

Kontextorientiertes Lernen und Concept Mapping im Fach Biologie

Eine experimentelle Untersuchung zum Einfluss auf Interesse und Leistung
unter Berücksichtigung von Moderationseffekten individueller
Voraussetzungen beim kooperativen Lernen

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
Dr. rer. nat.

des Fachbereichs
Biologie und Geografie
an der
Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von
Marion Haugwitz
aus Aalen

Juli 2009

Die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegenden Experimente wurden in der Abteilung für Didaktik der Biologie der Universität Duisburg-Essen durchgeführt.

1. Gutachter: Prof. Dr. Angela Sandmann
2. Gutachter: Prof. Dr. Elke Sumfleth
3. Gutachter: Prof. Dr. Markus Dresel

Vorsitzender des Prüfungsausschusses: Prof. Dr. Peter Bayer

Tag der mündlichen Prüfung: 14.10.2009

Eine wirklich gute Idee erkennt man daran,
dass ihre Verwirklichung von vorne herein
ausgeschlossen erscheint.
(*Albert Einstein*)

Danksagung

Zu großem Dank verpflichtet bin ich allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Hervorheben möchte ich folgende Personen, die mich auf dem Weg der Promotion unterstützend begleitet haben.

Prof. Dr. Angela Sandmann und Prof. Dr. Elke Sumfleth danke ich für die Themenstellung und Betreuung meiner Arbeit sowie die exzellenten Arbeitsbedingungen.

Prof. Dr. Markus Dresel, der mich auf den Weg gebracht hat wissenschaftlich zu arbeiten, danke ich ganz herzlich für seine Unterstützung und Interesse an meinem weiteren Werdegang.

Nicht möglich gewesen wäre diese Arbeit ohne die Einrichtung des DFG Graduiertenkollegs und der Forschergruppe nwu-essen. Diese strukturellen Voraussetzungen ermöglichen einen äußerst interessanten interdisziplinären Austausch, viele inhaltliche sowie methodische Diskussionen und Gespräche, für die ich sehr dankbar bin.

Bei Sabine Fechner möchte ich mich für die gelungene Kooperation im Projekt und die anregenden Gespräche bedanken.

Tina Thillmann gilt mein besonderer Dank für Ihre stets besonnene und hilfsbereite Art, mich bei den immer wieder aufkommenden Herausforderungen zu unterstützen.

Ein weiterer Dank geht an Alexandra Schulz sowie Annett Schwamborn, Jessica Marschner und Jill Gößling, die mit mir verschiedenste inhaltliche und methodische Probleme durchdacht haben. Jill danke ich für ihren immerwährenden Optimismus, mit dem sie mich unterstützt hat.

Zusätzlich möchte ich aus meiner Arbeitsgruppe Stefanie Wüsten und Stephan Schmelzing für deren persönliche und moralische Unterstützung während meiner Promotionszeit im Ruhrpott danken. Stefanie danke ich außerdem für ihre Bereitschaft zum Korrekturlesen sowie ihre fröhliche und aufmunternde Art in den letzten Wochen der Schreibphase. Christian Händel gilt mein Dank für seine bedingungslose Ausdauer und Geduld mit meinen technischen Nachfragen und inhaltlichen Ausführungen über meine Promotion im Graduiertenkolleg.

Bedanken möchte ich mich weiterhin bei Prof. Dr. John C. Nesbit für die wertvolle Kooperation an der Simon Fraser University in Vancouver, Kanada.

Den Lehrkräften, die mich organisatorisch unterstützt haben, den über 250 teilnehmenden Schülern und Schülerinnen sowie den fleißigen studentischen Hilfskräften möchte ich herzlich für ihr Engagement danken.

Nicht zuletzt möchte ich mich neben meinen Kollegen und Freunden ganz besonders bei meinen Eltern Luise und Harald Haugwitz sowie bei meinem Freund Christian Händel für ihren Glauben in mich, ihre Unterstützung und ihr Verständnis bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Einleitung	3
2 Kontextorientiertes Lernen	6
2.1 Zum Kontextbegriff	7
2.1.1 Kontextebenen	8
2.1.2 Kontextkriterien	9
2.2 Forschungsergebnisse zum kontextorientierten Lernen	13
2.2.1 Interesse und kontextorientiertes Lernen	14
2.2.2 Lernleistung und kontextorientiertes Lernen	19
2.2.3 Zusammenfassung und kritische Reflektion der Forschungsergebnisse	24
3 Erwerb strukturierten Fachwissens	27
3.1 Concept Maps	27
3.1.1 Ziele und Nutzen von Concept Maps	29
3.1.2 Erstellung und Einsatzmöglichkeiten von Concept Maps	30
3.2 Forschungsergebnisse zum Concept Mapping	34
3.2.1 Einfluss von Lernercharakteristika	37
3.2.2 Kooperatives Concept Mapping	38
3.2.3 Lernercharakteristika beim kooperativen Concept Mapping	41
3.2.4 Zusammenfassung und kritische Reflektion der Forschungsergebnisse	43
4 Ziele, Forschungsfragen und Hypothesen	44
5 Untersuchungsdesign	49
5.1 Ablauf der Untersuchung	50
5.2 Pilotierung	52
6 Lernumgebung – Interaktionsboxen zum Herz und Blutkreislauf	55

6.1	Aufbau der Lernumgebung	56
6.2	Inhalt der Lernumgebung	57
7	Treatment	60
7.1	Kontextorientierung	60
7.2	Art der Wiederholung	62
8	Messinstrumente	65
8.1	Affektive Variablen	66
8.1.1	Motivation und Interesse	66
8.1.2	Situationales Interesse	68
8.2	Kognitive Variablen	69
8.2.1	Kognitive Fähigkeiten	69
8.2.2	Leistung	70
8.3	Videobasierte Variablen	72
9	Stichprobe	75
10	Analysevorbereitung und -methodik	78
10.1	Treatmentunterschiede	78
10.2	Analysemethodik	80
11	Deskriptive Ergebnisse	84
12	Wirkungen kontextorientierten Lernens	88
12.1	Effekte auf das situationale Interesse	88
12.2	Effekte auf die Lernleistung	90
12.3	Effekte auf das gezeigte Lernverhalten – Videoanalyse	92
13	Wirkungen der Art der Wiederholung	97
13.1	Qualität der Art der Wiederholung	97
13.2	Qualität der Wiederholung als Prädiktor für die Lernleistung	98
13.3	Effekte auf die Lernleistung	99
13.3.1	Haupteffekte	100
13.3.2	Moderationseffekte und Subanalysen	101
14	Interaktionseffekt der Kontextorientierung und der Art der Wiederholung	106

15 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	109
15.1 Deskriptive Ergebnisse	112
15.2 Einfluss kontextorientierten Lernens	113
15.3 Einfluss der Art der Wiederholung	118
16 Implikationen und Ausblick	122
16.1 Fachdidaktische Implikationen	122
16.2 Forschungsdesiderata und Ausblick	124
Literaturverzeichnis	128
A Lernmaterialien	144
B Eingesetzte Messinstrumente	159
C Auswertung offener Daten	167
D Faktorenanalyse	172

Abbildungsverzeichnis

2.1	Zusammenführung der in der Literatur anzutreffenden Kontextdefinitionen	12
3.1	Concept Map zu dessen Eigenschaften und Funktionen	28
3.2	Entwicklung der Forschungsliteratur zu Concept Maps	35
5.1	2x2 Design der Studie	49
5.2	Ablauf der Untersuchung	51
6.1	Interaktionsboxen zum Herz und Blutkreislauf	57
7.1	Exemplarische Aufgabenkarte mit lebensweltlicher Kontextorientierung	61
12.1	Moderationseffekt des Interesses am Kontext zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf das handlungs- und themenspezifische Interesse	90
12.2	Einfluss der Kontextorientierung auf das Fachwissen und die Vernetzungsleistung zum Post- und Follow-Up-Test	92
12.3	Anzahl der in den Videos kodierten verschiedenen Schüleraussagen	94
13.1	Einfluss der Art der Wiederholung auf das Fachwissen und die Vernetzungsleistung zum Post- und Follow-Up-Messzeitpunkt	101
13.2	Einfluss kognitiver Fähigkeiten auf den Effekt der Art der Wiederholung bezüglich der Lernleistung	103
13.3	Einfluss der Gruppenzusammensetzung auf die Leistungseffekte der Art der Wiederholung für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten	105
14.1	Interaktionseffekt der Kontextorientierung und Art der Wiederholung	108
16.1	Abbildungen der Funktionsmodelle	149
16.2	Beispiel eines kooperativ erstellten Concept Maps	155
16.3	Kodierungsfenster von Videograph	169

