befunde wie beispielsweise die von Pintrich und Garcia [271]. Demnach tendieren Lernende, die über ein hohes Maß an Motivation verfügen zu selbstgesteuerten Lernaktivitäten und nutzen häufiger kognitive Strategien.

Ebenso steht die erlebte Autonomie in Zusammenhang mit der Motivation. Wer sich als selbstbestimmt empfindet, lernt freiwillig nach eigenen Bedingungen. Das heißt, ein/e Lernende/r besitzt zumindest die intrinsische Motivation, sich mit den gestellten



Aufgaben zu beschäftigen. Aus dem gleichen Grund unterstützt die erlebte Selbststeuerung den Einsatz kognitiver Strategien. Wer sich als frei und selbstbestimmt beim Lernen erlebt, wird auf die eigenen Lernressourcen (in diesem Fall die Lernstrategien) zurückgreifen.

Entgegen der Vermutung lassen sich keine Zusammenhänge zwischen dem akademischen Selbstkonzept und den Dimensionen der Selbststeuerung feststellen. Aus diesem Grund werden die Daten des Selbstkonzeptes nicht gezeigt.

Die aufgeführten Korrelationen zwischen den Aspekten der Selbststeuerung können einen Zusammenhang der einzelnen Dimensionen belegen. Wie angenommen, können Strategien der Motivation, der Informationsverarbeitung und der erlebten Selbststeuerung zumindest teilweise das Konstrukt „Selbststeuerung“ beschreiben und bedingen sich in mannigfaltiger Weise während des Lernprozesses gegenseitig.

## 2. Zusammenhang der ermittelten Leistungsdaten

Die Abbildung 7.28 zeigt hochsignifikante Zusammenhänge zwischen den Daten der Wissenstests. Sowohl der Vortest korreliert mit dem Nachtest und dem Behaltentest, als auch Nach- und Behaltentest korrelieren hoch signifikant miteinander. Die hohen Relationen könnten auf die Validität des Tests hinweisen.

Ebenfalls lassen sich Signifikanzen zwischen den Wissenstestdaten und der Biologienote verzeichnen. Auch dies könnte für die Validität des Tests sprechen. Die Ergebnisse bestätigen Untersuchungsergebnisse, wie beispielsweise von Dochy [272] und Tobias [273], die auf den hohen Einfluss des Vorwissens (in diesem Fall die Note in Biologie und Vortest) auf den Lernzuwachs verweisen.

Die fehlenden Zusammenhänge zwischen der Selbsteinschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht und der Chemienote auf die Leistungsdaten können durch die geringe Aussagekraft dieser Daten zustande kommen. Die Schülerinnen und Schüler besuchen zum Zeitpunkt der Untersuchung erst einige Monate den Chemieunterricht. Die Note in Chemieunterricht ist somit wenig aussagekräftig. Auch die Selbsteinschätzung liegt bei fast allen Probandinnen und Probanden im durchschnittlichen Bereich. Die schwache Varianz der Daten erschwert einen aussagekräftigen rechnerischen Zugang.

## 3. Zusammenhang verbaler und visueller Informationsverarbeitungsvorlieben auf die Aspekte des selbstgesteuerten Lernens

In der Abbildung 7.29 sind die Zusammenhänge zwischen einzelnen Aspekten der Selbststeuerung und der Vorliebe, verbale bzw. visuelle Informationsverarbeitungsstrategien einzusetzen, dargestellt. Aufgrund dessen, dass in der vorliegenden Untersuchung sowohl visuelle Informationen (u. a. in Form von Mind Maps, Bildern, Grafiken) als auch Textmaterial zum Lernen angeboten wird, kann ein Zusammenhang beider Verarbeitungsstrategien auf ausgewählte Aspekte der Selbststeuerung vermutet werden. Beispielsweise kann sich ein Angebot visueller Informationen für einen sogenannten Visualisierer positiv auf die Motivation des Lernens auswirken. Ebenso könnte der Einsatz kognitiver und organisatorischer Verarbeitungsstrategien

beeinflusst werden und bestimmte Lernfreiheiten beim Lernen besonders gut genutzt werden. Diese Vermutung wird aufgrund der vorliegenden Datenlage zum größten Teil bestätigt. Die Skala „Verbalisierer“ steht in dem vermuteten Zusammenhang mit der Motivation und dem Einsatz der Organisationsstrategien des Anwenders. Weitere Zusammenhänge lassen sich jedoch nicht verzeichnen.

Eine mögliche Erklärung für die fehlenden Relationen in Bezug auf die Skala der „Visualisierer“ kann mit der niedrigen Reliabilität zusammenhängen. Wie bereits im Abschnitt 7.5.1 dargestellt, wird die Skala aufgrund verschiedener Parameter für wenig aussagekräftig eingestuft. Zudem legen Forschungsergebnisse die Vermutung nahe, dass verbales Wissen in nahezu allen Lernbereichen gefordert wird (Cavanaugh und Perlmutter [274]). Dies wird besonders problematisch, wenn Daten (Visualisierer/Verbalisierer) von Probandinnen und Probanden gewonnen werden, die noch nicht über ausgereifte verbale Fähigkeiten verfügen wie beispielsweise junge Schülerinnen und Schüler.

Aufgrund dessen, dass sowohl verbales als auch visuelles Wissen in der Hauptuntersuchung angeboten wird, lässt sich die Hypothese vertreten, dass sogenannte Verbalisierer oder Visualisierer keinen entscheidenden Lernvorteil haben. Die Datenlage lässt somit auch keine Zusammenhänge mit dem Lernerfolg erkennen. Auf die Darstellung dieser Ergebnisse wird deshalb verzichtet.

#### **4. Zusammenhang zwischen den erhobenen Leistungsdaten und der Tiefen- bzw. Oberflächenverarbeitung**

Qualitative Forschungsarbeiten in einem labornahen Kontext (u. a. Svensson [275], Marton et al. [276]) belegen, dass bessere Lernleistungen mit tiefenorientierter Vorgehensweise korrelieren. Ein tiefenstrategischer Lernzugang bedeutet ein strukturell komplexer ausgerichtetes Lernverhalten und führt üblicherweise zu höheren Leistungen und besseren Behaltensleistungen (Biggs [277], S. 13). Für Biggs ist außerdem klar, dass ein oberflächlicher Lernzugang nur dann effektiv ist, wenn es um das Reproduzieren reiner Details geht. Ansonsten wird es zu schwachen Leistungen führen. Der Abbildung 7.30 ist im Gegensatz zu den aufgeführten Ergebnissen ein negativer Zusammenhang zwischen Tiefenverarbeitungsstrategien und Lernleistung zu entnehmen. Dies könnte einerseits darauf zurück zu führen sein, dass die Skala der Tiefenverarbeitung nicht genau das misst, was sie messen sollte. Andererseits könnten die Leistungsdaten gar nicht den tiefenstrategischen Zugang erfordern, was aufgrund des relativ klar abgegrenzten Inhaltes der Concept Map zum Thema „Lehm“ anzunehmen ist. Wie im Abschnitt 7.5.4 vermerkt, zeigt eine Untersuchung von Stracke [175], dass bei Concept Maps mit geringem Wissensumfang verstärkt die Fähigkeit „Faktenwissen anwenden“ gemessen wird. Erst bei einer breiteren Basis misst das Mapping besonders die Fähigkeit, Zusammenhänge zu verstehen. Insofern liegt die Vermutung nahe, dass im vorliegenden Fall besonders reproduzierbares Wissen erfasst wird. Für die Reproduktion der Inhalte ist ein tiefenstrategischer Zugang wenig erforderlich. Ebenso wird im naturwissenschaftlichen Unterricht bislang in den Lerntests besonders reproduziertes Wissen abgefragt. Zum Erbringen einer guten Biologienote ist

tiefenstrategisches Lernen bislang nur geringfügig erforderlich. Diese Vermutung wird durch die Lehrerauskunft (Rollnik, August 2005) bestätigt. Insofern können die negativen Relationen dadurch erklärt werden, dass sowohl in der Leistungskontrolle der Untersuchung als auch im herkömmlichen Unterricht nur bedingt tiefenstrategisches Vorgehen erforderlich ist.

Die oben aufgeführte Vermutung könnte durch ein an dieser Stelle nicht dargestelltes Ergebnis bestärkt werden, nach dem jene Schülerinnen und Schüler, die sich im Unterricht als erfolgreich einschätzen (also ein hohes akademisches Selbstkonzept besitzen) schlechte Noten in Biologie und Chemie erhalten. Das Selbstkonzept korreliert demnach zwar negativ mit der Note, aber gleichzeitig positiv hoch signifikant mit der Tiefenverarbeitung.

#### 5. Zusammenhang zwischen Vorkenntnissen in der Computernutzung und der erbrachten Lernleistung

Aufgrund der einfachen Software (MaNET, „Mind Manager“, Webquest) wird die Hypothese vertreten, dass selbst jene Schülerinnen und Schüler beim Lernen in der dargestellten Lernumgebung sehr gute Lernleistungen erbringen, die bislang wenig oder keine Computererfahrungen haben. Die Abbildung 7.31 zeigt allerdings, dass jene Probandinnen und Probanden einen Vorteil beim Lernen haben, die sich bereits mit dem Umgang am Computer auskennen. Dies könnte weniger mit der anspruchsvollen Lernumgebung zu tun haben, als viel mehr durch ein geringeres Maß an kognitiver Belastung („Cognitive Load“, Sweller [141]) beim Lernen. So sind jene im Vorteil, die sich mit der Computernutzung und der Bedienung der Programme nur noch wenig oder gar nicht auseinander setzen müssen, weil sie den Umgang bereits beherrschen. Diese Schülerinnen und Schüler können sich auf die Lerninhalte konzentrieren.

Im Gegensatz dazu müssen jene Schülerinnen und Schüler, die keine Erfahrungen mit dem Computerumgang haben, einen Teil ihrer kognitiven Ressourcen für das Erlernen und Bedienen der Programme einsetzen. Ihre Lernumgebung ist in hohem Maße ungewohnt und neu.

Aufgrund der Neuartigkeit des Unterrichts kann eine weitere Vermutungen in Bezug auf die Vorkenntnisse in der Computernutzung vertreten werden: Schülerinnen und Schüler, die viel am Computer arbeiten (und wohlmöglich sogar ihre Freizeit damit verbringen), könnten besonders dazu motiviert sein, sich mit den Lerninhalten auseinander zusetzen. Ebenso können aber auch jene Schülerinnen und Schüler angesprochen werden, die sich bislang wenig mit den Neuen Medien beschäftigt haben und für die somit etwas völlig Neues angeboten wird. Die Daten lassen diesbezüglich keinen Zusammenhang zwischen den Erfahrungen in der Computernutzung und der Lernmotivation erkennen.

**Zusammenfassung** Zusammenfassend lassen sich vielfältige Zusammenhänge zwischen den erfragten Bereichen des selbstgesteuerten Lernens untereinander aufzeigen. Zudem kann festgestellt werden, dass das Vorwissen der Probandinnen und Probanden maßgeblichen Einfluss auf den Lernerfolg hat. Die Wissensdaten korrelieren miteinander, was die

Validität der Tests bestätigt.

Nur teilweise können positive Zusammenhänge zwischen der Vorliebe für visuelle bzw. verbale Informationsverarbeitung und der Motivation, der erlebten Freiheit und dem Einsatz von Informationsverarbeitungsstrategien aufgezeigt werden. Während die Skala „Verbalisierer“ einen Zusammenhang mit der Motivation und dem Einsatz von Organisationsstrategien erkennen lässt, zeigt die Skala „Visualisierer“ keine Zusammenhänge, was u. a. auf die schlechte Reliabilität der Skala mit lediglich drei Items zurück zu führen sein könnte. Entgegen der Vermutung kann kein positiver Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Tiefenverarbeitungsstrategien und der Lernleistung gezeigt werden. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass die ermittelte Lernleistung den Einsatz von Tiefenstrategien gar nicht erfordert. Dem widerspricht allerdings ein fehlender Zusammenhang zwischen Oberflächenverarbeitungsstrategien und Lernleistung.

Feststellbar ist weiterhin ein positiver Zusammenhang zwischen den Vorkenntnissen im Computerumgang und den erbrachten Lernleistungen. Dies könnte daran liegen, dass diese Schülerinnen und Schüler eine geringe kognitive Belastung beim Lernen haben, als jene, die sich zusätzlich mit dem Computerumgang auseinandersetzen müssen.

# Kapitel 8

## Zusammenfassende Beantwortung der gestellten Forschungsfragen

Im Folgenden werden die sechs zentralen Forschungsfragen des Abschnitts 4.2 nochmals zusammenfassend beantwortet. Aufgegriffen werden dabei die Ergebnisse der Untersuchungen A und B und der Hauptuntersuchung.

### 8.1 Gütekriterien der Erhebungsinstrumente

Die drei wichtigsten Gütekriterien für empirische Untersuchungen stellen Reliabilität, Validität und die Objektivität dar. Diese bauen aufeinander auf. Zunächst wird deshalb die Frage nach der Reliabilität<sup>1</sup> des Hauptuntersuchungsinstruments „Fragebogen“ nachgegangen, um damit auch die vorgenommenen Interpretationen der erfassten Ergebnisse abzusichern. Zur Überprüfung der Reliabilität werden die internen Konsistenzen<sup>2</sup> herangezogen.

Die internen Konsistenzen der Skalen des Fragebogens zum selbstgesteuerten Lernen der vorgestellten Untersuchungen belegen, dass es größtenteils gelungen ist, reliable Operationalisierungen zu konstruieren. Im Besonderen gilt dies für die Skalen der Informationsverarbeitung.

Ebenso können die Skalen des Fragebogens zu den Lernvoraussetzungen der Hauptuntersuchung als ausreichend konstant betrachtet werden können. Geringere Reliabilitätswerte verzeichnen dabei die Skalen der „Verbalisierer“ und „Visualisierer“. Die Skalen von Keller [260] sind bislang nur bei Probandinnen und Probanden im Alter von 19 bis 42 Jahren eingesetzt worden, während die Schülerinnen und Schüler der Hauptuntersuchung durchschnittlich 14 bis 15 Jahre alt sind. Es gibt bisher keine weiteren Ergebnisse zu der Validität der Skalen in dieser Altersgruppe. Die erfassten Ergebnisse werden deshalb mit

---

<sup>1</sup>Die Reliabilität (Zuverlässigkeit) bezeichnet die formale Genauigkeit wissenschaftlicher Untersuchungen und ist demnach ein Maß für die Replizierbarkeit der Ergebnisse unter gleichen Bedingungen.