Tabellenverzeichnis

2.1	Kontextbereiche in den Naturwissenschaften gemäß PISA 2006	10
8.1	Eingesetzte Skalen zur Erfassung von Motivation und Interesse	67
9.1	Stichprobenbeschreibung	76
11.1	Deskriptive Statistiken und Produkt-Moment-Korrelationen der motivationalen und Interessensmaße zu den verschiedenen Messzeitpunkten . . .	85
11.2	Deskriptive Statistiken und Produkt-Moment-Korrelationen der Leistungsmaße zu den verschiedenen Messzeitpunkten	86
12.1	Zellenbelegung und deskriptive Ergebnisse zum Interesse an den Kontexten	89
12.2	Deskriptive Ergebnisse zur Kontextorientierung	91
12.3	Übersicht über die kodierten Aussagenkategorien	93
12.4	Korrelationen der Video- und papierbasierten Daten	96
13.1	Sequentielle Regressionsanalyse	99
13.2	Deskriptive Ergebnisse zur Art der Wiederholung	100
13.3	Zellenbelegung der und deskriptive Ergebnisse zu den kognitiven Fähigkeiten	102
13.4	Deskriptive Ergebnisse zur Art der Wiederholung, aufgeteilt nach kognitiven Fähigkeiten	102
13.5	Zellenbelegung, aufgeteilt nach Art der Lerngruppenzusammensetzung . .	104
13.6	Deskriptive Ergebnisse zur Art der Wiederholung, aufgeteilt nach der Lerngruppenzusammensetzung	104
14.1	Einzelvergleiche	107
16.1	Mögliche Relationen für die Art der Wiederholung	170
16.2	Items und Lösungsvorschläge zum Vernetzungstest	171
16.3	Exploratorische Faktorenanalyse mit Hauptkomponentenanalyse	172

Zusammenfassung

Der Einfluss kontextorientierten Lernens auf das Interesse und die Lernleistung im naturwissenschaftlichen Unterricht ist nach wie vor ungeklärt. Während dem kontextorientierten Lernen aufgrund empirischer Ergebnisse ein positiver Einfluss auf affektive Variablen zugesprochen wird, sind die Effekte hinsichtlich der Lernleistung äußerst umstritten. Einerseits wird davon ausgegangen, dass kontextorientiertes Lernen durch ein gesteigertes Interesse zu höheren Leistungen beiträgt, andererseits wird befürchtet, dass interessante lebensweltliche Kontexte vom zu erlernenden Inhalt ablenken, die Komplexität erhöhen und daher lernhinderlich wirken. Zur besseren Strukturierung von Fachinhalten beim kontextorientierten Lernen bieten sich verschiedene Möglichkeiten wie z.B. das Concept Mapping als Wiederholung an, das als vielfältig einsetzbare und lernförderliche Methode gilt. Die Wirkung von Concept Mapping hängt jedoch möglicherweise von den individuellen Lernvoraussetzungen wie den kognitiven Fähigkeiten ab. Außerdem kann der kooperative Einsatz von Concept Maps in einem komplexen Wirkungsgefüge aus kognitiven Fähigkeiten, der Lerngruppenzusammensetzung und der Wiederholungsmethode resultieren.

Ausgehend von den heterogenen Annahmen und ambivalenten Ergebnissen zum Einfluss kontextorientierten Lernens wird eine experimentelle Studie mit folgenden Zielen durchgeführt: Erstens soll der Einfluss kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse und die Lernleistung untersucht werden, zweitens soll der Einfluss auf die Lernleistung in Kombination mit einer Wiederholung beim kooperativen Lernen in Abhängigkeit individueller und kooperativer Lernbedingungen aufgeklärt werden. Die Interventionsstudie, die von einem Testinstrumentarium an Videoaufnahmen, Messungen des situationalen Interesses und der retrospektiven Erfassung individueller Interessen sowie Leistungsmessungen (Fachwissen und Vernetzungsleistung) zu mehreren Messzeitpunkten begleitet wird, umfasst fünf kooperative Lernsitzungen mit Interaktionsboxen, die Funktionsmodelle zum Herz und Blutkreislauf zum Inhalt haben. Das zweifaktorielle Untersuchungsdesign resultiert in vier Untersuchungsgruppen, in denen jeweils kooperativ gelernt wird und die Kontextorientierung sowie die Art der Wiederholung als unabhän-

gige Variablen variiert sind.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten (z.B. Hobbys wie Sport) entgegen den Erwartungen nicht interessensförderlich ist, sich aber unter Moderation des Interesses an den eingesetzten Kontexten ein Effekt auf das situationale Interesse zeigt. Kontextorientiertes Lernen führt darüber hinaus auch nicht zu einer Steigerung der Lernleistung; allerdings ermöglicht die Kombination des Lernens mit lebensweltlichen Kontexten und Concept Maps eine Erhöhung der Vernetzungsleistung. Die Videoaufnahmen geben Aufschluss darüber, welche Aussagen während des kooperativen Lernens mit Kontexten getroffen werden und wie diese in Zusammenhang zu dem situationalen Interesse und der Lernleistung stehen. Die Untersuchung der Wirksamkeit kooperativen Concept Mappings im Vergleich zum kooperativen Schreiben von Zusammenfassungen zeigt, dass Concept Mapping sowohl bezüglich des Fachwissens als auch der Vernetzungsleistung lernförderlich ist und die Wirksamkeit durch die kognitiven Fähigkeiten der Lernenden moderiert wird. Das heißt, die Lernförderlichkeit von Concept Maps kommt vor allem für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten zum Tragen, u.a., wenn sie in homogen zusammengesetzten Gruppen lernen.

In der Studie gelingt es, einen Beitrag zur empirischen Prüfung des Einflusses kontextorientierten Lernens in Biologie zu liefern. Trotz erwartungswidriger Ergebnisse legitimiert diese Studie kontextorientiertes Lernen, da es in Kombination mit anderen Unterstützungsmaßnahmen lernförderlich wirken kann. Die Studie liefert differenzierte Hinweise zur Wirksamkeit von kooperativem Concept Mapping, insbesondere hinsichtlich der Abhängigkeit von den kognitiven Fähigkeiten und der Lerngruppenzusammensetzung. Darüber hinaus werden Ansatzpunkte für weitere biologiedidaktische Forschung bezüglich des themenspezifischen Einflusses lebensweltlicher Kontexte auf die Lernleistung gegeben.

1 Einleitung

Die Naturwissenschaften sind gemäß den Bildungsstandards durch ein „Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung“ geprägt (siehe Bildungsstandards Biologie, Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 2005, S. 6). Der Stellenwert von Anwendungen in der heutigen Wissensgesellschaft und damit auch im Biologieunterricht wird immer wieder hervorgehoben, wie auch die in den Bildungsstandards Biologie ausgearbeitete Handlungsdimension darstellt, zu der die „Anwendung . . . biologischer Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten“ (S. 7) gehört. Umso problematischer werden die mangelnden Fähigkeiten zur Anwendung von Fachwissen gesehen, und zwar nicht nur aus pädagogischer Perspektive, sondern auch aufgrund beruflicher Bildungsanforderung z.B. in technischen Bereichen. Ausgehend von vergleichsweise geringen Interessen und relativ schlechten Leistungen von Lernenden in den naturwissenschaftlichen Fächern (OECD, 2006, 2007) wurden in der Vergangenheit vielfältige Ursachen und Förderungsmöglichkeiten diskutiert.

Während die Naturwissenschaften im internationalen Bereich häufig integriert als „science“ unterrichtet werden, lassen sich bei Auftrennung nach den einzelnen Fächern, wie es in Deutschland der Fall ist, deutliche Unterschiede hinsichtlich verschiedener Merkmale zwischen den einzelnen Naturwissenschaften feststellen. Beispielsweise ist das Fachinteresse in Biologie vergleichsweise hoch ausgeprägt, wie Häußler und Hoffmann (1998) als auch Osborne und Collins (2001) zeigen. Allerdings treten in dem komplexen und nonlinear strukturierten Gebiet der Biologie Probleme bei der Wissensvernetzung auf, da Biologieunterricht häufig aus einer Reihe unverknüpft nebeneinander stehender Informationseinheiten zusammengesetzt ist (Kinchin, Hay & Adams, 2000). Deshalb können Lernende – falls sie nicht fähig sind, die biologischen Konzepte adäquat zu vernetzen – die Inhalte häufig nicht ausreichend durchdringen (Kinchin et al., 2000; Kinchin & Hay, 2005; Schmid & Telaro, 1990). Hinzu kommt die durch Forschung erzeugte rasante Zunahme an Fachinformation, derer der Unterricht kaum gerecht werden kann.

Basierend auf diesen Problemen des Biologieunterrichts wurde in den vergangenen

Jahren auf nationaler und internationaler Ebene eine Vielzahl an Bemühungen zur interessanten Gestaltung von Unterricht und zur Erhöhung der Lernleistung unternommen. Diese Arbeit fokussiert auf zwei Interventionsmöglichkeiten mit dem Ziel der Interessensförderung beim Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte und der Förderung des strukturierten Wissenserwerbs. Zunächst wird auf kontextorientiertes Lernen eingegangen, zu dem in den letzten Jahren eine beträchtliche Zahl an Implementierungsprojekten realisiert wurde, und schließlich wird das Wiederholen von fachlichen Inhalten mit der Methode des Concept Mappings betrachtet.

Für kontextorientierte Implementierungsprojekte wie *Salters Nuffield Advanced Biology* oder das BMBF-geförderte Projekt *Biologie im Kontext* (BIK) wird ein großer Entwicklungsaufwand betrieben, der in der Erstellung kontextorientierter Unterrichtsmaterialien und Unterrichtskonzeptionen zielt. Die Implementierung der entwickelten Unterrichtsmaterialien in groß angelegten Projekten ist ein positiv hervorzuhebender Schritt, der jedoch die Problematik in sich birgt, dass z.B. aufgrund des im Vergleich zum Regelunterricht zusätzlichen Einsatzes von kooperativen und stärker lernerzentrierten Aktivitäten nicht klar ist, welchen Einfluss diese kontextorientierten Materialien auf das Interesse und die Lernleistung tatsächlich nehmen. Dem Lernen mit lebensweltlich relevanten Kontexten wird das Potenzial zugeschrieben, naturwissenschaftliche Inhalte interessanter zu gestalten und dadurch das Interesse der Lernenden zu steigern. Die Wirkung kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung wird jedoch äußerst kontrovers diskutiert. Während für die Lernförderlichkeit Argumentationspunkte wie die Mediati-on über das Interesse vorgebracht werden, sehen Kritiker diese Punkte eher unter dem Aspekt einer Erschwerung des Erlernens von Fachinhalten aufgrund einer Ablenkung von den zu erlernenden Inhalten und einer erhöhten Komplexität.

Zur Unterstützung des strukturierten Wissenserwerbs werden in vielen Forschungsprojekten Concept Maps, die allerdings noch kaum Einzug in den regulären Unterricht erhalten haben, eingesetzt und bezüglich des Einflusses auf die Lernleistung unter Betrachtung verschiedener Einflussfaktoren untersucht. Concept Maps sind Begriffsnetze, die aufgrund ihrer grafischen Struktur als sinnvoll für das Wiederholen, Elaborieren und Strukturieren von Informationen gelten. Obwohl das kooperative Lernen mit Concept Maps als lernförderlich gilt, ist zu beachten, dass die Untersuchungen, die zu diesem Schluss kommen, das kooperative Erstellen von Concept Maps oft mit passiven Lernaktivitäten vergleichen.

Mit dieser Arbeit werden sowohl theoretische als auch praktische Ziele verfolgt. Zunächst wird der Kontextbegriff auf theoretischer Ebene aufgearbeitet und für diese Un-

tersuchung definiert. Zur empirischen Aufklärung der Forschungsdefizite wird eine experimentelle Studie durchgeführt, die das kontextorientierte Lernen in Kombination mit zwei verschiedenen Wiederholungsmethoden untersucht. Ziel der Arbeit ist es, den Einfluss kontextorientierten Lernens in einer kontrollierten Untersuchung unter Ausschaltung gewisser Einflussvariablen wie der Lehrkraft oder der Sozialform auf das situationale Interesse und die Lernleistung zu untersuchen. Außerdem soll die Studie Aufschluss dazu geben, ob kooperatives Concept Mapping gegenüber dem kooperativen Schreiben von Zusammenfassungen lernförderlicher ist. Dabei interessiert vor allem der Zusammenhang von kontextorientiertem Lernen und der Art der Wiederholung. Schließlich werden die Wirkungen der Art der Wiederholung in Abhängigkeit individueller und kooperativer Lernbedingungen untersucht.

2 Kontextorientiertes Lernen

Zentraler Ausgangspunkt kontextorientierten Lernens ist neben einem relativ geringen Interesse der Lernenden an den naturwissenschaftlichen Unterrichtsinhalten eine meist unzureichende Kenntnis über diese Inhalte. Im Vergleich zu anderen naturwissenschaftlichen Fächern stellt sich für den Biologieunterricht weniger das Problem schwach ausgeprägter Interessen; hingegen stellt die Anwendung biologischer Sachverhalte oder die Verknüpfung mehrerer biologischer inhaltlicher Aspekte eine Herausforderung für Schüler dar, der sie meist nicht gerecht werden.

Als eine Ursache der vergleichsweise schlechten Leistungen deutscher Schüler bei anspruchsvollen Problemlöseaufgaben (siehe z.B. Baumert, Bos & Lehmann, 2000) wird die Schwerpunktsetzung des Unterrichts diskutiert (vgl. dazu auch Klieme & Stanat, 2002). Der Unterricht wird als zu wenig problem- und anwendungsorientiert angesehen und daher als Grund für die Schwierigkeiten bei der Wissensanwendung vermutet (Stanat et al., 2002). Da traditioneller Unterricht Lernende offensichtlich nicht ausreichend befähigt ihr Wissen auf neue Situationen anzuwenden, wird vermehrt auf Projekte zum kontextorientierten Lernen gesetzt, um dieses Ziel zu erreichen (Baumert et al., 2000).

Die Zielsetzungen der meisten Kontextprojekte lassen sich wie folgt umschreiben: Einerseits sollen Kontexte für die Lernenden von Relevanz sein und Verknüpfung zur Lebenspraxis aufzeigen, um dadurch naturwissenschaftliche Inhalte interessanter zu gestalten (Bennett, Hogarth & Lubben, 2003). Außerdem soll die Entwicklung positiver Einstellungen zu Naturwissenschaften gefördert werden (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007) sowie das Interesse an Fachinhalten und am Lernen von naturwissenschaftlichen Inhalten erhöht werden (Millar, 2005). Weiterhin wird mit kontextorientiertem Lernen das Ziel verfolgt, Fachinhalte zu vereinfachen, zu verdeutlichen und anwendbar zu machen (Gilbert, 2006), verbessertes Verständnis und erhöhte Leistungen zu ermöglichen (Bennett & Holman, 2002; Bennett et al., 2007) sowie zur Kompetenzentwicklung der Lernenden unterstützend beizutragen (Bayrhuber, Bögeholz, Eggert et al., 2007).

Ausgehend von der Person-Gegenstandstheorie (Krapp, 1999) wird erwartet, dass durch die interessante Gestaltung einer Lernumgebung, in diesem Fall durch die Ver-

knüpfung von Fachinhalten mit für die Lernenden relevanten Themen, das (situationale) Interesse der Lernenden erhöht werden kann. Entsprechend der positiven Korrelation von Interesse und Lernleistung (Schiefele, Krapp & Schreyer, 1993) wird weiterhin davon ausgegangen, dass die interessante Gestaltung von Lernumgebungen auch zu erhöhten Leistungen führen kann. Bennett und Holman (2002) erwarten, dass ein aus Interessens- und Motivationssteigerungen gewachsenenes Lernerengagement in erhöhten Leistungen resultiert.

2.1 Zum Kontextbegriff

Die Vielzahl an Projekten zum Lernen mit Kontexten scheint die Vielfältigkeit der Begriffsdefinitionen von Kontext widerzuspiegeln. Zunächst unterscheiden sich die Implementierungsprojekte zum Lernen mit Kontexten hinsichtlich ihrer Konzeptionen; so gliedern Bennett et al. (2007) die Projekte in ihrem Review in *Science, Technology and Society (STS)* und *context-based* Ansätze auf. Während von STS-Ansätzen eher im amerikanischen Raum gesprochen wird, findet der Begriff *context-based* hauptsächlich im europäischen Raum Verwendung. STS-Ansätze zeichnen sich durch die Verknüpfung von Naturwissenschaft, Technologie und Gesellschaft aus; *context-based* Ansätze nutzen den Kontext als Ausgangspunkt zur Entwicklung eines Themenbereichs. Im deutschsprachigen Raum wird der Begriff *kontextorientiert* verwendet, der jedoch unterschiedlich ausdifferenziert ist. Aus Gründen der Einheitlichkeit und besseren Verständlichkeit werden *context-based*- als auch STS-Ansätze im Folgenden stets zusammengefasst betrachtet und es wird der Begriff *kontextorientiert* verwendet.