<sup>2</sup>Die internen Konsistenzen bewerten die Homogenität (Gleichheit) der einzelnen Items des Tests. Eine weitere Kenngröße für die Reliabilität einer Skala ist Cronbachs Alpha.

Vorsicht behandelt.

Insbesondere durch den Entwicklungsverlauf des Fragebogens über mehrere Untersuchungen, als auch durch die internen Konsistenzen lässt sich zusammenfassen, dass es mit dem Fragebogen gelungen ist, ein reliables Untersuchungsinstrument zu entwickeln.

Im Hinblick auf die Validität<sup>3</sup> muss die Fragebogenmethode im Allgemeinen diskutiert werden. Die Forschungsliteratur spricht sich für die Fragebogenmethode aus, weil sie einen guten forschungsmäßigen Zugriff auf die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler leisten kann. Fragebögen sind ökonomisch einsetzbar, weisen hohe Reliabilität auf und liefern eine klare und replizierbare Faktorenstruktur (Artelt [103]). Allerdings werden mittels Fragebogen die relevanten Sachverhalte über hypothetisch formulierte Situationen abgefragt. Dadurch erlangt die Befragung den Status eines retrospektiven Selbstberichtes. Wie kritische Anmerkungen zu retrospektiven Selbstberichten aufzeigen, kann an der Validität dieser Aussagen hinsichtlich des zu beurteilenden Verhaltens und damit auch am so erfassten Lernverhalten gezweifelt werden (Nisbett und Wilson [278]; Renkl [279]). Zudem kann nicht eindeutig geklärt werden, was die Probandinnen und Probanden unter den Itemfragen verstehen. Da es außerdem zu geringen Übereinstimmungen zwischen dem selbst berichteten Lernstrategieeinsatz und dem im Rahmen von handlungsnahen Methoden erfassten tatsächlichen Einsatz von Strategien kommt (u. a. Artelt [244]; Lind und Sandmann [245]; Patrick und Middleton [246]), müssen zusätzlich prozessnahe Erhebungsmethoden eingesetzt werden, die unabhängig von der Selbstauskunft der Lernenden sind. In dieser Hinsicht spielt außerdem die zeitliche Nähe zwischen der Befragung und dem Ereignis eine Rolle. Der Einsatz des Fragebogens erfolgt in den vorliegenden Untersuchungen deshalb direkt im Anschluss an die Lernsituation und es werden alternativ zur Fragebogenmethode weitere Daten (Interviewaussagen und Analyse der Mind Maps) erfasst, um die Fehlerquelle der unscharfen Konnotation zu minimieren (Ericsson und Simon [280]).

Größtenteils stimmen die zusätzlich erfassten Daten der vorliegenden Untersuchungen mit denen des Fragebogens überein. Zum Teil spezifizieren sie diese erheblich, wie es insbesondere bei Interviewaussagen zur Informationsverarbeitung mittels Mind Mapping deutlich wird. Zusammenfassend können die Ergebnisse des Fragebogens als valide eingeschätzt werden.

Um die Objektivität der vorliegenden Untersuchungsergebnisse zu wahren, werden mittels vielfältiger Untersuchungsmethoden Daten gewonnen, die nach allgemeinen statistischen Verfahren ausgewertet werden.

Zusammenfassend kann die Untersuchungsmethode „Fragebogen“ im vorliegenden Fall als hinreichend reliabel, objektiv und valide bezeichnet werden. Es ist gelungen, ein aussagekräftiges Untersuchungsinstrument zu entwickeln, welches Daten zum selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens von Schülerinnen und Schülern liefern kann.

Als Wissensdiagnoseinstrument der Hauptuntersuchung wird die Concept Mapping-

---

<sup>3</sup>Mit Validität wird in erster Linie das argumentative Gewicht einer wissenschaftlichen Feststellung bezeichnet. Sie gilt vor allem für empirische Untersuchungen als Inbegriff des Vorhandenseins exakter methodisch-logischer Qualitätskriterien.

Methode eingesetzt. Stracke [175] beschäftigt sich in ihrer Arbeit hauptsächlich mit den Gütekriterien des Concept Mappings mittels „MaNET“ als Wissensdiagnoseinstrument und bewertet die Gütekriterien des Programms und die Methode abschließend als ausreichend. Insofern werden diese Aspekte nicht wiederholend untersucht und als gegeben angenommen.

## 8.2 Unterstützung des selbstgesteuerten ressourcenbasierten Lernens durch Mind Mapping

Zentrale Fragestellung der vorliegenden Arbeit ist die Frage nach der Unterstützung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens durch computergestütztes Mind Mapping. Da bislang wenig Untersuchungsergebnisse zum Mind Mapping vorliegen, stellt die Arbeit erste Schritte in einer geplanten Reihe von Untersuchungen dar. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt nicht in der Erhebung statistisch signifikanter Daten zu Detailfragen, sondern in einer breiter angelegten Erkundung des Untersuchungsraums.

Insgesamt können die Ergebnisse zum selbstgesteuerten Lernen mittels Mind Mapping als positiv eingeschätzt werden. Bereits die Schülerinnen und Schüler der Untersuchung A (vgl. Abschnitt 5) können den Lernnutzen des Mapping-Programms direkt aufzeigen. Sie nutzen das Mind Mapping vor allem zur Ressourcenorganisation (z. B. Speichern und Ordnen von Informationen und -quellen). Bemerkenswert ist der zusätzlich Nutzen jüngerer Schülerinnen und Schüler im Bereich der Wissensaneignung. Dabei heben besonders die lernerfahrenen Schülerinnen und Schüler der Hauptschule die Unterstützung der Methode beim Verstehen von Lerninhalten hervor. Da sich im Rahmen dieser Untersuchung Auffälligkeiten in der Nutzung des Mind Mappings im Hinblick auf das Alter zeigen, wird dieser Bereich in der Fragestellung nach den Lernvoraussetzungen (vgl. Abschnitt 8.6) erneut aufgegriffen.

Auch in der Untersuchung B (vgl. Abschnitt 6) geben die Schülerinnen und Schüler positive Rückmeldungen zum Einsatz des Mappings. Sie benennen im Interview den Lernnutzen der Methode explizit und heben wiederum den Bereich der Informationsverarbeitung hervor. Ein großer Teil der Probandinnen und Probanden verwendet das Programm nach der Untersuchung weiter. Der Einsatzbereich liegt dabei weiterhin im schulischen Lernbereich.

Über die Methoden „Fragebogen“ und „Interview“ hinaus, wird in der Untersuchung B eine Analyse der angefertigten Mind Maps durchgeführt. Die Maps zeigen vor allem vielfältige Anwendungsbereiche der Informationsverarbeitung. Dabei sind Planungselemente zu erkennen, wie z. B. das Formulieren von Fragen oder das Kennzeichnen von bereits bearbeiteten Zweigen. Außerdem wird die Reihenfolge der Bearbeitung festgelegt. Desweiteren finden sich in den Schüler-Maps vielfältige Elemente der Wissensorganisation, wie z. B. das Strukturieren und Verwalten von Informationen. Da sich in den Maps nur vereinzelt Aspekte des Monitorings erkennen lassen, wird dieser Bereich in der folgenden Hauptuntersuchung nur untergeordnete Beachtung finden. Insgesamt lassen sich auch die Ergebnisse

der Untersuchung B positiv zusammenfassen: das Mind Mapping unterstützt beim selbstgesteuerten Lernen insbesondere die Bereiche der Informationsverarbeitung.

Zentraler Untersuchungsschwerpunkt der Hauptuntersuchung (vgl. Abschnitt 7) ist die Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch Mind Mapping im Bereich des Wissensmanagements. Wie vermutet, lässt sich ein hoch signifikanter Einfluss des Mappings auf den Einsatz kognitiver Verarbeitungsstrategien und Organisationsstrategien festhalten. Zudem zeigt sich der Einfluss des Mappings auf den Einsatz von Planungsstrategien. Ergänzend lassen sich noch andere Vorteile des Mind Mappings im Bezug auf die Selbststeuerung verzeichnen. Einen signifikanten Einfluss hat das Mapping u. a. auf die erlebte Selbststeuerung. Die Schülerinnen und Schüler fühlen sich im eigenen Lernprozess nur wenig eingeschränkt und nutzen die freien Gestaltungsmöglichkeiten beim Arbeiten mit dem „Mind Manager“. Aber auch Bereiche der Lernmotivationen werden positiv durch das Mapping beeinflusst. Das positive Ergebnis wird durch den Ressourcentest der Hauptuntersuchung gefestigt. Es zeigt sich ein deutlicher Vorteil der Mapping-Technik im Bezug auf die Ressourcenorganisation. Das Mapping-System repräsentiert die kognitive (internale) Ebene und bietet gleichzeitig Zugriff auf externe Ressourcen, welche mit den jeweiligen Konzepten verknüpft sind. Die Schülerinnen und Schüler, die sich während der Bearbeitung des Webquests auf das Mapping konzentrieren können, finden die Informationen zu den gesuchten Fragen mit deutlichem Vorsprung am schnellsten wieder. Die Probandinnen und Probanden, die keine zusätzliche Hilfestellung erhalten, benötigen die längste Zeit zum Finden der Antworten. Durch die Befragung der Schülerinnen und Schüler können die aufgezeigten Ergebnisse zusätzlich bestätigt werden. Die Probandinnen und Probanden können den Lernnutzen des Mind Mappings im Bereich des selbstständigen Lernens explizit benennen. Sie betonen den Vorteil des Mappings beim Organisieren von Wissen und Informationen; die Inhalte können in einer Mind Map wesentlich sauberer und übersichtlicher abgelegt werden. Ein Viertel der Probandinnen und Probanden nutzt das Mapping-Programm nach der Untersuchung weiterhin für das Lernen in der Schule und Zuhause.

Insgesamt kann die Hypothese, dass computergestütztes Mapping im Besonderen kognitive Prozesse der Informationsverarbeitung und der Ressourcenorganisation unterstützen kann (vgl. u. a. Friedrich [42]) verifiziert werden. In sämtlichen Untersuchungen lässt sich dieser Zusammenhang feststellen. Somit kann auch festgehalten werden, dass sich bestimmte Ergebnisse des Concept Mappings auf das Mind Mapping übertragen lassen. Aber auch andere zentrale Bereiche des selbstgesteuerten Lernen werden durch das Mind Mapping unterstützt. Es lassen sich zumindest erste Vermutungen bestätigen, nach denen Mind Mapping auch die von Konrad [90] beschriebenen Dimensionen der Selbststeuerung unterstützt: Lernmotivation, erlebte Selbststeuerung und Selbstüberwachung. Diese Bereichen müssten durch erweiterte Untersuchungen genauer untersucht werden.

Abschließend kann das Ergebnis zur Unterstützung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens durch Mind Mapping positiv bewertet werden. Es zeigt sich ein deutlicher Vorteil im Bereich der Informationsverarbeitung (und somit auch im ressourcenbasierten Lernen). Auch andere Bereiche der Selbststeuerung werden durch das Mapping positiv beeinflusst wie z. B. die erlebte Selbststeuerung oder die Lernmotivation. Allgemein bleibt es zu beachten, dass in der vorliegenden Arbeit lediglich ein Bruchteil des großen Kon-



strukts „Selbststeuerung“ überprüft wird. Obwohl die Verarbeitung von Informationen einen zentralen Aspekt des Lernens darstellt, ist selbstgesteuertes Lernen mehr als nur die Anwendung kognitiver Strategien. Wichtige Aspekte der emotionalen Ebene müssten in weiterführenden Untersuchungen überprüft werden.

### **8.3 Akzeptanz und Implementation des Mind Mappings**

Sowohl die Effizienz als auch die Akzeptanz von Mapping-Techniken hängen stark davon ab, wie gut die Lernenden die Technik handhaben können (McCagg und Dansereau [211]). Es ist somit von entscheidender Bedeutung, dass die Schülerinnen und Schüler die Vorteile der neuen Methode kennen und ihre Anwendung beherrschen. Nur unter dieser Voraussetzung können lernförderliche Wirkungen der neuen Methode zum Tragen kommen. Ebenso wichtig im Hinblick auf die Förderung selbstgesteuerten Lernens im Schulunterricht ist die Implementationsfrage.

In der Untersuchung A kann diesbezüglich festgehalten werden, dass alle Schülerinnen und Schüler die neue Methode akzeptieren und bereits zum Beginn der Untersuchung ohne Probleme mit dem Programm arbeiten. Die Methode und das Programm werden in allen Klassenstufen gut angenommen und problemlos ins Unterrichtsgeschehen integriert.

Auch die Ergebnisse der Untersuchung B bestätigen mit hohen Akzeptanzwerten den einfachen Umgang mit dem „Mind Manager“. Alle Schülerinnen und Schüler arbeiten trotz fehlender Computererfahrung problemlos mit dem Programm. Sie betonen dabei insbesondere die leichte Handhabung und den hohen Lernnutzen des Programms. Die Lehrkraft bestätigt diese Aussagen und hebt die leichten und vielfältigen Implementationsmöglichkeiten des Programms in das Unterrichtsgeschehen hervor.

Trotz der eindeutig positiven Akzeptanzwerte der vorausgegangenen Untersuchungen werden die Schülerinnen und Schüler ebenfalls in der Hauptuntersuchung zu ihrer Meinung zum computergestützten Mind Mapping befragt. Die hohen Mittelwerte der Fragebogenanalyse lassen darauf schließen, dass gern mit dem Programm gearbeitet wird und die Schülerinnen und Schüler sich beim Lernen durch die neue Methode unterstützt fühlen. Die hohe Akzeptanz der Methode und des Programms bestätigt sich auch in vielfältigen Interviewaussagen. Zudem nutzen zwei Drittel aller Schülerinnen und Schüler das Programm nach der Untersuchung weiter.

Insgesamt wird durch sämtliche Untersuchungen die einfache Handhabung und die hohe Akzeptanz des computergestützten Mind Mappings bestätigt. Keine Schülerin und kein Schüler gibt an, ein Training für die Bedienung des Programms zu benötigen. Durch die einfache und effiziente Nutzung des Programms kann der Lernnutzen des Programms schnell zum Tragen kommen, wie sich in den Ergebnissen zum selbstgesteuerten Lernen zeigt.