Trotz gleicher Zielsetzungen wie der Interessenssteigerung oder Verbesserung des Lernens zeigt sich neben einer unterschiedlich ausgeprägten Kontextorientierung bei genauere Betrachtung dieser Projekte auch, dass sie nicht durch einen einheitlichen Kontextbegriff geprägt sind. Vielfach finden sich keine expliziten Definitionen, obwohl der Begriff Kontext unterschiedlich verwendet und verstanden werden kann (siehe dazu z.B. Stellungnahmen von De Bock, Verschaffel, Janssens, van Dooren & Claes, 2003; King, 2007; Whitelegg & Parry, 1999) und der Klärung bedarf (Gilbert, 2006). Insgesamt lässt sich feststellen, dass vergleichsweise wenig Literatur zur Bedeutung und Klärung des Kontextbegriffs existiert (vgl. Bennett, Holman, Lubben, Nicolson & Otter, 2005). So stellt auch Van Oers (1998) fest: „Although context is rapidly becoming one of the core concepts in modern educational thinking, this notion still remains ill-defined in literature“ (S. 473).

2.1.1 Kontextebenen

Die unterschiedlichen Ausprägungen von Kontexten lassen sich zunächst in verschiedene Ebenen einteilen. Whitelegg und Parry (1999) z.B. schlagen zwei Definitionen für kontextorientiertes Lernen vor. Während in einer weit gefassten Definition die soziale und kulturelle Umwelt von Lernenden und Lehrenden gemeint ist, also ein Ausbildungs- bzw. Schulkontext als übergeordneter Kontext, bedeutet kontextorientiertes Lernen unter einem engeren Blickwinkel die Anwendung eines fachlichen Konzeptes. Finkelstein (2005) beschreibt das Lernen in Physik durch mehrere Ebenen des Kontextes. Die innerste Ebene, die über den Lernenden und die zu bewältigende Aufgabe definiert ist, ist umschlossen von übergeordneten Ebenen, die den Unterricht und übergeordnet auch außerschulische Einflüsse darstellen. Die verschiedenen Ebenen, also außerschulische Kontexte, die z.B. durch Medien und Gesellschaft gegeben sind, unterrichtliche Kontexte, wie die Lehrkraft und instruktionale Methoden, sowie Aufgabenkontexte, mit denen sich die Lernenden beschäftigen, sollen sich wechselseitig beeinflussen, wobei Finkelstein (2005) davon ausgeht, dass die äußeren Ebenen wie außerschulische Kontexte und der Unterrichtskontext stärkeren Einfluss auf innere Ebenen nehmen als umgekehrt. In die Kategorisierung von Kontext nach Finkelstein (2005) lässt sich auch die Kontextdefinition im Projekt *Physik im Kontext* (piko) eingliedern. Kontexte sind bei piko in drei verschiedenen Ebenen eingeteilt (Duit, 2006): neben außerschulischen Kontexten wird die Lernumgebung als Kontext gesehen und schließlich bilden thematische Kontexte eine weitere Kontextdimension.

Thematische Kontexte oder Aufgabenkontexte bilden die unterste Ebene der Kontextdefinitionen und sind im Sinne der Anwendung eines Fachinhalts zu verstehen. Dies kann auf zwei verschiedenen Wegen geschehen, entweder erfolgt die Anwendung eines Konzeptes auf einen lebenspraktisch relevanten Kontext *nach* der Erarbeitung des theoretischen Konstruktes oder *während* der Erarbeitung theoretischer Grundlagen zur Strukturierung dieser. Im Folgenden wird auf diese Ebene des Kontextes – also die Anwendung von Inhalten auf verschiedene Lebensbereiche – fokussiert, die in vielen Projekten Verwendung findet (siehe z.B. Bennett, Lubben, Hogarth & Campbell, 2005), wie auch Waddington (2005) in seinem Überblick über die in europäischen Kontextprojekten vorkommenden Begriffsverwendungen zeigt. Der aus dem Lateinischen stammende Begriff „contextus“, zu übersetzen mit „Zusammenhalt, Verbindung oder Beziehung“ oder auch das Verb „contextere“, in der Bedeutung „zusammen weben“ lässt sich als übergeordneter Begriff für die vorherrschenden Begriffsdefinitionen sehen: Kontext soll der Verknüpfung von fachlichen und nicht fachlichen Inhalten dienen. Die unterschiedliche Ausdifferenzierung

in der Begriffsverwendung der nicht fachlichen Inhalte spiegelt sich in den verschiedenen Kontext-Definitionen wider, wie im Folgenden dargestellt wird.

2.1.2 Kontextkriterien

In einem Überblick über die aktuelle Forschung zum kontextorientierten Lernen stellen Bennett et al. (2007) fest: „the terms 'context-based approaches' and 'STS approaches' can be interpreted quite broadly“ (S. 367). Die Autoren fassen zusammen, dass die meisten der verwendeten Kontexte folgenden Kriterien entsprechen:

- Bezug zur Industrie
- Bezug zur aktuellen wissenschaftlichen Forschung und zu Innovationen
- Bezug zu technologischen Entwicklungen und Gegenständen, die für Lernende von Interesse sein sollten
- Relevanz für das aktuelle Leben und die momentanen Interessen der Lernenden
- Relevanz für das zukünftige Leben der Lernenden
- Relevanz für mögliche zukünftige Karrierewege der Lernenden

Wie ein Blick auf die unterschiedlichen Kriterien zeigt, lassen sich diese in zwei qualitativ unterschiedliche Bereiche gliedern: (1) Anwendungsbezüge hinsichtlich Wissenschaft, Industrie und Technologie und (2) die gegenwärtige oder zukünftige Relevanz der Kontexte für die Lernenden. Während das Kriterium der Relevanz sich auf Personenmerkmale bezieht, d.h. Verbindungen von Fachinhalten mit der für die Lernenden relevanten Lebenswelt umfasst, sind die Anwendungsbezüge eher an Fachinhalte geknüpft. Mayoh und Knutton (1997) formulieren für die Kontextkriterien zwei Fragen: für wen (Lernende, Eltern, Lehrer) etwas von Relevanz ist und welche Bereiche unter Relevanz fallen (Alltag, Beruf, Ausbildung, Freizeit).

Bei Betrachtung der Kontextdefinition von PISA lassen sich zu beiden oben genannten Kriterien Parallelen ziehen: Zunächst werden verschiedene Anwendungsbezüge, bei PISA 2006 Lebenssituationen genannt, unterschieden. In der PISA-Definition werden die Anwendungsbereiche weiter aufgefächert und spezifiziert (z.B. Gesundheit, Umwelt, natürliche Ressourcen und Gefahren). Diese Lebenssituationen werden mit drei Kontextbereichen – persönlich (der Einzelne, die Familie, die Mitschüler), sozial (die Gemeinschaft) und global (das Leben weltweit) – verknüpft. Die Kontextbereiche von PISA 2006 lassen

sich in der Definition von Bennett et al. (2007) als Bereiche der Relevanz verorten. In Tabelle 2.1 ist das Grundgerüst aus Lebenssituationen und Kontextbereichen dargestellt; für weitere Beispiele zu den Lebens- und Kontextbereichen siehe OECD (2007).

Tabelle 2.1: Kontextbereiche in den Naturwissenschaften gemäß PISA 2006, exemplarisch ist pro Zelle ein Kontext angegeben

	Persönlich (der Einzelne, die Familie, Mitschüler)	Sozial (die Gemeinschaft)	Global (das Leben weltweit)
Gesundheit	Gesundheitsvorsorge	Krankheits- bekämpfung	Epidemien
Natürliche Ressourcen	Energieverbrauch	Lebensmittel- qualität	Ökosysteme
Umwelt	Umweltverträgliches Verhalten	Abfallentsorgung	Biodiversität
Gefahren	Naturgefahren	rasche Veränderungen	Klimawandel
Forschung und Technologie	Hobby, Sport	Gentechnik	Artensterben

Bezüglich der Anwendungsbereiche benennen Bennett und Holman (2002) verschiedene Kontexte wie soziale, wirtschaftliche, umweltbezogene, technologische und industrielle Anwendungen und stellen fest, dass eine Vielzahl an Interpretationen für Kontexte möglich ist (z.B. können Kontexte vom Badeseer bis hin zum Klimawandel reichen). Als mögliche Lebensbereiche geben Häußler und Hoffmann (1998) Gesundheit, Umwelt, Freizeit und Arbeitswelt an. Im Projekt piko werden zu den thematischen Kontexten lebensweltliche Fragestellungen aus Alltag, Technik und Gesellschaft gezählt (Duit, 2006), wobei beim Kontext Gesellschaft nicht klar zu erkennen ist, ob nach der Konvention von PISA 2006 ein Lebensbereich oder ein Kontextbereich gemeint ist.

Die persönliche Bedeutsamkeit und Relevanz für die Lernenden sowie der Bezug zum Alltag bzw. der Lebenswelt der Lernenden finden sich als Begriffsverwendungen in einigen der Kontextprojekte wieder. Die Kontextdefinition bei PISA 2006 zeigt, dass zu unterscheiden ist, für wen etwas von Relevanz ist, wobei die Spanne vom Einzelnen bis zu globaler Relevanz reicht. De Bock et al. (2003) halten fest, dass die Bedeutsamkeit, die Bekanntheit und der Anreiz für die Lernenden ein gemeinsames Kriterium für Kontexte sein sollte. Dabei fällt auf, dass die Relevanz der Kontexte für die Lernenden in der

Regel nicht von den Lernenden selbst erfragt ist, sondern meist normativ von Lehrenden festgelegt wird (siehe auch Bennett & Holman, 2002). Es werden nur wenige Versuche unternommen, um direkt von den Lernenden zu erfahren, welche Kontexte sie für relevant halten. Auch Mayoh und Knutton (1997) stellen fest, dass die Frage der Relevanz präzisiert werden muss. Personenmerkmale spielen auch bei den Projekten Biologie im Kontext (BIK) und Chemie im Kontext (ChiK) eine große Rolle (Bayrhuber, Bögeholz, Elster et al., 2007; Fey, Gräsel, Puhl & Parchmann, 2004), welche auf die Verankerung am Vorwissen der Lernenden sowie die lebensweltliche oder gesellschaftliche Relevanz eingehen. Bei ChiK wird von Kontexten ausgegangen, die für die Lernenden als relevant und authentisch angenommen werden und in Verbindung mit Erfahrungen der Schüler gebracht werden können (Fey et al., 2004). Auf Ebene der Person kann die Relevanz in gegenwärtige und zukünftige Relevanz gegliedert werden. Während industrielle und technologische Kontexte vermutlich eher in der zukünftigen Lebenswelt der Lernenden von Bedeutung sind (berufliche Anwendungen), kann die Lebenswelt der Schüler auch sehr eng im Sinne einer aktuellen lebenspraktischen Relevanz gefasst werden. Im Salters Projekt (Bennett, Gräsel, Parchmann & Waddington, 2005) finden zum Beispiel je nach Altersklasse verschiedene Kontexte Anwendung: Während sich Kontexte für jüngere Schüler auf deren direkte Lebenswelt beziehen, werden solche für ältere Schüler auf wissenschaftliche und berufliche Anwendungen erweitert.

Neben diesen eher spezifischen Anwendungs- und Lebensbereichen stellt Gilbert (2006) bestimmte Kriterien auf, die Kontexte erfüllen sollen, um den verschiedenen Problemen des naturwissenschaftlichen Unterrichts wie z.B. einer fehlenden Relevanz und Anwendung von Inhalten, einer inhaltlichen Überfrachtung der naturwissenschaftlichen Curricula und einer unzureichenden Verknüpfung der Inhalte zu entgegnen. Demnach sollten die Kontexte der Vereinfachung dienen, zur Verdeutlichung von Konzepten beitragen, Anwendungen ermöglichen und von Relevanz sein. Gilbert (2006) stellt hiermit drei Kriterien auf, die der Verknüpfung von Fachinhalt und Kontext zuzuschreiben sind und außerdem ein personenspezifisches Merkmal – die Relevanz der Kontexte. Auch die Kriterien, die von Häußler und Hoffmann (1998) angeführt werden, lassen sich einerseits eher der inhaltlichen Ebene und andererseits der personenspezifischen Ebene zuordnen: So sollten Themen von fachwissenschaftlicher Bedeutung sein und außerdem von Bedeutung für die Lernenden und die Gesellschaft sein. Die Vielzahl dieser Beispiele zeigt, dass selbst unter der Verwendung der engeren Kontextdefinition nach Whitelegg und Parry (1999) im Sinne der Anwendung eines inhaltlichen Konzeptes auf relevante Themen aus dem Alltag sehr unterschiedliche Lebensbereiche und mannigfaltige Anwendungen

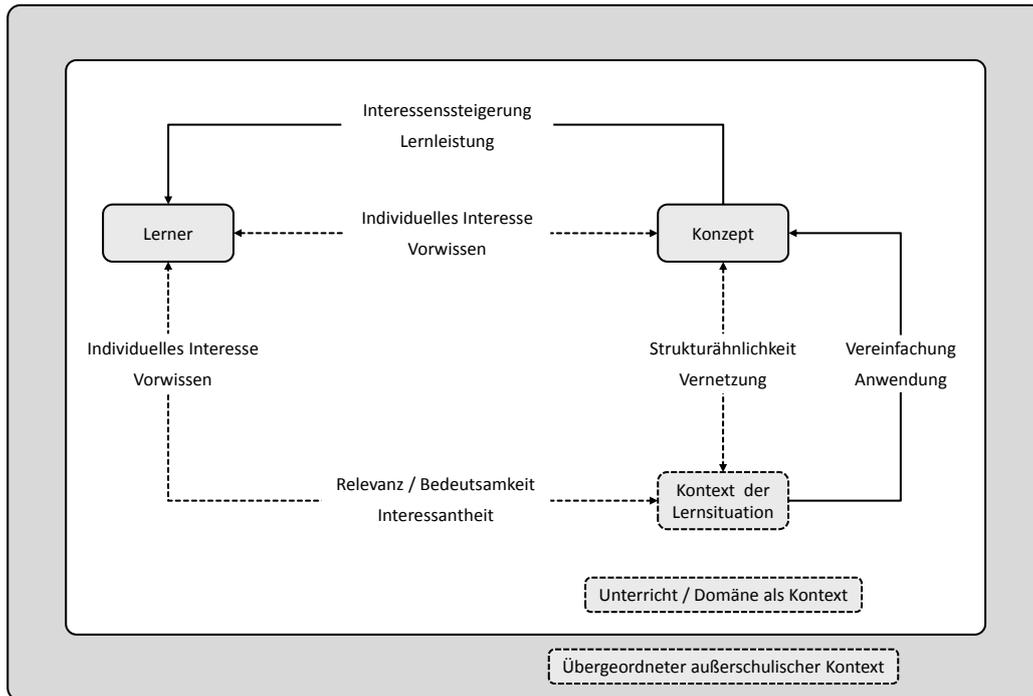


Abbildung 2.1: Zusammenführung der in der Literatur anzutreffenden Kontextdefinitionen; dargestellt sind neben verschiedenen Kontextebenen das Zusammenspiel von fachlichen Konzepten, dem Kontext der Lernsituation und Lernermerkmalen

gemeint sein können.

Neben Konzeptionalisierungen von Kontext, die sich entweder auf verschiedene Anwendungsbereiche beziehen oder Bezug nehmen zur Relevanz für den Lernenden, werden diese beiden Kriterien oft auch gemeinsam verwendet, um zu einer Beschreibung von Kontext zu kommen, wie z.B. in der Literaturübersicht von Bennett et al. (2007) gezeigt ist. Zusammenfassend betrachtet lassen sich Kontextmerkmale nach Kriterien, die das fachliche Konzept betreffen und solchen, die den Lernenden betreffen, untergliedern, wie in Abbildung 2.1 dargestellt ist. Die aus dem Zusammenspiel von fachlichem Konzept, Kontext und Lernenden ergebenden Ziele sind hier abgebildet.

Zusätzlich zu unterschiedlich verwendeten Kontextdefinitionen fällt bei detaillierterer Betrachtung der naturwissenschaftlichen Fächer außerdem auf, dass Kontexte und Fachinhalte unterschiedlich stark miteinander verwoben sind. Während eine Trennung von Kontext und Fachinhalt in Chemie (Säuren als Inhalt und Haushaltsreiniger als Kon-

text) und Physik (z.B. Brechungsgesetz als Inhalt und Brillen als Kontext) relativ klar zu treffen ist, sind Kontext und Fachinhalt in Biologie (Humanbiologie und menschlicher Körper, z.B. Schwangerschaft, HIV) stärker miteinander verwoben und nicht so einfach voneinander abzugrenzen (Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer, 1998). Dies kann als mögliche Ursache für das Überwiegen von kontextorientierten Implementierungsprojekten und insbesondere deren Evaluation in den Fächern Chemie und Physik gesehen werden. Bedingt durch die in den Bildungsstandards verankerten Kompetenzen und den Einzug von Kontext in Kernlehrpläne und Bildungsstandards werden derzeit Konzeptionalisierungen von Kontext für die Kompetenzmessung und die Kompetenzmodellierung entwickelt (siehe z.B. Kauertz, Bremerich-Vos & Fischer, 2009; Schecker & Parchmann, 2006).