## 8.4 Zusätzliche Unterstützungsmaßnahmen

Die aktuelle Diskussion um selbstgesteuertes Lernen zeigt, dass die Fähigkeit zur Selbststeuerung beim Lernen von Schülerinnen und Schülern nicht ohne Unterstützung gefordert werden kann. Zudem zeigen Studien in realitätsnahen Lernumgebungen, dass Lernende von der Komplexität der Probleme häufig überfordert sind und eher frustriert werden als nützliche Kompetenzen zu erwerben (vgl. Gruber, Mandl und Renkl [247]). Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit zusätzlich der Nutzen von Instruktionsmaßnahmen („Cognitive Apprenticeship“ und Lernhilfen) untersucht. Die Instruktionen geben Anweisungen zum Einsatz von Lernstrategien.

Während es in der Untersuchung A hauptsächlich um den allgemeinen Umgang mit dem Mind Mapping-Programm geht, wird in der Untersuchung B eine Lernumgebung konstruiert, in der die Schülerinnen und Schüler zusätzlich nach dem Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ unterrichtet werden. Dieser Ansatz dient der Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens durch direkte Vermittlung von Strategiewissen (vgl. Abschnitt 3.3). Sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch der Lehrer der Untersuchung B stufen die Unterrichtsform als interessant ein und geben an, selbstständiges Arbeiten sei in dieser Unterrichtsform umfangreicher möglich als im herkömmlichen Unterricht. Die Unterrichtsmethode wird akzeptiert und lässt sich problemlos in den Schulalltag implementieren. Insofern sind gute Voraussetzungen für die Unterstützung der Selbststeuerung gegeben. Und auch in der Fragebogenanalyse zeigen die beiden Gruppen, die nach dem „Cognitive Apprenticeship“ unterrichtet werden, im Bereich der Selbstüberwachung und der Informationsverarbeitung signifikant höhere Werte als die Gruppen, die im konventionellen Sinne unterrichtet werden. Die Vermutung, dass besonders die Kombination aus „Cognitive Apprenticeship“ und Mind Mapping das selbstgesteuerte, ressourcenbasierte Lernen unterstütze, kann in der Untersuchung nicht eindeutig bestätigt werden.

In der Hauptuntersuchung wird der Schwerpunkt auf die Untersuchung des Mind Mappings im selbstgesteuerten Lernprozess gelegt. Aufgrund von internationalen Forschungsergebnissen und Erfahrungen aus den letzten Untersuchungen, darf dabei nicht auf unterstützende Anleitungen verzichtet werden. In das Webquest werden deshalb Lernhilfen integriert, die strategische Anleitungen zum Vorgehen bei der Bearbeitung der Fragestellungen geben (vgl. Abschnitt 7.3.6 und die Lernhilfen im Anhang). In der Analyse des Fragebogens wird die Bedeutung der Lernhilfen auf viele Bereiche der Selbststeuerung deutlich. Positive Ergebnisse zeigen sich insbesondere im Hinblick auf die erlebte Selbststeuerung. Während die lernschwachen Schülerinnen und Schüler die Lernhilfen als Unterstützung beim Lernprozess benötigen und annehmen, sehen die leistungsstärkeren Probandinnen und Probanden darin nur ein Angebot. Diese Schülerinnen und Schüler befolgen die Lernhilfen nur dort, wo sie keinen besseren Lernweg kennen. Insofern wird der Vermutung Rechnung getragen, dass unterstützende Maßnahmen von großer Bedeutung sind (vgl. Friedrich und Mandl [212]). Eine Kombination aus Lernhilfen und Mapping hat in vielen Bereichen nicht den erwarteten positiven Einfluss, was durch eine Überlastung („Cognitive Load“) zu erklären wäre. Dennoch wird in den Interviews von den Schülerinnen, Schülern und den Lehrkräften immer wieder der positive Einfluss von kombinierten Instruktionsmaßnahmen hervorgehoben.

## 8.5 Mind Mapping und Lernerfolg

Obwohl der positive Einfluss des Einsatzes von Lernstrategien auf den Lernerfolg theoretisch gut begründet ist, fehlen bislang Untersuchungsergebnisse, die diesen Vorteil bestätigen. In der vorliegenden Arbeit wird ermittelt, wie sich der Einsatz der Mapping-Strategie im Vergleich zu herkömmlichen Methoden auf den Lernerfolg auswirkt. Als Wissensdiagnoseinstrument kommt die Concept Mapping-Methode zum Tragen. Es kann angenommen werden, dass der Einsatz der neuen Methode zunächst bestimmte „Lernreserven“ angreift, die weniger für das Erlernen von Fachwissen zur Verfügung stehen. In der Zeit, in der eine neue Strategie erlernt wird und mit der Zeit alte Strategien ersetzt, lassen die Lernleistungen in der Regel zunächst nach. Die Ergebnisse der Wissensdiagnose in der Hauptuntersuchung zeigen ein positives Bild. Die Lernkontrolle zeigt einen klaren Vorteil der Mapping-Technik. Der positive Effekt wird durch die Tatsache verstärkt, dass die Schülerinnen und Schüler bereits nach drei Unterrichtsstunden durch das Mapping einen Vorteil erlangen. An dieser Stelle könnte sich die leichter Erlernbarkeit der Technik bereits auszahlen.

In Kombination mit den Lernhilfen wird der positive Einfluss des Mappings auf den Lernerfolg abgeschwächt. Es kann angenommen werden, dass sich die Schülerinnen und Schüler durch die doppelte Instruktion überfordert fühlen und der so genannte „mathemathantischen Effekt“ beobachtbar wird. Unerwartet positiv zeigen sich die Leistungen der Schülerinnen und Schüler, die keine zusätzlichen Instruktionsmaßnahmen erhalten haben. Dabei sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass diese Probandinnen und Probanden keine neuen Methoden lernen müssen und somit im Vergleich zu den „Instruktionsgruppen“ weniger leisten müssen und ihre kognitive Belastung vermutlich geringer ist.

Aufgrund des Visualisierungseffektes beim Mapping (u. a. bildliche Darstellung von Zusammenhängen, reduzierte Darstellung auf die wesentlichen Inhalte, ...) können die lernförderlichen Wirkungen zu der Vermutung führen, dass die Mapping-Schülerinnen und -schüler die Wissensinhalte besser behalten können. Aus diesem Grund wird zusätzlich ein Behaltentest mittels Concept Mapping durchgeführt. Die Vermutung kann bestätigt werden, es erzielen die Schülerinnen und Schüler höhere Behaltensleistung, die Mind Maps beim Lernen anfertigen.

Der Einfluss von Lernhilfen auf den Lernerfolg kann nicht nachgewiesen werden, was auf die starke Lernlenkung durch die Anleitungen zurückzuführen sein könnte. Die Lernhilfen ermöglichen ein oberflächliches Bearbeiten der Fragestellung, ohne dass eine tiefergehende Elaboration erforderlich wäre.

Insgesamt kann bestätigt werden, dass der Einsatz der Mapping-Strategie positiven Einfluss auf den Lernerfolg hat. Genauer zu untersuchen wäre dabei, auf welche Art von Wissen sich dieser Erfolg auswirkt.

## 8.6 Einfluss der Lernvoraussetzungen

Die Förderung des selbstgesteuerten, ressourcenbasierten Lernens muss, wie jede instruktionale Maßnahme, in Qualität und Quantität auf die jeweiligen Ziele, Zielgruppen und organisatorischen Kontextbedingungen ausgerichtet werden (Cook und Mayer [143]). Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Lernvoraussetzung, die der Lernende mitbringt. Es zeigt sich als erwiesen, dass bestimmte Lernvoraussetzungen Auswirkungen auf das Maß der Selbststeuerung und den Lernerfolg hat. Diese Zusammenhänge werden in den durchgeführten Untersuchungen näher überprüft.

In der Untersuchung A werden die Vermutungen verschiedener Vorstudien bestätigt, nach denen sich besonders lernschwache, jüngere und somit lernerfahrene Schülerinnen und Schüler durch die Mapping-Methode unterstützt fühlen. In der Untersuchung nutzen die Schülerinnen und Schüler verschiedener Klassenstufen und Schularten das Mapping insbesondere zur Wissensorganisation. Darüber hinaus nutzen jüngere Lernende die Methode zur Wissensaneignung. Dabei heben besonders die lernerfahrenen Schülerinnen und Schüler der Hauptschule die Unterstützung der Methode beim Verstehen von Lerninhalten hervor. Zudem ist ein Unterschied in der Gestaltung der Mind Maps zu erkennen. Während die Schülerinnen und Schüler älterer Jahrgangsstufen die Mind Map besonders zum Ablegen und Strukturieren von Informationen und ihren Quellen nutzen, legen jüngere Schülerinnen und Schüler zusätzlichen Wert auf die äußere Gestaltung. Sie nutzen in ihrer Map viele Farben und Symbole zur individuellen Gestaltung und zur Verbesserung der Behaltensleistung.

In der Untersuchung B werden die Lernvoraussetzungen explizit erfasst, um Zusammenhänge mit dem Lernverhalten deutlich zu machen. Durch die relativ homogene Stichprobe und einige Ungenauigkeiten bei der Erfassung der Voraussetzungen können diesbezüglich keine Aussagen gemacht werden. Deutliche Geschlechtsunterschiede zeigen sich aber in der Gestaltung einer Mind Map. Während die Jungen die ordentliche, übersichtliche und klare Struktur der Map hervorheben, legen die Schülerinnen mehr Wert auf die individuelle Gestaltung. Sie benutzen deutlich mehr Farben und Symbole in ihrer Map. Die Schülerinnen legen im Vergleich zu den Schülern mehr Zweige in der Map an.

In der Hauptuntersuchung wird der Einfluss der Lernvoraussetzungen zusätzlich durch einen umfangreichen Fragebogen und Interviews untersucht. Insgesamt lassen sich vielfältige Zusammenhänge aufzeigen. Es können Forschungsergebnisse bestätigt werden, nach denen das Vorwissen der Probandinnen und Probanden maßgeblichen Einfluss auf den Lernerfolg hat. Entgegen der Vermutung kann kein positiver Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Tiefenverarbeitungsstrategien und der Lernleistung gezeigt werden. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass die ermittelte Lernleistung den Einsatz von Tiefenstrategien gar nicht erfordert. Dem widerspricht allerdings ein fehlender Zusammenhang zwischen Oberflächenverarbeitungsstrategien und Lernleistung.

Es können zusätzlich einige Zusammenhänge zwischen der Vorliebe für visuelle bzw. verbale Informationsverarbeitung und der Lernmotivation aufgezeigt werden. Zudem haben diese Verarbeitungsstrategien Einfluss auf die erlebte Selbststeuerung und auf den Einsatz von Informationsverarbeitungsstrategien.

Feststellbar ist in der Hauptuntersuchung weiterhin ein positiver Zusammenhang zwischen den Vorkenntnissen im Computerumgang und den erbrachten Lernleistungen. Dies könnte daran liegen, dass diese Schülerinnen und Schüler eine geringe kognitive Belastung beim Lernen haben als jene, die sich zusätzlich mit dem Computerumgang auseinandersetzen müssen.

Insgesamt lässt sich bereits durch wenige Stichproben der starke Einfluss der Lernvoraussetzungen aufzeigen. Deutlich zeigt sich der Vorteil der Mind Mapping-Methode im Vergleich des Concept Mappings für jüngere, ungeübte Lernende durch die einfache Handhabung. Die entscheidende Einflussgröße „Lernvoraussetzung“ auf das selbstgesteuerte Lernen muss in weiterführenden Untersuchungen genauer untersucht werden. Dabei könnte insbesondere auch der Einfluss der Lesekompetenz auf das Mind Mapping genauer untersucht werden. Die Ergebnisse zu dem Einfluss der Lernvoraussetzungen könnten bedeutsame Fortschritte in der Gestaltung von Unterrichtssituationen in Hinblick auf die Individualisierung der Lernumgebung und der Differenzierung nach Lernvoraussetzungen erzielen. Obwohl das computergestützte Mind Mapping in einer ressourcenbasierten Lernumgebung bereits erste Erfolge in der Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens aufzeigt, müssen weitere Aspekte der Selbststeuerung Beachtung finden. Dabei spielen insbesondere emotionale Aspekte und ein vielfältiges Methodenangebot mit direkter Strategievermittlung eine Rolle.

# Kapitel 9

## Zusammenfassung und Ausblick

Die Fähigkeit des selbstgesteuerten und ressourcenbasierten Lernens gilt heute als Grundvoraussetzung zur Auseinandersetzung mit aktuellen und alltäglichen Problemen und Fragestellungen. Als Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts tritt damit neben der Vermittlung fachlicher Inhalte die Schulung von Kompetenzen, die die Fähigkeiten zum lebenslangen Lernen gewährleisten.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedene Fragestellungen untersucht, die bei der Gestaltung von Lernumgebungen von Bedeutung sind und die unter dem Anspruch stehen, selbstgesteuertes Lernen zu fördern. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf den Einsatz „Neuer Medien“ gelegt, weil Lernen mit Unterstützung durch hypermediale Systeme eine Reihe von Kriterien zur Förderung des selbstgesteuerten Lernens gewährleisten sollte. Da für die Fragestellung der Arbeit nicht auf erprobte Testinstrumente zurückgegriffen werden konnte, mussten Vorstudien mit der Zielsetzung erfolgen, valide Erhebungsinstrumente zu entwickeln, so z. B. ein Fragebogen zum selbstgesteuerten Lernen mittels Mind Mapping. Die Instrumente wurden in einem ersten Schritt in unterschiedlichen Vorstudien erprobt und anschließend modifiziert.

In ersten Untersuchungen mit Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen und Schularten lag der Schwerpunkt der Fragestellung auf der Implementierung der Methode in das Unterrichtsgeschehen und ihrer Akzeptanz. Es konnte bei allen Schülerinnen und Schülern eine hohe Akzeptanz der neuen Methode festgestellt werden; die Implementation des Mapping-Verfahrens in den Unterricht bereitete in keiner der untersuchten Klassen und Lernsituationen Probleme. Ganz entsprechend ergaben sich keine Probleme im Umgang mit dem Computerprogramm „Mind Manager“, das von den Schülerinnen und Schülern insbesondere für Prozesse der Informationsverarbeitung eingesetzt wurde.