Die hier gezeigte Vielfältigkeit der Kontextdefinitionen sowie die umfangreichen Anforderungen, die an Kontexte gestellt werden, bedingen unmittelbar eine Problematik bei der Materialerstellung und Interpretation von Untersuchungsergebnissen. Selbst bei Herausgreifen der Definition über die lebenspraktische Relevanz von Kontexten wird deutlich, dass diese unterschiedlich weit gefasst werden kann. Aufgrund der vielfältigen Auslegungen der Bedeutung lebenspraktischer Relevanz ergibt sich ein Dilemma zwischen einer möglichst interessant und dadurch vermutlich relativ vielfältig zu gestaltenden Lernumgebung mit abwechslungsreichen Anwendungsbereichen und einer möglichst exakt vorzunehmenden Auswertung und Interpretation der Ergebnisse, die eine enge Definition des Kontextes erfordern. Für diese Untersuchung werden wie auch in den Untersuchungen von Campbell, Lubben und Dlamini (2000) oder Fechner (2009) Kontexte in der engeren Begriffsdefinition verwendet und sind als Probleme dargestellt, die für den Lernenden von lebensweltlicher Relevanz sein sollten. Kontexte im Sinne eines übergeordneten Ausbildungskontextes, außerschulischer Lernorte oder technologischer Anwendungen und sozialer Aspekte werden somit ausgeschlossen.

2.2 Forschungsergebnisse zum kontextorientierten Lernen

Neben der Zunahme von Implementierungsprojekten zu kontextorientiertem Lernen wurden in den letzten Jahren auch vermehrt Evaluationsprojekte oder experimentelle Studien zur Aufklärungen des Einflusses von kontextorientiertem Lernen realisiert. Die Forschungsliteratur aus den Jahren 1980 bis 2003 ist bei Bennett et al. (2003) und Bennett et al. (2007) systematisch zusammengefasst. Bei einer Literaturrecherche gängiger Da-

tenbanken wie ERIC oder PsychInfo konnten 2500 Beiträge zu kontextorientiertem Lernen ausfindig gemacht werden, von denen 61 die Analyse Kriterien (z.B. Publikationen zum Thema Kontext oder STS, Untersuchungen mit Lernenden im Alter von 11 bis 18 Jahren) erfüllten. Von den ausgewählten Studien war nur circa ein Drittel der Studien von experimentellem Charakter. Insgesamt 35 Studien wurden zu naturwissenschaftlichen und nur drei davon zu biologischen Inhalten durchgeführt. Die Studien bezogen sich auf affektive und/oder kognitive Variablen. In den folgenden Kapiteln sind theoretische Überlegungen sowie empirische Befunde zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf affektive Variablen wie das Interesse und kognitive Variablen wie die Lernleistung dargestellt.

2.2.1 Interesse und kontextorientiertes Lernen

Ein gemeinsames Ziel vorliegender Ansätze zum kontextorientierten Lernen in den Naturwissenschaften besteht in der Erhöhung der Interessen von Lernenden am jeweiligen Fach und am Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte (Millar, 2005). Bennett et al. (2003) sehen es als Hauptziel kontextorientierter Unterrichtsansätze an, das Interesse Jugendlicher an Naturwissenschaften zu fördern und Verknüpfungen zur Lebenspraxis sichtbar zu machen. Durch das Ziel nicht nur interessante Lernumgebungen zu schaffen, sondern durch diese auch das Interesse zu steigern, wird der Forderung von Schiefele (1991) nachgegangen, Interesse nicht nur als unabhängige Variable, sondern auch als gewünschtes Resultat, d.h. als abhängige Variable, zu betrachten.

Der Begriff des Interesses lässt sich wie folgt konzeptionalisieren: Interesse entsteht nach der Person-Gegenstandstheorie von Krapp und Prenzel (1992) aus der Interaktion einer Person mit ihrer Umwelt und ist somit als eine vorübergehende oder auch andauernde Beziehung einer Person mit ihrer gegenständlichen Umwelt zu verstehen (Krapp, 2007). Weiterhin wird Interesse als gegenstands- oder inhaltspezifisch angesehen (Krapp, 1999, 2007; Schiefele, 1991). Ein Interessensgegenstand kann sowohl durch konkrete Dinge, Inhalte, Themen oder auch abstrakte Ideen dargestellt werden (Krapp, 1999), was auf die Unterrichtspraxis bezogen bedeutet, dass Interessensgegenstände meist durch die Themengebiete des jeweiligen Faches dargestellt werden. Im naturwissenschaftlichen Unterricht können darüber hinaus auch naturwissenschaftliche Arbeitsweisen, also Tätigkeiten wie das Experimentieren oder der Umgang mit Modellen darunter verstanden werden. Aus Perspektive der kontextorientierten Forschung stellen Anwendungszusammenhänge und Bezüge zu lebensweltlichen Themen ebenfalls Interessensgegenstände dar.

Interesse ist durch affektive und kognitive Variablen charakterisiert. Auf kognitiver Ebene ist die Bedeutung des Vorwissens zu nennen, das bei einer interessensgeleiteten Person-Gegenstands-Interaktion, z.B. durch die Einbettung fachlicher Inhalte in oder die Verknüpfung mit lebensweltlichen Kontexten, aktiviert und erweitert wird (Krapp, 1998). Auf emotionaler Ebene lässt sich Interesse durch zwei Erlebensqualitäten beschreiben. Das interessensgeleitete Handeln erfordert sowohl eine hohe subjektive Wertschätzung des Gegenstands (wertbezogene oder auch volitionale Valenz) als auch ein positives emotionales Erleben (gefühlbezogene oder auch emotionale Valenz) während der Interessenshandlung (Krapp, 1998, 1999, 2001). Bei positiver Ausprägung beider Bewertungstendenzen entsteht eine interessensgeleitete Person-Gegenstands-Beziehung.

Schließlich wird zwischen situationalem und individuellem Interesse unterschieden (Krapp, 1998). Während situationales Interesse direkt aus der Person-Gegenstands-Interaktion entsteht und relativ leicht zu wecken ist, wird davon ausgegangen, dass es nur während der Dauer der Interessenshandlung besteht (Hidi & Berndorff, 1998), wohingegen sich individuelles Interesse nur langsam entwickelt, dafür jedoch relativ stabil ist (Hidi & Berndorff, 1998). Krapp (2002, 2007) spricht hier auch von zwei Analyseebenen. Aktuelles Interesse kann einerseits durch eine bereits bestehende Disposition hervorgerufen sein oder auch durch die Interessanztheit der Lernsituation. Um situationales Interesse im schulischen Bereich zu wecken, sollte der Lerngegenstand interessant gestaltet sein, was durch das Herstellen von Bezügen zu relevanten Themen und lebensweltlichen Kontexten ermöglicht werden kann. Ein interessant gestalteter Einstieg in eine Unterrichtseinheit oder eine Unterrichtsstunde kann die Neugier der Lernenden wecken und zu einer erhöhten Aufmerksamkeit führen (Krapp, 1998). Hoffmann und Lehrke (1986) schreiben Kontexten das Potenzial zu, die Interessen von Lernenden an eigentlich uninteressanten Inhalten zu wecken. Ziel einer im schulischen Bereich eingesetzten Lernumgebung sollte neben einem Wecken von Interesse dessen Aufrechterhaltung sein (Krapp, 1998), was jedoch als schwieriger gilt. Mitchell (1993) unterscheidet eine *catch*- und *hold*-Komponente des situationalen Interesses. Zur *hold*-Komponente werden die persönliche Bedeutsamkeit und Eingebundenheit gezählt. Um situationales Interesse zu stabilisieren und in individuelles Interesse zu übertragen sollten Lernumgebungen gemäß Mitchell (1993) für die Lernenden von Bedeutung sein und zur persönlichen Zielerreichung beitragen; d.h. Wertbezüge müssen aktiviert und stabilisiert werden.

Forschungsergebnisse zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf das Interesse

Die begleitende Evaluationsforschung der nationalen und internationalen Implementierungsprojekte deutet auf das Potenzial dieser Ansätze hin, affektive Faktoren wie das Interesse der Lernenden zu fördern. Von authentischen oder lebenspraktisch bedeutsamen Kontexten wird erwartet, dass diese für Schüler von höherer Bedeutung sind als rein fachliche Inhalte ohne Anwendungsbezüge (höhere volitionale Valenz). Zu beachten ist hierbei, dass die eingesetzten Kontexte auch angemessene Kontexte sind, d.h. sie sollten für die Schüler interessant sein und ermöglichen, dass die Lernenden Bezüge zu ihrem außerschulischen Leben herstellen können (vgl. Mayoh & Knutton, 1997). Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass lebensweltliche Kontexte aufgrund einer höheren persönlichen Bedeutsamkeit ebenso zu einer erhöhten emotionalen Valenz führen. Beim Vergleich verschiedener Kontextkategorien bezogen auf das Interesse zeigte sich, dass Alltagskontexte sowie Kontexte mit gesellschaftlicher Bedeutung eher von Interesse sind als wissenschaftliche oder berufliche Anwendungen (Gräber, 1995; Häußler & Hoffmann, 1998; Schminke, Pfeiffer & Haag, 2007).

In einer Befragung von Lehrkräften, die traditionell unterrichten und solchen, die gemäß dem Salters Advanced Chemistry Ansatz lehren, zeigte sich, dass Lehrkräfte beider Unterrichtsansätze glaubten, dass der kontextorientierte Ansatz stärker motivierend ist und das Interesse der Lernenden Chemie zu studieren erhöht. Das heißt, die Lehrkräfte schätzten die Interessantheit und das Motivationspotenzial des kontextorientierten Kurses unabhängig von dem eingesetzten Unterrichtskonzept höher ein, wobei die Einschätzung der Salters Lehrkräfte deutlich positiver ausfiel (Bennett, Gräsel et al., 2005). Zum Vergleich des Interesses am regulären Unterricht bzw. am Salters Projekt führte Ramsden (1997) eine Schülerbefragung (Fragebogen mit offenem Antwortformat) mit Schülern von Salters Schulen und solchen von nicht am Salters Projekt teilnehmenden Schulen durch. Die insgesamt 168 befragten Schüler sollten angeben, was ihnen am jeweiligen Kurs Spaß macht und womit sie sich weiterhin beschäftigen möchten. Während die traditionell unterrichteten Schüler keine Aussagen zur persönlichen Relevanz der Inhalte machten, wurde von den Salters Schülern berichtet, dass sie den Kurs besonders wegen der Bezüge zur außerschulischen Lebenswelt als interessant empfunden haben. Das kontextorientierte Lernen machte den Lernenden Spaß, d.h. sie zeigten ein hohes emotionales Erleben, und wurde als lohnende Erfahrung angesehen, was einer hohen Wertschätzung entspricht. Weiterhin konnte in der genannten Studie gezeigt werden, dass die kontextorientierte Unterrichtseinheit dazu führen kann, dass Lernende ein stärkeres Interesse an Lernthemen aufweisen. In einer weiteren Studie wurden mittels halb-strukturierter

Interviews Lernende und Lehrende zum kontextorientierten Lernen befragt (Lubben, Campbell & Dlamini, 1996). Sowohl Lehrende als auch Lernende schätzten den kontextorientierten Unterricht als für die Lernenden interessant ein. Die Schülerinterviews geben Hinweise darauf, dass solche Kontexte als besonders interessant wahrgenommen werden, die aktuelle und künftige Verknüpfungen zum Leben der Lernenden aufzeigen, die konfliktbehaftet sind und solche, bei denen die Lernenden sich als Experten wahrnehmen. Weiterhin zeigen Bennett et al. (2007) in ihrem detaillierten Review 17 experimenteller Studien, dass kontextorientierter Unterricht zu positiveren Einstellungen gegenüber naturwissenschaftlichem Unterricht und den Naturwissenschaften führt als traditioneller Unterricht. Untersucht wurden das Interesse am jeweiligen Fach sowie das Interesse, einen Beruf im naturwissenschaftlichen Bereich zu ergreifen. Henderleiter und Pringle (1999) konnten in einer Studie zum Einfluss von kontextorientiertem Experimentieren in Chemie auf die Einstellungen der Schüler zeigen, dass der Einbezug von Anwendungen positiv mit der wahrgenommenen Nützlichkeit und Wichtigkeit (wertbezogene Valenz) der Lernaufgabe korreliert.

Untersuchungen zu Kontexten in Physik zeigen, dass Physik als interessanter gilt, sofern physikalische Inhalte in (relevante) Kontexte eingebettet werden (Duit, Mikelskis-Seifert & Wodzinski, 2007; Hoffmann & Lehrke, 1986; Rennie & Parker, 1996; Whitelegg & Edwards, 2001). Beim Vergleich des Interesses von gemäß piko unterrichteten und traditionell unterrichteten Schülern zeigte sich, dass das Interesse der piko Schüler über den Untersuchungszeitraum hin stabil ist, während das der traditionell unterrichteten Schüler im Verlauf der Untersuchung stark abnimmt (Duit et al., 2007). Ebenso zeigen Ergebnisse zur Chemie, dass durch eine stärkere Orientierung des Unterrichts an gesellschaftlich relevanten Themengebieten und an Themen aus dem Erfahrungsbereich der Lernenden das Interesse gesteigert werden kann (Gräber, 1995). Beim Vergleich des Interesses vor und nach der Teilnahme an einem kontextorientierten Ansatz zeigt sich für Chemie (Parchmann et al., 2006) sowie für Biologie und Physik (Smith & Matthews, 2000), dass das Interesse am jeweiligen Fach durch die Teilnahme an der Intervention gesteigert werden kann. Zusammenfassend scheint kontextorientiertes Lernen die Einstellungen, Motivations- und Interessenslagen der Lernenden positiv zu beeinflussen. Untersuchungen zur Wirkung kontextorientierten Lernens in Biologie auf affektive Variablen sind allerdings selten. Dies mag an der geringeren Anzahl realisierter Biologieprojekte oder an deren vergleichsweise kurzen Laufzeiten liegen. Evaluationen großer Projekte wie Salters Nuffield Advanced Biology oder Biologie im Kontext im Vergleich zu traditionellem Unterricht stehen noch aus.

Interesse und Kontext in Biologie im Vergleich zu den anderen naturwissenschaftlichen Fächern

Die Interessen an den drei naturwissenschaftlichen Fächern sind sehr unterschiedlich ausgeprägt und weisen einen differierenden Entwicklungsverlauf auf. Während Chemie und Physik als schwierige und wenig interessante Fächer empfunden werden, gilt Biologie im Vergleich eher als interessant (Häußler et al., 1998; Osborne & Collins, 2001). Ein starker Interessensverfall tritt vor allem in den als hart geltenden Fächern auf und weniger in Biologie (siehe zusammenfassend Krapp, 1998, der zur Aufklärung differenzierende Analysen nach Themenfeldern und Kontexten vorschlägt). Die Interessensforschung zum Unterrichtsfach Biologie und biologischen Fachinhalten ist gut ausgeprägt und liefert eine Reihe von Ergebnissen, wovon im Folgenden nur die für diese Untersuchung relevanten vorgestellt werden. Das Interesse in Biologie lässt sich nach bestimmten Themenbereichen aufgliedern; so werden humanbiologische Themen als interessanter wahrgenommen als Themen aus dem Bereich der Pflanzenkunde etwa (Löwe, 1992).

Bei Betrachtung des themenspezifischen Interesses im Fach Biologie zeigt sich, dass Themen wie die Gesundheit (Osborne & Collins, 2001), Schädigungen des Körpers (Holstermann & Bögeholz, 2007) und solche, die das alltägliche Leben betreffen wie zum Beispiel der menschliche Körper (Lazarowitz & Hertz-Lazarowitz, 1979) als interessant wahrgenommen werden; zusammenfassend also vor allem humanbiologische Themen. Finke (1999) geht davon aus, dass das Interesse an humanbiologischen Themen aufgrund der Angst der Lernenden selbst zu erkranken resultiert. Wie diese Nennung interessanter Themen zeigt, sind dies insbesondere solche, bei denen nicht klar zu trennen ist, ob der fachliche Inhalt oder der nahe Bezug zur Lebenswelt dieser Themen interessensgenerierend ist (vgl. Häußler & Hoffmann, 1998).

Um den Einfluss von Themen oder Kontexten auf das Interesse aufklären zu können, haben Häußler (1987) sowie Hoffmann und Lehrke (1986) Subkategorien zur Erfassung des Interesses in Physik gebildet. Neben fachlichen Inhalten wurden Kontexte und Tätigkeiten berücksichtigt. In einer Untersuchung mit 4000 Jugendlichen stellte sich heraus, dass die Dimension Kontext die Dominierende ist. In einer Studie von Gräber (1995), in der eben diese Dimensionen zur Erfassung des Physikinteresses verwendet wurden, zeigte sich, dass bestimmte Kombinationen von Inhalten und Kontexten als besonders relevant empfunden werden. Somit können Inhalte, die eher uninteressant sind, durch die Verknüpfung mit Kontexten aufgewertet werden.