Im Fokus der zweiten Vorstudie stand der Lernnutzen des Mind Mappings mit dem „Mind Manager“ und die Erprobung einer situativen Lernumgebung, die nach dem Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ gestaltet wurde. Die Ergebnisse wurden mit Fragebogen und ergänzenden Interviews erhoben und zeigten, dass die untersuchten Schülerinnen und Schüler einer zehnten Jahrgangsstufe durch eine Lernumgebung mit den Werkzeugen „Mapping“ und „Cognitive Apprenticeship“ umfangreiche Hilfestellungen beim selbstgesteuerten Lernen erfahren haben. Das Mind Mapping unterstützte die Anwenderin und den Anwender

dabei sowohl im metakognitiven Bereich als auch bei den kognitiven Prozessen der Informationsverarbeitung. Im konkret kognitiven Bereich fanden die Probandinnen und Probanden während des Lernens Unterstützung bei der Vorbereitung des Lernprozesses (Zielsetzung, Aktivierung von Vorwissen, Bewusstmachen fehlender Informationen,...), der Durchführung der Lernhandlung (Informationsrecherche, Verwalten von Informationen, Verknüpfen und Verstehen von Inhalten,...) und der Anwendung des Gelernten (Ergebnisse präsentieren, Inhalte auf neue Sachverhalte beziehen, Transfer,...).

Aufbauend auf den Untersuchungsergebnissen der Vorstudien wurde eine Hauptuntersuchung durchgeführt, in der das selbstgesteuerte Lernen mittels Mind Mapping im Mittelpunkt der Betrachtung stand. Zusätzlich wurde die Wirkung von Lernhilfen untersucht, die als unterstützende Maßnahmen geplant wurden. In der Untersuchung bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler einer achten Realschulklasse selbstgesteuert eine Fragestellung in der ressourcenbasierten Lernumgebung eines Webquests. Die deutlich jüngeren Schülerinnen und Schüler der achten Jahrgangsstufe bestätigten die Befunde in der Vorstudie mit Probandinnen und Probanden aus zehnten Klassen: sie akzeptierten die neue Methode des Mind Mappings und arbeiteten ohne Probleme mit dem Computerprogramm.

Die Ergebnisse der Auswertung der eingesetzten Fragebögen zeigen, dass sich die Schülerinnen und Schüler insbesondere im Bereich der Informationsverarbeitung durch das Mind Mapping unterstützt fühlen. Ergänzend angestellte Interviews bestätigten das Ergebnis ohne Einschränkung, dass durch den Einsatz des Mapping-Verfahrens insbesondere die Wissensorganisation erleichtert wird. Durch einen Ressourcentest konnte nachgewiesen werden, dass die Arbeit mit dem „Mind Manager“ das Organisieren und Wiederfinden von Informationen und Informationsquellen erleichtert.

Das computerunterstützte Mapping zeigte zudem positiven Einfluss auf weitere Bereiche der Selbststeuerung wie u. a. auf die Motivation und die erlebte Selbststeuerung.

Eine zentrale Frage der Untersuchung war, ob und inwieweit durch die eingesetzte Mapping-Methode auch der Lernerfolg vergrößert wird. Eine Lernkontrolle mittels Concept Mapping konnte zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler mittels Mind Mapping zu einem erhöhten Lernerfolg gelangen.

Von Interesse war, ob die Bereitstellung zusätzlicher Lernhilfen den Lernerfolg weiter erhöhen kann. Die Ergebnisse weisen allerdings auf einen gegenläufigen Effekt hin: der Einsatz von Lernhilfen in Kombination mit dem Mapping wirkte sich negativ auf den Lernzuwachs aus. Damit bestätigt diese Fallstudie Befunde anderer Untersuchungen, dass die Menge des „Inputs an neuen Elementen“ für die Schülerinnen und Schüler beherrschbar bleiben muss, sollen sie in ihrem Zusammenwirken eine positive Wirkung entfalten. Eine Generalisierung dieses Befundes ist jedoch nur mit großen Einschränkungen möglich, da die Untersuchung nur an einer Lerngruppe im achten Schuljahr und einer Thematik stattfinden konnte.

Durch alle Untersuchungen zog sich der Befund, dass das Vorwissen der Probandinnen und Probanden maßgeblichen Einfluss auf den Lernerfolg aufweist. Offensichtlich lässt sich dieser bekanntermaßen dominierende Faktor für das Lernen von neuen Sachverhalten auch nicht durch eine computergestützte Lernumgebung und gewährte besondere Strukturierungshilfen relativieren. Überraschend war eher der Befund, dass sich ein positiver Zusammenhang zwischen den Vorkenntnissen im Umgang mit dem Computer und dem erworbe-

nen Wissen zeigte.

Wie bereits ausgeführt, sind die im Rahmen einer Dissertation zu erhebenden Daten in einer Feldstudie nur begrenzt generalisierbar und bedürfen zur Bestätigung weitergehender Untersuchungen an deutlich größeren Probandengruppen und eingegrenzteren Fragestellungen. Die prinzipielle Tauglichkeit der Methode des Mind Mappings und die Möglichkeit ihres Einsatzes in der Sekundarstufe I bedürfen jedoch keiner weiteren Bestätigung mehr. Im Grundsatz geklärt ist auch die lernfördernde Wirkung dieser Methode und die prinzipielle Unterstützung wichtiger Elemente des selbstgesteuerten Lernens. An diesen Stellen müssten weitere Arbeiten unmittelbar ansetzen, um zu klären, unter welchen Randbedingungen die Lernförderung optimiert und zusätzliche Lernhilfen, in Abhängigkeit von Klassenstufen und behandelten Themenfeldern, eine positive Wirkung entfalten können. Von besonderem Interesse wäre es in Langzeitstudien zu erfassen, welche Lernvorteile und Einsatzgebiete sich im Schulalltag herauskristallisieren. Es muss davon ausgegangen werden, dass erst nach längerer Nutzungsdauer und einer intensiven Auseinandersetzung mit der Methode eine Effektivität im Bereich des Lernens erzielt werden kann.



# Anhang A

## Fragebogen Untersuchung A

# Anhang B

## Fragebogen Untersuchung B

# Anhang C

## Wissenstest Untersuchung B

# Anhang D

## Lernvoraussetzungen Hauptuntersuchung

# Anhang E

## Fragebogen Hauptuntersuchung

# Anhang F

## Interviewfragen Hauptuntersuchung

### Interviewfragen zu den Lernhilfen

1. Wem haben die Lernhilfen beim selbstgesteuerten Lernen geholfen (bzw. nicht geholfen)? (Simultanbefragung)
2. Wie haben die Lernhilfen euch beim Lernen geholfen? (Einzelinterviews mit freien Antworten)
3. Wer wäre auch ohne die Lernhilfen gut zurecht gekommen? Wer hat sie dringend benötigt? (Simultanbefragung)
4. Waren die Lernhilfen hinderlich? Haben sie euch beim Lernen eingeschränkt? (Einzelinterviews mit freien Antworten)

### Interviewfragen zum Mind Mapping

1. Wem hat das Mind Mapping mit dem „Mind Manager smart“ gefallen (bzw. nicht gefallen)? (Simultanbefragung)
2. Wobei hat euch die Technik des Mind Mappings geholfen? (Einzelinterviews mit freien Antworten)
3. Seid ihr der Meinung, das Programm kann auch im herkömmlichen Unterricht helfen? (Einzelinterviews mit freien Antworten)

### Interviewfragen zu Microsoft Word

1. Wem hat die Arbeit mit Word gefallen (bzw. nicht gefallen)? (Simultanbefragung)
2. Wobei hat euch die Arbeit mit Word geholfen? (Einzelinterviews mit freien Antworten)
3. Seid ihr der Meinung, dass das Programm auch im herkömmlichen Unterricht helfen kann? (Einzelinterviews mit freien Antworten)

### **Interviewfragen zum Webquest**

1. Wem hat die Arbeit mit dem Webquest gefallen? (Simultanbefragung)
2. Wem war die Arbeit mit dem Webquest zu schwer? Wem war sie zu leicht? (Simultanbefragung)
3. Was war an der Arbeit mit dem Webquest gut? Was hat euch nicht gefallen? (Einzelinterviews mit freien Antworten)

### **Interviewfragen zum Concept Mapping**

1. Wem hat das Programm gefallen / nicht gefallen? (Simultanbefragung)
2. War es zu schwer (zu leicht) eine Concept Map mit „MaNET“ zu entwerfen? (Einzelinterviews mit freien Antworten)
3. Was hat euch beim Concept Mapping (nicht) gefallen? (Einzelinterviews mit freien Antworten)

### **Interviewfragen zu den Fragebogenergebnissen**

1. Habt ihr das Gefühl, dass ihr die Fragen des Fragebogens verstanden habt? (Simultanbefragung mit allen Gruppen)
2. Habt ihr das Gefühl, dass die Untersuchung zu leicht (zu schwer) war? (Simultanbefragung mit allen Gruppen)
3. Habt ihr ein gutes Gefühl bei der selbstgesteuerten Arbeit mit dem Webquest? Oder hättet ihr gern mehr (weniger) Hilfestellungen gehabt? (Einzelinterviews mit freien Antworten mit der Gruppe IV)
4. Hattet ihr genug Freiheiten bei der selbstgesteuerten Arbeit mit dem Webquest? Oder hättet ihr gern mehr (oder weniger) Hilfestellungen gehabt? Haben euch die Lernhilfen bzw. das Mind Mapping beim Arbeiten eingeschränkt? (Einzelinterviews mit freien Antworten mit den Gruppen I bis III)
5. Was hat euch bei der Untersuchung besonders viel Spaß gebracht? Was weniger? (Einzelinterviews mit freien Antworten mit den Gruppen I bis III)
6. Wer benutzt das Mapping Programm „Mind Manager“ weiterhin? Wofür wird es eingesetzt? (Simultanbefragung der Gruppen I und II)

# Anhang G

## Einführung Concept Mapping

Die folgende Seite stand den Schülerinnen und Schülern während der Arbeit mit „MaNET“ zur Verfügung. Adäquate Abbildungen bekamen die Untersuchungsteilnehmerinnen und -teilnehmer zu den Programmen „Mind Manager Smart“ und „Microsoft Word“.





# Anhang I

## Webquest „Lehm“

# Literaturverzeichnis

- [1] LIST, J.: *Mathematik, Naturwissenschaft und Technik: Basisqualifikation für die Wissensgesellschaft*. 1. Köln : Deutscher Instituts-Verlag, 1999
- [2] MANDL, H. ; FISCHER, F.: *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. 1. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle : Hogrefe, 2000
- [3] KLAFKI, W.: *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik*. 1. Basel : Weinheim, 1985
- [4] OECD: *The PISA 2003 Assessment framework - Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. 1. Paris : OECD, 2003
- [5] PARCHMANN, I. ; MENTHE, J.: Chemie lernen und durch Chemie lernen - Aspekte eines an Kompetenzen orientierten Chemieunterrichts. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* 53 (2004), Nr. 8, S. 12–17
- [6] KING, A.: Cognitive strategy instruction for middle and high schools. In: WOOD, E. (Hrsg.) ; WOLOSHYN, V. (Hrsg.) ; WOLLOUGHBY, T. (Hrsg.): *Cognitive strategies for learning from direct teaching*. Cambridge : Brookline Books, 1995, S. 18–65
- [7] PRENZEL, M.: Autonomie und Motivation im Lernen Erwachsener. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (1993), S. 239–253
- [8] DUBS, R.: Selbständiges (eigenständiges oder selbstgeleitetes) Lernen: Liegt darin die Zukunft? In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 89 (1993), Nr. 2, S. 113–117
- [9] WEINERT, F. E.: Lerntheorien und Instruktionsmodelle. In: WEINERT, F. E. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete, Serie I Pädagogische Psychologie, Band 2 Psychologie des Lernens und der Instruktion*. Göttingen : Hogrefe, 1996, S. 1–48
- [10] JONASSEN, D. H. ; BEISSNER, K. ; YACCI, M.: *Structural knowledge: Techniques for representing, conveying, and acquiring structural knowledge*. 1. Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1993

- [11] WEINERT, F. E.: Lernen als Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts. In: *Unterrichtswissenschaft* 10 (1982), S. 99–110
- [12] SIMONS, R.-J.: Lernen, selbständig zu lernen - ein Rahmenmodell. In: *Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention*. Hogrefe, 1992, S. 249–263
- [13] THIELKE, S.: *Lernertypen und Lernstrategien in der hypermedialen Lernumgebung Race. Eine Untersuchung zur Bestimmung von Lernertypen über Selbsteinschätzungs- und Verhaltensdaten sowie ihr Einfluss auf die Lernleistung*. 1. Universität Oldenburg : Verfügbar unter: docserver.bis.uni-oldenburg.de, 2003
- [14] KONRAD, K.: *Förderung und Analyse von selbstgesteuerten Lernen in kooperativen Lernumgebungen: Bedingungen, Prozesse und Bedeutung kognitiver sowie metakognitiver Strategien für den Erwerb und Transfer konzeptuellen Wissens*. 1. München : Pabst Science Publishers, 2005
- [15] SCHREIBER, B.: *Selbstreguliertes Lernen - Entwicklung und Evaluation von Trainingsansätzen für Berufstätige*. 1. Münster, New York, München, Berlin : Waxmann, 1998
- [16] SCHMECK, R. R.: *Learning styles and learning strategies*. 1. London : Plenum Press, 1988
- [17] MANDL, H. ; FRIEDRICH, H.: *Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention*. 1. Göttingen, Toronto, Zürich : Hogrefe, 1992
- [18] BAUMERT, J.: Lernstrategien, motivationale Orientierung und Selbstwirksamkeitsüberzeugung im Kontext schulischen Lernens. In: *Unterrichtswissenschaft* 21 (1993), Nr. 4, S. 227–253
- [19] KRAPP, A.: Lernstrategien: Konzepte, Methoden, Befunde. In: *Unterrichtswissenschaft* 21 (1993), Nr. 4, S. 291–311
- [20] WILD, K. P.: *Lernstrategien im Studium. Strukturen und Bedingungen*. 1. Münster : Waxman, 2000
- [21] MAYER, R.: Learning strategies: An overview. In: WEINSTEIN, C. (Hrsg.) ; GOETZ, E. (Hrsg.) ; ALEXANDER, P. (Hrsg.): *Learning and study strategies: Issues in assessment, instruction, and evaluation*. San Diego : CA: Academic Press, 1988, S. 11–22
- [22] KLAUER, K.: Teaching for learning-to-learn: A critical appraisal with some proposals. In: *Instructional Science* 17 (1988), S. 351–367
- [23] BALLSTAEDT, S.: *Texte verstehen, Texte gestalten*. 1. München : Urban und Schwarzenberg, 1981

- [24] ZIMMERMAN, B. J. ; MARTINEZ-PONZ, M.: Development of structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. In: *American Educational Research Journal* 23 (1986), S. 614–628
- [25] ZIMMERMAN, B. J.: Models of self-regulated learning and academic achievement. In: ZIMMERMAN, B. J. (Hrsg.) ; SCHUNK, D. H. (Hrsg.): *Self-regulated learning and academic achievement*. New York : Springer-Verlag, 1989, S. 1–25
- [26] ARTELT, C.: *Strategisches Lernen*. 1. Münster : Waxmann, 2000
- [27] DANSEREAU, D. F.: Learning strategies. In: SEGAL, J. (Hrsg.) ; CHIPMAN, S. (Hrsg.) ; GLASER, R. (Hrsg.): *Thinking and learning skills* Bd. 1. Hillsdale : NJ: Erlbaum, 1985, S. 209–239
- [28] KINTSCH, T.: Toward a model of text comprehension and production. In: *Psychological Review* 85 (1978), S. 363–394
- [29] DANSEREAU, D. F. ; HOLLEY, Ch.: Development and evaluation of a text-mapping strategy. In: FLAMMER, W. (Hrsg.): *Discourse processing*. Amsterdam : North Holland Publishing Company, 1982, S. 536–544
- [30] WEINSTEIN, C. E. ; MAYER, R. E.: The teaching of learning strategies. In: WITTRICK, M. C. (Hrsg.): *Handbook of research on teaching* Bd. 3. New York : Macmillan, 1986, S. 315–327
- [31] FRIEDRICH, H. F.: Analyse und Förderung kognitiver Lernstrategien. In: *Empirische Pädagogik* 9 (1995), Nr. 2, S. 115–153
- [32] BRANSFORD, J. D. ; STEIN, B. S. ; SHELTON, T. S. ; OWINGS, R. A.: Cognition and Adaption: The importance of learning to learn. In: HARVEY, J. (Hrsg.): *Cognition, social behavior, and the environment*. Hillsdale : NJ:Erlbaum, 1981, S. 93–110
- [33] REDER, L. M.: Techniques available to author, teacher, and reader to improve retention of main ideas of a chapter. In: CHIPMAN, S. F. (Hrsg.) ; SEGAL, J. W. (Hrsg.) ; GLASER, R. (Hrsg.): *Teaching and thinking skills* Bd. 2. Hillsdale : NJ:Erlbaum Associates, 1985, S. 37–64
- [34] ATKINSON, R. C. ; SHIFFRIN, R.M.: Human memory: A proposed system and its control processes. In: SPENCE, K. W. (Hrsg.): *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* Bd. 2. New York : Academic Press, 1968, S. 89–195
- [35] BADDELEY, A.: *Human memory - theory and practice*. 1. Hillsdale : NJ:Erlbaum, 1990
- [36] DANSEREAU, D. F.: The development of a learning strategies curriculum. In: O'NEIL, H. F. (Hrsg.): *Learning strategies*. New York : Academic Press, 1978, S. 1–29

- [37] DANSEREAU, D. F. ; COLLINS, K. W. ; McDONALD, B. A. ; HOLLEY, C. D. ; GARLAND, J. ; DIEKHOF, G. et a.: Development and Evaluation of a Learning Strategy Training Program. In: *Journal of Educational Psychology* 1 (1979), Nr. 71, S. 64–73
- [38] PINTRICH, P. R. ; GARCIA, T.: Student goal orientation and self-regulation in college classroom. In: MAEHR, M. L. (Hrsg.) ; PRINTRICH, P. R. (Hrsg.): *Advances and motivation in Archievement*. Greenwich, CT : Jaipress, 1991, S. 371–492
- [39] WILD, K. P. ; SCHIEFELE, U.: Induktiv versus deduktiv entwickelte Fragebogenverfahren zur Erfassung von Merkmalen des Lernverhaltens. In: *Unterrichtswissenschaft* 21 (1993), Nr. 4, S. 312–326
- [40] DANSEREAU, D. F.: Learning strategy research. In: SEGAL, J. W. (Hrsg.) ; CHIPMAN, S. F. (Hrsg.) ; GLASER, R. (Hrsg.): *Thinking and learning skills: Vol. 1: Relating instruction to research*. Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1985, S. 209–239
- [41] MCCOMBS, B. L. ; MARZANO, R. J.: Putting the self in self-regulated learning: The self as agent in integrating will and skill. In: *Educational Psychologist* 25 (1990), S. 51–69
- [42] FRIEDRICH, H. *Selbstgesteuertes Lernen - sechs Fragen, sechs Antworten*. 1999
- [43] SCHIEFELE, U.: *Motivation und Lernen mit Texten*. 1. Göttingen : Hogrefe, 1996
- [44] BANDURA, A.: *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. 1. Englewood Cliffs : NJ: Prentice Hall, 1986
- [45] PINTRICH, P. ; SMITH, D. A. F. ; GARCIA, T. ; MCKEACHIE, W. J.: Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). In: *Educational and Psychological Measurment* 53 (1993), S. 801–813
- [46] BROWN, A.: Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In: GLASER, R. (Hrsg.): *Advances in instructional Psychology* Bd. 1. Hillsdale : NJ: Erlbaum, 1978, S. 77–165
- [47] FISCHER, P. ; MANDL, H.: Förderung von Lernkompetenz und Lernregulation. Zentrale Komponenten der Steuerung und Regulation von Lernprozessen. In: KÖTTER, H. (Hrsg.): *Kognitive Prozesse und Unterricht*. Düsseldorf : Schwann, 1983, S. 263–317
- [48] FRIEDRICH, H. ; MANDL, H.: Psychologische Aspekte autodidaktischen Lernens. In: *Unterrichtswissenschaft* 18 (1990), Nr. 3, S. 197–218
- [49] BALLSTAEDT, S.-P. ; MANDL, H. ; SCHNOTZ, W. ; TERGAN, S.-O.: *Texte verstehen - Texte gestalten*. 1. München : Urban and Schwarzenberg, 1981

- [50] DERRY, S. J. ; MURPHY, D. A.: Designing systems that train learning abilities: From theory to practice. In: *Review of Educational Research* 56 (1986), Nr. 1, S. 1–39
- [51] VAURAS, M.: *Text learning strategies in school-aged students*. 1. Helsinki: Academia Scientiarum Fennica : Dissertation, 1991
- [52] ZIMMERMAN, B. J.: Becoming a self-regulated learner: An overview. In: *Theory Into Practice* 41 (2002), Nr. 2, S. 64–70
- [53] ZIMMERMAN, B. J.: Theories of self-regulated learning and academic achievement: An overview and analysis. In: ZIMMERMAN, B. J. (Hrsg.) ; SCHUNK, D. H. (Hrsg.): *Self-regulated learning and academic achievement. Theoretical perspectives*. 2. Mahwah, NJ : Erlbaum, 1989, S. 1–37
- [54] SKINNER, B. F.: *The technology of teaching*. 1. New York : Appeltion-Century-Crofts, 1968
- [55] MACE, F. C. ; BELFIORE, P. J. ; HUTCHINSON, J. M.: Operant theory and research on self-regulation. In: ZIMMERMAN, D. H. (Hrsg.): *Self-regulated learning and academic achievement. Theoretical perspectives*. 2. Mahwah : NJ: Erlbaum, 2001, S. 39–65
- [56] MCCOMBS, B. L.: Self-regulated learning and academic achievement: A phenomenological view. In: ZIMMERMAN, B. J. (Hrsg.) ; SCHUNK, D. H. (Hrsg.): *Self-regulated learning and academic achievement. Theoretical perspectives* Bd. 2. Mahwah : NJ: Erlbaum, 2001, S. 67–123
- [57] CARVER, C. S. ; SCHEIER, M. F.: Control-theory: A useful conceptual framework for personality-social, clinical, and health psychology. In: *Psychological Bulletin* 92 (1982), S. 111–135
- [58] KUHL, J. ; KRASKA, K.: Selfregulation in learning. In: HUSEN, T. (Hrsg.): *International encyclopedia of education* Bd. 9. 2. Exeter : BPC Wheatons Ltd, 1994, S. 5400 – 5403
- [59] CORNO, L.: Volitional aspects of self-regulated learning. In: ZIMMERMAN, D. H. (Hrsg.): *Self-regulated learning and academic achievement. Theoretical perspectives*. 2. Mahwah : NJ: Erlbaum, 2001, S. 191 – 225
- [60] VYGOTSKY, L. S.: *Mind in society*. 1. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1978
- [61] ENGESTRÖM, Y.: *Learning by expanding. An activity-theoretical approach to developmental research*. 1. Helsinki : Orienta-Konsultit, 1987
- [62] PIAGET, J.: *The grasp of consciousness: Action and concept in the young child*. 1. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1976

- [63] PIAGET, J.: *Equilibration of cognitive structures*. 1. Chicago : University of Chicago Press, 1985
- [64] DE CORTE, E.: Marrying theory building and the improvement of school practice: A permanent challenge for instructional psychology. In: *Learning and Instruction* 10 (2000), S. 249 – 266
- [65] DUFFY, T. M. ; JONASSEN, D. H.: Constructivism: New implications for instructional technology. In: DUFFY, D. H. (Hrsg.): *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Hillsdale : NJ: Erlbaum, 1992, S. 1–16
- [66] KLIMSA, P.: *Neue Medien und Weiterbildung: Anwendung und Nutzung in Lernprozessen der Weiterbildung*. 1. Weinheim : Deutscher Studien Verlag, 1993
- [67] MANDL, H. ; REINMANN-ROTHMEIER, G.: *Wissensmanagement. Forum Wirtschaft und Soziales*. 1. München. Oldenbourg : Hanns-Seidel-Stiftung eV, 1997. – 20,95,98 S
- [68] DUBS, R.: Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 41 (1995), Nr. 6, S. 889–903
- [69] STORK, H.: Was bedeuten die aktuellen Forderungen „Schülvorstellungen berücksichtigen, konstruktivistisch lehren!“ für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I? In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 1 (1995), S. 15–28
- [70] VYGOTSKY, L. S.: *Thought and language*. 1. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1962
- [71] MERRILL, M. D.: Constructivism and Instructional Design. In: *Educational Technology* 31 (1991), S. 45–53
- [72] DILLENBOURG, P. ; BAKER, M. J. ; BLAYE, A. ; O’MALLEY, C.: The evolution of research on collaborative learning. In: REIMANN, H. (Hrsg.): *Learning in humans and machines: Towards an interdisciplinary learning science*. Oxford : Pergamon, 1996, S. 189–211
- [73] KRAPP, A.: Die Psychologie der Lernmotivation. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (1993), Nr. 2, S. 187–206
- [74] FISCHER, H. E.: Scientific Literacy und Physiklernen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 4 (1998), Nr. 2, S. 41–52
- [75] HACKER, D. J.: Definitions and empirical foundations. In: HACKER, D. J. (Hrsg.) ; DUNLOSKY, J. (Hrsg.) ; GRAESSER, A. C. (Hrsg.): *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah : NJ: Erlbaum, 1998, S. 1–23



- [76] FLAVELL, J. H.: Metacognitive aspects of problem-solving. In: RESNICK, L. B. (Hrsg.): *Nature of intelligence*. Hillsdale : NJ: Erlbaum, 1976, S. 231–236
- [77] FLAVELL, J. H.: Metacognition and cognitive monitoring. A new area of cognitive-developmental inquiry. In: *American Psychologist* 34 (1979), S. 906–911
- [78] SCHRAW, G.: On the development of adult metacognition. In: SMITH, T. (Hrsg.): *Adult learning and development: Perspectives from educational psychology*. Mahwah : NJ: Erlbaum, 1998, S. 89–106
- [79] BROWN, A. L.: Metakognition, Handlungskontrolle, Selbststeuerung und andere, noch geheimnisvollere Mechanismen. In: WEINERT, F. E. (Hrsg.) ; KLUWE, R. H. (Hrsg.): *Metakognition, Motivation und Lernen*. Stuttgart : Kohlhammer, 1984, S. 60–109
- [80] WEINERT, F. E.: Lernen lehren und das eigene Lernen verstehen. In: REUSSER, K. (Hrsg.) ; REUSSER-WEYENETH, M. (Hrsg.): *Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe*. 1. Bern : Huber, 1994, S. 183–205
- [81] JACOBS, J. E. ; PARIS, S. G.: Children’s metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. In: *Educational Psychologist* 22 (1987), S. 255 – 278
- [82] THOMPSON, S. C.: Will it hurt less if I can control it? A complex answer to a simple question. In: *Psychological Bulletin* 90 (1981), S. 89–102
- [83] ZIMMERMAN, B. J.: Achieving selfregulation: The trial and triumph of adolescence. In: PAJARES, F. (Hrsg.) ; URDAN, T. T. (Hrsg.): *Adolescence and education*. 2. Greenwich, CT : Information Age Publishing, 2002, S. 66–78
- [84] SCHRAW, G.: On the development of adult metakognition. In: SMITH, M. C. (Hrsg.) ; POURCHOT, T. (Hrsg.): *Adult learning and development: Perspectives from educational psychology*. Mahwah, NJ : Erlbaum, 1998, S. 89–106
- [85] LEY, K. ; YOUNG, D. B.: *Instructional principles for self-regulation*. 1. University : www.acet.org, 2001
- [86] BUTLER, D. L. ; WINNE, P.: Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. In: *Review of Educational Research* 65 (1995), S. 245–281
- [87] KITSANTAS, B. J.: Self-regulation of motoric learning: A strategic cycle view. In: *Journal of Applied Sport Psychology* 10 (1998), S. 220–239
- [88] DECI, E. L. ; RYAN, R. M.: *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. 1. New York : Plenum, 1985

- [89] BOEKAERTS, M.: Self-regulated Learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers and students. In: *Learning and Instruction* 7 (1997), Nr. 2, S. 161 – 186
- [90] KONRAD, K.: Selbstgesteuertes Lernen: Differentielle Effekte unterschiedlicher Handlungsfelder und demographischer Variablen. In: *Unterrichtswissenschaft* 28 (2000), S. 75–91
- [91] BOEKAERTS, M.: Self-regulated learning: were we are today. In: *International Journal of Educational Research* 31 (1999), S. 445–457
- [92] ARTELT, C. ; DEMMRICH, A. ; BAUMERT, J.: Selbstreguliertes Lernen. In: *Pisa 2000 Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen : Deutsches Pisa-Konsortium (Hrsg.), 2001, S. 271–280
- [93] SPÖRER, N.: *Strategie und Lernerfolg: Validierung eines Interviews zum selbstregulierten Lernen*, Universität Potsdam, Diss., 2003
- [94] FRIEDRICH, H. ; MANDL, H.: Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: WEINERT, F. (Hrsg.) ; MANDL, H. (Hrsg.): *Psychologie der Erwachsenenbildung* Bd. 4. Göttingen : Hogrefe, 1997, S. 237–293
- [95] PEKTRUN, R. ; SCHIEFELE, U.: Emotions- und motivationspsychologische Bedingungen der Lernleistung. In: WEINERT, F. E. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Psychologie (Themenbereich D: Praxisgebiete, Serie I, Pädagogische Psychologie, Band 2: Psychologie des Lernens und der Instruktion)*. Göttingen : Hogrefe, 1996, S. 153–180
- [96] MCCOMBS, J. S.: The role of affective variables in autonomous learning. In: *Educational Psychologist* 24 (1989), S. 277–306
- [97] PINTRICH, P. R. ; ROESER, R. W. ; DE GROOT, E. A. M.: Classroom and individual differences in early adolescents' motivation and self-regulation learning. In: *Journal of Early Adolescence* 14 (1994), S. 139–161
- [98] WILD, K. P. ; SCHIEFELE, U.: Lernstrategien im Studium. Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* 15 (1994), S. 185–200
- [99] PINTRICH, P. R. ; DE GROOT, E.V.: Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. In: *Journal of Educational Psychology* 82 (1994), S. 33–40
- [100] ARNOLD, J.: Deutungslernen in der Erwachsenenbildung. Grundlinien und Illustrationen zu einem konstruktivistischen Lernbegriff. In: *Zeitschrift für die Pädagogik* 42 (1996), S. 719–730

- [101] SCHNEIDER, W. ; BJORKLUND, D. F.: Memory. In: KUHN, D. (Hrsg.) ; SIEGLER, R. S. (Hrsg.): *Handbook of child psychology* Bd. 2. New York : Wiley and Sons, 1997, S. 467–521
- [102] HASSELHORN, M.: Metakognition. In: ROST, D. H. (Hrsg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim : Beltz PUV, 2001, S. 466–470
- [103] ARTELT, C.: Lernstrategien in der Schule. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; FRIEDRICH, H. F. (Hrsg.): *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen : Hogrefe, 2006, S. 337–351
- [104] FLAVELL, J. H. ; WOHLWILL, J. F.: Formal and functions aspects of cognitive development. In: ELKIND, D. (Hrsg.) ; FLAVELL, J. H. (Hrsg.): *Studies in cognitive development*. New York : Oxford University Press, 1969, S. 67–120
- [105] PRESSLEY, M. ; BORKOWSKI, J. G. ; SCHNEIDER, W.: Cognitive strategy users coordinate metakognition and knowledge. In: VASTA, R. (Hrsg.) ; WHITEHURST, G. (Hrsg.): *Annals of child development*. New York : Jai Press, 1987, S. 89–129
- [106] BAUMERT, J.: Lernstrategien, motivationale Orientierung und Selbstwirksamkeitsüberzeugung im Kontext schulischen Lernens. In: *Unterrichtswissenschaft* 4 (1993), S. 327–354
- [107] BAUMERT, J. ; KÖLLER, O.: Lernstrategien und schulische Leistungen. In: MÖLLER, J. (Hrsg.) ; KÖLLER, O. (Hrsg.): *Emotion, Kognition, Schulleistung*. Weinheim : Beltz Psychologie Verlag Union, 1996, S. 137–154
- [108] STEBLER, R. ; REUSSER, K.: *Self-reported strategies use - How do secondary school students prepare for mathematics assessments?* 1. Athen : 7th European Conference for Learning and Instruction, 1997
- [109] PRESSLEY, M. ; BORKOWSKI, J. G. ; SCHNEIDER, W.: Good information processing: What it is and how education promote it. In: *International Journal Educational Research* 13 (1989), S. 857–867
- [110] PARIS, S. G. ; LIPSON, M. Y. ; WIXSON, K. K.: Becoming a strategie reader. In: *Contemporary Educational Psychology* 8 (1983), S. 239–316
- [111] PINTRICH, P. R.: The role of goal-orientation in self-regulated learning. In: PINTRICH, M. (Hrsg.): *Handbook of self-regulation*. San Diego : Academic Press, 2000, S. 451–501
- [112] ZIMMERMAN, B. J.: Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In: BOEKAERTS, M. (Hrsg.) ; PINTRICH, P. R. (Hrsg.) ; ZEIDNER, M. (Hrsg.): *Handbook of self-regulated learning*. San Diego, CA : Academic Press, 2000, S. 13–39

- [113] LEUTNER, D. ; LEOPOLD, C.: Selbstregulation beim Lernen aus Sachtexten. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; FRIEDRICH, H. F. (Hrsg.): *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen : Hogrefe, 2006, S. 337–351
- [114] BLK: *Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung: Lebenslanges Lernen*. Bd. 88. 1. www.blk-bonn.de, 2001
- [115] CRAIK, F. I. M. ; LOCKHART, R. S.: Levels of processing: A framework for memory research. In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11 (1972), S. 671–684
- [116] RIDING, R. J. ; CHEEMA, I.: Cognitive styles-An overview and integration. In: *Educational Psychology* 11 (1991), S. 193–215
- [117] PAIVIO, A.: *Mentale representations: A dual coding approach*. 1. New York : Oxford University Press, 1986
- [118] KOZHEVNIKOV, M. ; HEGARTY, M. ; MAYER, R. E.: Visual/spatial abilities in problem solving in physics. In: ANDERSON, M. (Hrsg.) ; MEYER, B. (Hrsg.) ; OLIVIER, P. (Hrsg.): *Diagrammatic representation and reasoning*. New York : Springer, 2002, S. 155–173
- [119] FRIEDRICH, H.: Selbstgesteuertes Lernen, Lernstrategien, Schule. In: *Pädagogisches Handeln* 1 (1997), Nr. 2, S. 97–108
- [120] WELTNER, K.: *Autonomes Lernen*. 1. Stuttgart : Klett-Cotta, 1978
- [121] PINTRICH, P. ; SMITH, D. A. F. ; GARCIA, T. ; MCKEACHIE, W. J.: *The motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ)*. 1. Ann Arbor, MI : NCRIPAL, The University of Michigan, 1991
- [122] WILD, K. P. ; SCHIEFELE, U.: Lernstrategien im Studium. Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragenbogens. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* 15 (1994), S. 185–200
- [123] BAUMERT, J. ; HEYN, S. ; KÖLLER, O.: *Das Kieler Lernstrategien-Inventar (KSI)*. 1. Kiel : Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel, 1992
- [124] BAUMERT, J. ; KLIEME, E. ; NEUBRAND, M. ; PRENZEL, M. ; SCHIEFELE, U. ; SCHNEIDER, W. ; TILLMANN, K.-J. ; WEISS, M.: *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. 1. Opladen : Leske und Budrich, 2001
- [125] BAUMERT, J. ; LEHMANN, R.: *TIMSS-Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. 1. Opladen : Leske und Budrich, 1997

- [126] FISCHER, H. E. ; KLEMM, K. ; LEUTNER, D. ; SUMFLETH, E. ; TIEMANN, R. ; WIRTH, J.: Naturwissenschaftliche Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 9 (2003), S. 179–209
- [127] RENKL, A.: Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. In: *Psychologische Rundschau* 47 (1996), S. 78–92
- [128] BORKOWSKI, J. G. ; TURNER, L.: Transsituational characteristics of metacognition. In: SCHNEIDER, W. (Hrsg.) ; WEINERT, F. E. (Hrsg.): *Interactions among aptitudes, strategies, and knowledge in cognitive performance*. New York : Springer, 1990, S. 159–176
- [129] GRÄBER, W. ; STORK, H.: Die Entwicklungspsychologie Jean Piagets als Mahnerin und Helferin des Lehrers im naturwissenschaftlichen Unterricht. Teil 1. In: *MNU: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 37 (1984), Nr. 4, S. 193–201
- [130] GRÄBER, W.: Interesse am Unterrichtsfach Chemie, an Inhalten und Tätigkeiten. In: *Chemie in der Schule* 39 (1992), Nr. 10, S. 354–358
- [131] SJÖBERG, S.: The SAS-study: Science and scientists cross-cultural evidence and perspectives on pupil's interests, experiences and perceptions / University of Oslo. 1999. – Forschungsbericht. 1
- [132] OF CHILD HEALTH, Nationale I. ; DEVELOPMENT, Human: *Report of the National Reading Panel: Teaching children to read*. 1. Washington, DC : US Government Printing Office, 2000
- [133] GLASER, R.: The reemergence of learning theory within instructional research. In: *American Psychologist* 45 (1990), S. 29–39
- [134] FRIEDRICH, H. F.: Unterrichtsmethoden und Lernstrategien. In: WIECHMANN, J. (Hrsg.): *Zwölf Unterrichtsmethoden. Vielfalt für die Praxis*. Weinheim : Beltz, 1999, S. 163–172
- [135] STADELHOFFER, C. ; MARQUARD, M.: *Selbstgesteuertes Lernen und Neue Kommunikationstechnologien - Gutachten für das BMBF*. 1. Universität Ulm : Online unter: [www.uni-ulm.de](http://www.uni-ulm.de), 1998
- [136] DE WITT, C. ; KERRES, M.: Technische Lernumgebungen und selbstgesteuertes Lernen in der politischen Erwachsenenbildung. In: ET AL., Bernd C. (Hrsg.): *Handbuch Erwachsenenbildung und politische Kultur in NRW*. Essen, Online unter: [www.edumedia.uni-duisburg.de](http://www.edumedia.uni-duisburg.de) : Klartext, 2002, S. 26–30
- [137] DEMUTH, R. ; HUNTEMANN, H. ; PARCHMANN, I. ; PASCHMANN, A. ; RALLE, B.: Chemie im Kontext- Begründung und Realisierung eines Lernens in sinnstiftenden Kontexten. In: *Praxis der Naturwissenschaften Chemie* 50 (2001), Nr. 1, S. 2–7

- [138] RAKES, G. C.: Using the Internet as a Tool in a Resource-Based Learning Environment. In: *Educational Technology* 36 (1996), Nr. 5, S. 52–56
- [139] TERGAN, S.-O.: Individuelles Wissens- und Informationsmanagement mit Concept Maps beim ressourcenbasierten Lernen. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; FRIEDRICH, H. F. (Hrsg.): *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen : Hogrefe, 2006, S. 307–324
- [140] DODGE, B.: Web Quests A technique for Internet-based learning. In: *Airstance Educator* 1 (1995), Nr. 2, S. 10–13
- [141] SWELLER, J.: Cognitive Load theory, learning difficulty and instructional design. In: *Learning and Instruction* 4 (1994), S. 295–312
- [142] HANNAFIN, M. J. ; HILL, J. R. ; MCCARTHY, J. E.: Designing ressource-based learning performance support systems. In: WILEY, D. (Hrsg.): *The instructional use of learning objects*. Bloomington, IN : Association for Educational Communications and Technology, in press, S. in press
- [143] COOK, L. K. ; MAYER, R. E.: Teaching readers about the structure of scientific text. In: *Journal of Educational Psychology* 80 (1988), S. 448–456
- [144] FRIEDRICH, H. F.: Die Vermittlung von reduktiven Textverarbeitungsstrategien durch Selbstinstruktion. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; FRIEDRICH, H. F. (Hrsg.): *Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention*. 1. Göttingen, Toronto, Zürich : Hogrefe, 1992, S. 193–212
- [145] SPIRO, R. J. ; FELTOVICH, P. J. ; JACOBSON, M. J. ; COULSON, R. L.: Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In: *Educational Technology* 31 (1991), Nr. 5, S. 24–33
- [146] COLLINS, A. ; BROWN, J. ; NEWMAN, S.: Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In: RESNICK, L. (Hrsg.): *Knowing, learning, and instructions: Essays in honor of Robert Glaser*. Hillsdale, New York : Erlbaum, 1989, S. 453–494
- [147] KUNZ, F.: *Intelligente Tutorielle Systeme*. 1. Göttingen : Hogrefe, 1987
- [148] KUHLEN, R.: *Hypertext ein nicht lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank*. 1. Berlin : Springer Verlag, 1991
- [149] ISSING, L. J.: Lernen mit Multimedia aus psychologisch-didaktischer Perspektive. In: DÖRR, G. (Hrsg.) ; JÜNGST, K. L. (Hrsg.): *Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen*. Weinheim : Juventa, 1998, S. 159–178

- [150] KLEIN, B.: *Didaktisches Design hypermedialer Lernumgebungen: Die adaptive Lernumgebung „incops“ zur Einführung in die Kognitionswissenschaft*. 1. Marburg : Tectum Verlag, 2000
- [151] JONASSEN, D. H.: *Hypertext/Hypermedia*. 1. Englewood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications, 1989
- [152] JONASSEN, D. H. ; GRABINGER, R. S.: Problems and Issues in Designing Hypertext/Hypermedia for Learning. In: JONASSEN, D. H. (Hrsg.) ; MANDL, H. (Hrsg.): *Designing Hypermedia for Learning*. Berlin : Springer Verlag, 1990, S. 3–26
- [153] JONASSEN, D. H. ; WANG, S.: Acquiring structural knowledge from semantically structured hypertext. In: *Journal of Computer-Based Instruction* 20 (1993), S. 1–8
- [154] GERDES, H.: *Lernen mit Texten und Hypertext*. 1. Lengerich: Pabst Science Publishers, 1997
- [155] SPIRO, R. J. ; FELTOVICH, P. J. ; JACOBSON, M. J. ; COULSON, R. L.: Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In: *Educational Technology* 31 (1991), S. 24–33
- [156] CONKLIN, J.: Hypertext: A survey and introduction. In: *IEEE Computer* 20 (1987), Nr. 9, S. 17–41
- [157] WIECHMANN, J.: *Zwölf Unterrichtsmethoden. Vielfalt für die Praxis*. 1. Weinheim : Beltz, 1999
- [158] DECI, E. L. ; RYAN, R. M.: Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (1993), Nr. 2, S. 223–238
- [159] BROWN, A. L. ; PALINCSAR, A. S.: Guided, cooperative learning, and individual knowledge acquisition. In: RESNICK, L. B. (Hrsg.): *Knowing, learning, and instruction*. Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1989, S. 393–451
- [160] EPPLER, R. ; HUBER, G.: Wissenserwerb im Team: Empirische Untersuchung von Effekten des Gruppen-Puzzels. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 37 (1990), Nr. 3, S. 172–178
- [161] SLAVIN, R. E.: Research on cooperative learning and achievement- What we know, what we need to know. In: *Contemporary Educational Psychologist* 21 (1996), S. 43–69
- [162] PAIVIO, A.: *Imagery and verbal processes*. 1. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1971

- [163] SANTA, J. L.: Spatial transformations of words and pictures. In: *Journal of Experiment Psychology: Human Learning and Memory* 3 (1977), S. 418–427
- [164] ROLAND, P. E. ; FRIBERG, L.: Localization of cortical areas activated by thinking. In: *Journal of Neuropsychology* 53 (1985), S. 1219–1243
- [165] SHEPARD, R. N. ; METZLER, J.: Mental rotation of three-dimensional objects. In: *Science* 171 (1971), S. 701–703
- [166] MC NAMARA, T. P. ; HARDY, J. K. ; HIRTLE, S. C.: Subjective hierarchies in spatial memory. In: *Journal of Experiment Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 15 (1989), S. 211–227
- [167] MAYER, R. E.: Multimedia learning: Are we asking the right questions? In: *Educational Psychologist* 32 (1997), Nr. 1, S. 1–19
- [168] SCHNURER, K. ; STARK, R. ; MANDL, H.: Auf dem Weg in eine neue Lehr-Lern-Kultur. Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. In: *Erziehungswissenschaft und Beruf* 2 (2003), S. 148–161
- [169] HOLLEY, C. D. ; DANSEREAU, D. F.: The development of spatial learning strategies. In: HOLLEY, C. D. (Hrsg.) ; DANSEREAU, D. F. (Hrsg.): *Spatial learning strategies. Techniques, applications, and related issues*. New York : Academic Press, 1984, S. 3–19
- [170] WARE, C.: Visual Queries: The Foundation of Visual Thinking. In: TERGAN, S.-O. (Hrsg.) ; KELLER, T. (Hrsg.): *Knowledge and Information Visualization-Searching for Synergies*. Springer : Berlin, Heidelberg, 2005, S. 27–35
- [171] LEVIE, H. W. ; LENTZ, R.: Effects of text illustrations: A review of research. In: *Educational Communication and Technology Journal* 30 (1982), S. 195–232
- [172] TERGAN, S.-O.: Psychologische Grundlagen der Erfassung individueller Wissensrepräsentationen. Teil 1: Grundlagen der Wissensmodellierung. In: *Sprache und Kognition* 8 (1989), Nr. 3, S. 152–165
- [173] FISCHLER, H. ; PEUCKERT, J.: *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. 1. Berlin : Logos, 2000 (Studien zum Physiklernen)
- [174] WEIDENMANN, B. ; KRAPP, A.: *Pädagogische Psychologie*. 1. Weinheim : Beltz PUV, 1994
- [175] STRACKE, I.: *Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie. Dissertation*. 1. Münster : Waxmann, 2004
- [176] COLLINS, A. ; QUILLIAN, M.: Retrieval time from semantic memory. In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour* 8 (1969), S. 240–247



- [177] QUILLIAN, M. R.: Semantic meaning. In: MINSKY, M. (Hrsg.): *Semantic information processing*. Cambridge, MA : MIT Press, 1968, S. 227–270
- [178] RUMELHART, D. ; NORMAN, D.: Das aktive strukturelle Netz. In: NORMAN, D. (Hrsg.) ; RUMELHART, D. (Hrsg.): *Strukturen des Wissens*. 1. Stuttgart : Klett-Cotta, 1978, S. 1 – 48
- [179] SCHNOTZ, W.: *Aufbau von Wissensstrukturen*. 1. Weinheim : Beltz PUV, 1994
- [180] SCHNOTZ, W.: Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen. In: ISSING, L. J. (Hrsg.) ; KLIMSA, P. (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. Weinheim : Beltz PUV, 2002, S. 65–81
- [181] SCHNOTZ, W.: Wissenserwerb mit logischen Bildern. In: *Forschungsbericht* 58 (1992)
- [182] MAYER, R. E.: Models for understanding. In: *Review of Educational Research* 59 (1989), S. 43–64
- [183] MAYER, R. E.: Visual aids to knowledge construction: Building mental representations from pictures and words. In: SCHNOTZ, W. (Hrsg.) ; KULHAVY, R. W. (Hrsg.): *Comprehension of graphics*. Amsterdam : Elsevier, 1994, S. 125–138
- [184] FISCHER, F.: Mappingverfahren als kognitive Werkzeuge für problemorientiertes Lernen. (1998)
- [185] KULHAVY, R. W. ; STOCK, W. A. ; KEALY, W. A.: *How geographic maps increase recall of instructional text*. 1. Boston : Springer Verlag, 1993
- [186] M., Dwyer. F.: *Strategies for improving visual learning*. 1. Pennsylvania: Learning Services, 1978
- [187] SCHNOTZ, W.: Visuelles Lernen. In: ROST, D. H. (Hrsg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. München : Beltz, 1998, S. 556–560
- [188] WANDMACHER, J.: Psychologische Grundlagen und Konzepte der Visualisierung. In: WIEMEYER, J. (Hrsg.) ; SINGER, R. (Hrsg.): *Multimedia im Sport- Grundlagen und Anwendungen*. Darmstadt : IFS/TUD, 1999, S. 11–30
- [189] KIRSH, D.: The intelligent use of space. In: *Journal of Artificial Intelligence in Education* 73 (1995), S. 31–68
- [190] SCAIFE, M. ; ROGERS, Y.: External cognition: how do graphical representations work? In: *International Journal of Human Computer Studies* 45 (1996), S. 185–213
- [191] NORMAN, D. A.: *The Psychology of Everyday Things*. 1. New York : Basic Books, 1988

- [192] RENKL, A. ; NÜCKLES, M.: Lernstrategien der externen Visualisierung. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; FRIEDRICH, H. F. (Hrsg.): *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen : Hogrefe, 2006, S. 135–147
- [193] COX, R.: Representation, construction, externalised cognition and individual differences. In: *Learning and Instruction* 9 (1999), S. 343–363
- [194] SWELLER, J. ; CHANDLER, P.: Why some material is difficult to learn. In: *Cognition and Instruction* 12 (1994), S. 185–233
- [195] COX, R. ; BRNA, P.: Supporting the use of external representations in problem solving: The need for flexible learning environments. In: *Journal of Artificial Intelligence in Education* 6 (1995), S. 239–302
- [196] DE JONG, T. ; AINSWORTH, S. ; DOBSON, M. ; VAN DER HULST, A. ; LEVONEN, J. ; REIMANN, P. ; SIME, J.-A. ; VAN SOMEREN, M. W. ; SPADA, H. ; SWAAK, J.: Acquiring knowledge in science and mathematics: The use of multiple representations in technology-based learning environments. In: VAN SOMEREN, M. W. (Hrsg.) ; REIMANN, P. (Hrsg.) ; BOSHUIZEN, H. P. A. (Hrsg.) ; DE JONG, T. (Hrsg.): *Learning with multiple representations*. Amsterdam : Elsevier, 1998, S. 9–40
- [197] AUSUBEL, D.: *Educational Psychology: An cognitive view*. 1. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1968
- [198] HALLER, S. H. M.: Mappingverfahren zur Wissensorganisation. In: *Diplomarbeit* (2002), S. 1–100
- [199] HALLER, S. H. M. *Mappingverfahren*. entnommen 2006
- [200] PEUCKERT, J.: Concept Mapping - Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 1: Grundlagen des Concept Mapping. In: *Physik in der Schule* 37 (1999), Nr. 1, S. 47–55
- [201] BUZAN, T. ; BUZAN, B.: *Das Mind-Mapping-Buch. Die beste Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potentials*. 1. Landsberg: mvg, 2002
- [202] NOVAK, J. D. ; GOWIN, D. B.: *Learning how to learn*. 1. New York : Cambridge University Press, 1984
- [203] RUIZ-PRIMO, M. ; SHAVELSON, R.: Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. In: *Journal of Research in Science Teaching* 33 (1996), Nr. 6, S. 569–600
- [204] RUNDE, A. ; BROMME, R. ; STAHL, E.: Gibt es Präferenzen bei der graphischen Darstellung logischer Relationen? In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 17 (2003), S. 103–114

- [205] CHANDLER, P. ; SWELLER, J.: The split-attention effect as a factor in the design of instruction. In: *British Journal of Educational Psychology* 62 (1992), S. 233–246
- [206] TOLMAN, E. C.: Cognitive maps in rats and men. In: *Psychological Review* 55 (1948), S. 189–208
- [207] BEISSNER, K. L.: Use of concept mapping to improve problem solving. In: *Journal of Physical Therapy Education* 6 (1992), S. 22–27
- [208] CHANG, K. ; SUNG, Y. ; CHEN, I.: The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization. In: *Journal of Experimental Education* 71 (2002), S. 5–23
- [209] CHULARUT, P. ; DEBACKER, T. K.: The influence of concept mapping to achievement self-regulation, and self-efficacy in students of English as a second language. In: *Contemporary Educational Psychology* 29 (2004), S. 248–263
- [210] O'DONNELL, A. M. ; DANSEREAU, D. F. ; HALL, R. H.: Knowledge Maps as Scaffolds for Cognitive Processing. In: *Educational Psychology Review* 14 (2002)
- [211] MCCAGG, E. C. ; DANSEREAU, D. F.: A convergent paradigm for examining knowledge mapping as a learning strategy. In: *Journal of Educational Research* 84 (1991), S. 317–324
- [212] FRIEDRICH, F. ; MANDL, H.: Strategiemodellierung mit Expertenmaps. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; FISCHER, F. (Hrsg.): *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle : Hogrefe, 2000, S. 37–52
- [213] NÜCKLES, M. ; GURLITT, J. ; PABST, T. ; RENKL, A.: *Mind Maps und Concept Maps. Visualisieren-Organisieren-Kommunizieren*. 1. München : Beck, 2004
- [214] NEUMANN, A. ; GRÄBER, W. ; TERGAN, S.-O.: ParIS - Visualizing Ideas and Information in a Resource-Based Learning Scenario. In: TERGAN, S.-O. (Hrsg.) ; KELLER, T. (Hrsg.): *Knowledge and Information Visualization*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2005, S. 256–281
- [215] JONASSEN, D. H.: Semantic Networking as Cognitive Tools. In: KOMMERS, P. A. M. (Hrsg.) ; JONASSEN, D. H. (Hrsg.) ; MAYERS, J. T. (Hrsg.): *Cognitive Tools for Learning*. Berlin : Springer-Verlag, 1992, S. 68–79
- [216] AEBLI, H.: Research and Development in Instructional Psychology. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; DE CORTE, E. (Hrsg.): *Learning and Instruction. European Research in an International Context*. Bd. 2. Frankfurt : Oxford, 1990, S. 617–631
- [217] HORTON, P. ; MCCONNEY, A. ; GALLO, M. ; WOODS, A.: An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. In: *Science Education* 77 (1993), Nr. 1, S. 95–111

- [218] AUSUBEL, D. P. ; NOVAK, J. D. ; HANESIAN, H.: *Psychologie des Unterrichts*. 1. Weinheim, Basel: Beltz, 1980
- [219] TERGAN, S.-O.: *Wissensorganisation, -repräsentation und -lokalisierung mit computerbasierten Mapping Tools*. 1. Verfügbar unter: [www.iwm-kmrc.de](http://www.iwm-kmrc.de) : Poster, ausgestellt auf einer öffentlichen Postersitzung des IWM, 2002
- [220] LAVERTY, C.: *Resource-Based-Learning*. 1. Verfügbar auf der Website der Stauffer-Library: [stauffer.queensu.ca](http://stauffer.queensu.ca) : Queen's University, 2001
- [221] TERGAN, S.-O. ; KELLER, T.: *Knowledge and Information Visualization-Searching for Synergies*. 1. Berlin, Heidelberg : Springer, 2005
- [222] MAYER, R. E. ; MORENO, R.: Nine ways to reduce cognitive load. In: *Educational Psychology* 38 (2003), S. 48–52
- [223] BUZAN, T. ; NORTH, V.: *Mind Mapping - Der Weg zu ihrem persönlichen Erfolg*. 1. Hölder-Pichler-Tempsky-Verlag, Wien., 1997
- [224] JOCK, R.: *Handgezeichnet Mind Map*. 1. Die Deutsche Mappingseite : [www.mind-mapping-seminare.de/jockwitzmap.html](http://www.mind-mapping-seminare.de/jockwitzmap.html), entnommen 2002
- [225] SUMFLETH, E.: *Lehr- und Lernprozesse im Chemieunterricht*. 1. Frankfurt am Main : Verlag Peter Lang, 1988
- [226] KOMMER, I. ; REINKE, H.: *Mind Mapping am PC - für Präsentationen, Vorträge, Selbstmanagement*. 2. München, Wien : Hanser, 2001
- [227] GRÄBER, W. ; NEUMANN, A. ; TERGAN, S.-O.: Mind Manager Smart. In: *Computer und Unterricht* 57 (2005)
- [228] GRÄBER, W. ; GRÄBER, K. ; NEUMANN, A. ; TERGAN, S.-O.: Partnerschaft Industrie-Schule (ParIS): Selbständiges Bearbeiten authentischer Fragestellungen im Chemieunterricht. In: *Unterricht Chemie* 16 (2005), Nr. 87
- [229] GRÄBER, W. ; NEUMANN, A. ; TERGAN, S.-O.: *Digital Mind Mapping as a supportive visual-spatial strategy in a resource-based learning scenario*. 1. Malaysia : Proceedings of the XII IOSTE SYMPOSIUM Science and Technology Education in the Service of Humankind, 2006
- [230] GRÄBER, W. ; NEUMANN, A. ; ERDMANN, V.: ParIS: A partnership between industry and schools. In: NENTWIG, P. (Hrsg.) ; WADDINGTON, D. (Hrsg.): *Making is relevant: Context based learning of science*. 1. München : Waxmann, 2006, S. 249–272
- [231] FRIEDRICH, H. F.: Kognitive Meisterlehre. (2003)
- [232] ROGOFF, B. ; LAVE, J.: *Everyday cognition: Its development in social context*. 1. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1984

- [233] COLLINS, A.: Cognitive apprenticeship and instructional technology. In: IDOL, L. (Hrsg.) ; JONES, B. F. (Hrsg.): *Educational values and cognitive instruction: Implications for reform*. Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1991, S. 18–29
- [234] COLLINS, A. ; BROWN, J. S.: The computer as a tool for learning through reflection. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; LESGOLD, H. (Hrsg.): *Learning issues for Intelligent Tutoring Systems*. Berlin : Springer-Verlag, 1988, S. 1–18
- [235] HOPPE, H. U.: Cognitive apprenticeship - the emeror's new method? A polemical reaction to the debate on situated cognition and cognitive apprenticeship. In: *Journal of Artificial Intelligence in Education* 4 (1993), Nr. 1, S. 49–54
- [236] JÄRVELÄ, S.: New models of teacher-student interaction: A critical review. In: *European Journal of Psychology of Education* 11 (1996), Nr. 3, S. 249–268
- [237] MANDL, H. ; GRUBER, H. ; RENKL, A.: Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: ISSING, L. J. (Hrsg.) ; KLIMSA, P. (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. Weinheim : Beltz, 2002, S. 139–148
- [238] PETERSEN, S. ; LIU, M.: The effects of modeling expert cognitive strategies during problem-based learning. In: *Journal of Educational Computing Research* 26 (2002), Nr. 4, S. 353–380
- [239] NEUMANN, A.: Selbstgesteuertes Lernen im Rahmen des Projektes ParIS. In: PITTON, A. (Hrsg.): *Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung. Proceedings der Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) in Heidelberg 2004*. 1. Münster : Lit Verlag, 2005, S. 366–368
- [240] GRÄBER, W. ; NEUMANN, A. ; TERGAN, S.-O.: Selbstständiges ressourcenbasiertes Lernen mit Unterstützung von Mind Mapping. In: *Computer und Unterricht* 57 (2005)
- [241] OKEBUKOLA, P. A.: Attitude of teachers toward concept mapping and vee diagramming as metalearning tools in science and mathematics. In: *Science Education* 34 (1992), Nr. 3, S. 201–213
- [242] SCHWARZE. *Mind- und Concept Mapping im Mathematikunterricht*. 2002
- [243] NEUMANN, A. *Computergestütztes Mind Mapping im Chemieunterricht*. 2002
- [244] ARTELT, C.: Wie prädikativ sind retrospektive Selbstberichte über den Gebrauch von Lernstrategien für strategisches Lernen? In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 14 (2000), Nr. 2/3, S. 72–84
- [245] LIND, G. ; SANDMANN, A.: Lernstrategien und Domänenwissen. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 4 (2003), S. 171–192

- [246] PATRICK, H. ; MIDDLETON, M. J.: Turning the kaleidoscope: What we see when self-regulated learning is viewed with a qualitative lens. In: *Educational Psychologist* 37 (2002), S. 27–39
- [247] GRUBER, H. ; MANDL, H. ; RENKL, A.: Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In: *Forschungsbericht* 101 (1999)
- [248] O'DONNELL, A. M. ; DANSEREAU, D. F. ; HALL, R. H.: Knowledge Maps as Scaffolds for Cognitive Processing. In: *Educational Psychology Review* 14 (2002), Nr. 1, S. 1–28
- [249] KONRAD, K.: Selbstgesteuertes Lernen an der Hochschule: Untersuchung von situativen und personalen Korrelaten. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 10 (1996), S. 39–47
- [250] KONRAD, K.: Wie Metakognitionen das Lernverhalten beeinflussen: Handlungstheoretische Analysen selbstgesteuerter Lernprozesse bei Studierenden. In: *Empirische Pädagogik* 11 (1997), S. 467–495
- [251] WEINSTEIN, C. E.: Assessment and training of student learning strategies. In: SCHMECK, R. R. (Hrsg.): *Learning strategies and learning styles*. 1. New York : Plenum Press, 1988, S. 291–316
- [252] WEINSTEIN, C.E. ; PALMER, D.R. ; SCHULTE, A. C.: *LASSI: Learning and Study Strategies Inventory*. 1. Clearwater, FL : H und H Publishing Co, 1987
- [253] TERGAN, S.-O. ; T., Keller ; W., Gräber ; NEUMANN, A.: *Concept Map-based visualization of knowledge and information for fostering resource-based learning. Proceedings of the Society for Information Technology and Teacher Education Conference*. 1. Orlando : SITE, 2006
- [254] TERGAN, S.-O. ; GRÄBER, W. ; NEUMANN, A.: *Mapping and managing knowledge and information in resource-based learning. Innovation in Education and Teaching International*. 1. IETI, 2006
- [255] GARCIA, T. ; PINTRICH, P. R.: Regulating motivation and cognition in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. In: SCHUNK, D. H. (Hrsg.) ; ZIMMERMAN, B.J. (Hrsg.): *Self-regulation of learning and performance. Issues and educational applications*. 1. Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1994, S. 127–152
- [256] PRESSLEY, M. ; SYNDER, B. L. ; T., Cariglia-Bull.: How can good strategy use be taught to children? Evaluation of six approaches. In: CORMIER, S. M. (Hrsg.) ; HAGMAN, J. D. (Hrsg.): *Transfer of Learning*. 1. New York, Sidney, London etc. : Academic Press, Inc, 1987, S. 81–120
- [257] HASSELHORN, M. ; KÖRKELE, J.: Metacognitive versus traditional reading instructions: The mediating role of domain-specific knowledge on children's text-processing. In: *Human Learning* 5 (1986), S. 75–90

- [258] GARNER, R. ; ALEXANDER, P. A.: Metacognition: Answered and unanswered questions. In: *Educational Psychologist* 24 (1989), S. 143–158
- [259] JANSEN-SCHULZ, B.: *Computererfahrung und Computernutzung bei Mädchen und Jungen in Grund- und Förderschulen*. 1. publiziert auf netzspannung.org : Fraunhofer Institut Medienkommunikation, 2004
- [260] KELLER, T.: *Wissenserwerb mit Informationsvisualisierungen. Der Einfluss von Dimensionalität und Chromatik*. 1. Berlin : Logos Verlag, 2004
- [261] PRENZEL, M. ; KRAMER, K. ; DRECHSEL, B.: Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In: BECK, K. (Hrsg.) ; KRUMM, V. (Hrsg.): *Lehren und Lernen in der beruflichen Erstausbildung*. 1. Opladen : Leske und Budrich, 2001, S. 37–61
- [262] MOSER, H.: *Abenteuer Internet: Lernen mit WebQuests*. 1. Donauwörth : Auer, 2000
- [263] STAIGER, S.: Webquests. Eine neue didaktische Methode zum Internet Einsatz: Unterrichtsprojekte am Technischen Gymnasium und der Berufsschule. In: *Computer und Unterricht* 44 (2001), S. 52–56
- [264] FREY, Karl: DDT-in dubio pro reo? In: *ETH Fallstudien* 1 (1990)
- [265] STEGH, K. J. *Bauen mit Lehm: Text- und Bildmaterial aus anerkannter Fachliteratur und unterrichtspraktische Anregungen*. 2006
- [266] MINKE, G.: *Lehmbau-Handbuch*. 4. Staufeu bei Freiburg : Ökobuch Verlag, 1999
- [267] BONATO, M.: *Wissensstrukturierung mittels Struktur-lege-Techniken - Eine graphentheoretische Analyse von Wissensnetzen*. 1. Frankfurt a. M. : Verlag Peter Lang, 1990
- [268] ECKERT, A.: *Kognition und Wissensdiagnose- Die Entwicklung und empirische Überprüfung des computergestützten wissensdiagnostischen Instrumentariums Netzwerk-Elaborations-Technik (NET)*. 1. Lengerich : Pabst Science Publishers, 1998
- [269] ECKERT, A.: Die Netzwerk-Elaborations-Technik (NET)- Ein computerunterstütztes Verfahren zur Diagnose komplexer Wissensstrukturen. In: MANDL, H. (Hrsg.) ; FISCHER, F. (Hrsg.): *Wissen sichtbar machen- Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. 1. Göttingen : Hogrefe, 2000, S. 138–157
- [270] HERL, H. ; O'NEIL, H. ; CHUNG, G. ; DENNIS, R. ; LEE, J.: *Feasibility of an On-line Concept Mapping Construction and Scoring System*. 1. Chicago : Paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association, 1997

- [271] PINTRICH, P. R. ; GARCIA, T.: Intraindividual differences in student's motivation and self-regulated learning. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 7 (1993)
- [272] DOCHY, F. J. R. C.: Assessment of Domain-Specific and Domain-Transcending Prior Knowledge. Entry Assessment and the Use of Profile Analysis. In: BIRENBAUM, M. (Hrsg.) ; DOCHY, F. J. R. C. (Hrsg.): *Alternatives in Assessment of Achievements, Learning, Processing and Prior Knowledge*. 1. Boston : Kluwer Academic Publishers, 1996, S. 227–264
- [273] TOBIAS, S.: Interest, prior knowledge and learning. In: *Review of Educational Research* 64 (1994), Nr. 1
- [274] CAVANAUGH, J.C. ; PERLMUTTER, M.: Metamemory: A Critical Examination. In: *Child Development* 53 (1982), Nr. 1
- [275] SVENSSON, L.: On qualitative differences in learning: III Study skill and learning. In: *British Journal of Educational Psychology* 47 (1977)
- [276] MARTON, F. ; HOUNSELL, D. ; ENTWISTLE, N. J.: *The experience of learning*. 1. Edinburgh : Scottish Academic Press, 1984
- [277] BIGGS, J. B.: Approaches to the enhancement of tertiary teaching. In: *Higher Educational Research and Development* 8 (1989)
- [278] NISBETT, R. E. ; WILSON, T. D.: Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. In: *Psychological Review* 84 (1977), Nr. 3
- [279] RENKL, A.: *Lernen durch Lehren. Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. 1. Wiesbaden : Deutscher Universität Verlag, 1997
- [280] ERICSSON, K. A. ; SIMON, H. A.: Verbal reports as data. In: *Psychological Review* 87 (1980), Nr. 3



# Danksagungen

## Ich bedanke mich bei...

- ... **Herrn Prof. Dr. Demuth** für die fachliche Betreuung der Arbeit und für Vieles mehr.
- ... **Herrn Dr. Gräber** für die Zusammenarbeit in den Projekten „ParIS“ und „Voneinander Lernen“.
- ... **der Abteilung für Chemie-Didaktik am IPN** für zahlreiche Hilfestellungen und eine schöne Zeit.
- ... **Herrn Dr. Sigmar Tergan** für unzählige Ratschläge und seine bereichernde Persönlichkeit.
- ... **Herrn Prof. Dr. Linden** für inspirative Gespräche und viele Ideen zum Thema „Lehmbau“.
- ... **Kirsten Brüchner** für ihre Hilfe beim Erlernen der statistischen Auswertungsverfahren und für ihren Zuspruch und ihre nette Art während der gesamten Datenerhebung.
- ... **den Lehrerinnen und Lehrern**, mit denen ich zusammengearbeitet habe, für die Bereitstellung ihrer Klassen und umfangreiche Unterstützungen. Allen voran ist dabei **Maren Schramm** zu nennen, die meine Arbeit in vielfältiger Weise bereichert hat.
- ... **Matti Heise** für seine Hilfe in allen (technischen) Problemlagen und seine zuversichtliche Art.
- ... **meiner Familie** dafür, dass ich sie habe.
- ... **meinen Freunden und vielen weiteren Personen** für die Unterstützung während des Schreibens dieser Arbeit.

# Lebenslauf

## Persönliche Angaben

Name:	Neumann
Vorname:	Anja
Geschlecht:	weiblich
Geburtstag:	28.10.1974
Geburtsort:	Heide
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Familienstand:	ledig

## Ausbildung

1981 – 1985	Grundschule: Grundschule in Lohe-Rickelshof
1985 – 1986	Gymnasium: Werner-Heisenberg-Gymnasium in Heide
1986 – 1991	Realschule: Klaus-Groth-Schule in Heide
1991 – 1994	Gymnasium: Fachgymnasium des Kreises Dithmarschen in Heide
06/1994	Allgemeinen Hochschulreife am Fachgymnasium des Kreises Dithmarschen in Heide
1994 – 1995	Ausbildung zur Krankenschwester im Kreiskrankenhaus in Heide
1996 – 1999	Studium im Fach Diplombiologie an der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel
1999 – 2002	Studium in den Fächern Biologie und Chemie auf das Lehramt für Realschulen an der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel
05/2002	Staatsexamensarbeit mit dem Titel „Computergestütztes Mind Mapping im Chemieunterricht“ am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften in Kiel betreut durch Prof. Dr. R. Demuth
12/2002	1. Staatsexamen für die Laufbahn der Realschullehrer in Schleswig-Holstein
2003 – 2006	Wissenschaftliche Angestellte am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel
03/2005 – 09/2005	Koordinatorin im Projekt „ParIS“ (Partnerschaft Industrie-Schule) am Institut für Qualitätssicherung an Schulen in Schleswig-Holstein (IQSH) in Kronshagen
seit 06/2003	Doktorandin am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften in Kiel in der Abteilung Chemiedidaktik bei Herrn Prof. Dr. R. Demuth
seit 08/2006	Lehrerin in Ausbildung für die Laufbahn der Realschullehrerinnen in Schleswig-Holstein

# Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel von mir eingesetzt worden sind. Des Weiteren versichere ich, dass die vorliegende Dissertation weder ganz noch zum Teil bei einer anderen Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegen hat.

Kiel, den 17. April 2007

Anja Neumann