Vogt, Belzen, Schröer und Hoek (1999) stellen auch für den Unterricht in Biologie fest, dass ein interessanter Biologieunterricht auf biologische Arbeitsweisen und aktuelle

Themen eingehen sollte. Für Biologie als relativ interessant wahrgenommenes Fach stellt sich zudem die Frage, ob das interessensfördernde Potenzial kontextorientierten Lernens bei solchen Themen überhaupt ausgeschöpft werden kann. Insgesamt mangelt es an empirischer Evidenz zum Einfluss bestimmter Themen oder Kontexte in Biologie auf das Interesse der Schüler.

2.2.2 Lernleistung und kontextorientiertes Lernen

Neben einem im vorigen Kapitel beschriebenen erwarteten positiven Einfluss kontextorientierten Lernens auf das Interesse wird ebenfalls eine Leistungssteigerung angestrebt (Waddington, 2005). Finkelstein (2005) sieht es als wichtiges Ziel an, kontextorientierte Lernumgebungen zu entwickeln, um das Konzeptlernen zu fördern. Neben einem besseren Verständnis inhaltlicher Konzepte wird aber auch die Anwendbarkeit des Wissens als Ziel kontextorientierten Lernens diskutiert (Nentwig & Waddington, 2005). Bennett et al. (2007) fassen in ihrem Review zusammen, dass die Förderung von Lernen und Verstehen ein Ziel kontextorientierter Ansätze ist und dies eine besondere Aufgabe darstellt. Die geforderte Anwendung von Wissen birgt eine weitere Herausforderung, wie Waddington (2005) in seinem Überblick über einige Kontextprojekte zeigt. Für die erwarteten Leistungssteigerungen durch kontextorientiertes Lernen werden zwei Gründe diskutiert (Bennett & Holman, 2002):

1.) Es wird davon ausgegangen, dass ein durch positive Erfahrungen gesteigertes Interesse (wahrgenommene Bedeutung) zu einem höheren Lernerengagement führt und damit in besseren Leistungen resultiert. Dies schließen z.B. auch Schwartz-Bloom und Halpin (2003), die Leistungssteigerungen erwarten, wenn Lernenden Lernmaterialien zur Verfügung gestellt werden, die sie für interessant und relevant halten. Das Interesse wird hier als Mediator des Einflusses kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung angenommen.

2.) Als weitere Ursache für Leistungssteigerungen durch kontextorientiertes Lernen wird der „drip-feed“ Ansatz angebracht. Damit ist gemeint, dass im Sinne eines Spiralcurriculums Themen immer wieder unter verschiedenen Gesichtspunkten (also Kontexten) besprochen werden und Lernende daher häufiger die Möglichkeit haben sich mit dem Thema auseinanderzusetzen.

Die beiden angeführten Gründe müssen jedoch kritisch betrachtet werden. Während zwar fast durchweg positive Korrelationen von Interesse und Lernleistung berichtet werden (siehe Metaanalyse von Schiefele et al. (1993) mit Zusammenhängen von $r = .30$ in den Naturwissenschaften und $r = .16$ im Fach Biologie), fallen zwei Aspekte ins Auge.

Zunächst ist fachspezifisch zu beachten, dass in als schwierig wahrgenommenen Fächern wie Chemie oder Physik womöglich ein hohes fachliches Interesse nötig ist, damit gute Leistungen erzielt werden können, wobei in Fächern, die als leicht empfunden werden, eventuell auch uninteressierte Schüler gute Leistungen erbringen könnten (Schiefele, 1998). Ein über das Interesse mediierter Einfluss von Kontexten auf die Lernleistung kann daher vermutlich nicht über die Fächer hinweg generalisiert werden. Weiterhin existieren zum Zusammenhang von Interesse und Lernleistung nahezu nur korrelative Studien, d.h. es lässt sich nicht feststellen, ob ein hohes Interesse zu hohen Leistungen führt oder ob gute Leistungen in hohem Interesse resultieren; kausale Schlüsse sind also nicht möglich (Schiefele, 1998). Mit Rückbezug auf Absatz 2.2.1 ist außerdem zu beachten, dass bestimmte Problemstellungen, Überraschungselemente oder Diskrepanzerlebnisse zwar interessensförderlich sein können, andererseits aber vom eigentlichen Inhalt ablenken können (überflüssige, sogenannte „seductive details“) und daher eher lernhinderlich sind. Es gibt Studien dazu, die zeigen, dass Schüler bestimmte Lernaktivitäten zwar interessant finden, dass diese aber gleichzeitig wenig leistungssteigernd wirken (Harp & Mayer, 1998). Interessant gestaltete Lernaktivitäten können die Aufmerksamkeit der Schüler von den zu lernenden fachbezogenen Inhalten ablenken und dadurch sogar in schlechteren Leistungen resultieren. Lernförderliche Kontexte sollten daher durchaus interessant gestaltet sein, aber auf eine den Inhalt unterstützende und nicht vom Inhalt ablenkende Weise (Taasoobshirazi & Carr, 2008). Ziel ist es schließlich nicht, dass Schüler sich zu sehr auf den Kontext und weniger auf das zugrunde liegende Fachwissen konzentrieren. Zu komplizierte Kontexte, die die Lernenden verwirren, sollten außerdem vermieden werden (Taasoobshirazi & Carr, 2008).

Für kontextorientiertes Lernen bedeutet die Verknüpfung eines fachlichen Inhalts mit einem lebensrelevanten Kontext weiterhin, dass die Komplexität des Themas möglicherweise erhöht wird und Schüler dadurch Schwierigkeiten beim Verständnis aufzeigen (Bennett, Gräsel et al., 2005). Daher empfehlen Stark, Gruber und Mandl (1998), Lernumgebungen möglichst gut an die kognitiven und emotionalen Voraussetzungen der Lernenden anzupassen, um Wissen anwendbar zu machen. Weiterhin wird sowohl von Schulpraktikern als auch aus theoretischer Perspektive kritisiert, dass das Wissen möglicherweise kontextgebunden erworben wird und die Lernenden es nicht auf andere Lernsituationen übertragen können (situiertes Lernen, siehe dazu Bennett, Gräsel et al., 2005; Renkl, Mandl & Gruber, 1996). Lee und Bulter (2003) fordern, dass lebensweltliche Kontexte an das inhaltliche Wissensniveau der Lernenden gebunden sind und nicht zu komplex gestaltet werden.

Bezüglich des drip-feed Ansatzes wird befürchtet, dass eben durch die Erarbeitung einzelner Themenbereiche innerhalb verschiedener Kontexte das Gesamtbild eines Themenkomplexes nicht verdeutlicht werden kann (Bennett & Holman, 2002; Bennett & Lubben, 2006). Gräber (1995) führt dazu an, dass durch die Integration relevanter Kontexte weniger Zeit für das Lernen der Fachinhalte bleibt und es somit zu einer oberflächlichen oder stark kontextgebunden Verarbeitung kommt. Da die Inhalte in Kontexte eingebettet sind und es dadurch schwerer zu realisieren ist, innerhalb eines Kontextes ganze Themengebiete vollständig zu behandeln als im konventionellen Unterricht, ist sogar zu befürchten, dass Lernende dadurch einen nur unzureichenden Wissenstand erreichen (Bennett et al., 2007). Auch für die Erfassung des durch kontextorientiertes Lernen erworbenen Wissens ist zu befürchten, dass in Testaufgaben eingebettete Kontexte die Lernenden verwirren können. Es könnten andere Lösungsmuster aktiviert werden, die zwar kontextrelevant aber nicht themenrelevant sind und dadurch zu sogar schlechteren Leistungen führen (Bennett & Holman, 2002; Kauertz et al., 2009).

Die Darstellung der theoretischen Überlegungen zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung zeigt, dass beide Herangehensweisen sowohl zugunsten eines lernförderlichen Effekts kontextorientierten Lernens gewertet werden können, aber auch einschränkend als eher lernhinderlich betrachtet werden können. Einerseits kann das Interesse den Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung mediiieren, andererseits wird befürchtet, dass interessante Kontexte vom Fachinhalt ablenken. Ebenso wird für den drip-feed Ansatz argumentiert: Die Erarbeitung eines Themas unter verschiedenen kontextuellen Gesichtspunkten kann als lernförderlich vermutet werden, aber auch als eher hinderlich unter der Annahme, dass ein Themenkomplex dadurch in einzelne Komponenten zerfällt und das Gesamtbild nicht verdeutlicht werden kann. Zusammenfassend können auf Grundlage theoretischer Überlegungen keine gerichteten Aussagen dazu getroffen werden, ob kontextorientiertes Lernen lernförderlich ist oder nicht.

Forschungsergebnisse zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung

Taasoobshirazi und Carr (2008) stellen zum Einfluss kontextorientierten Lernens fest „While there is good reason to believe that context-based instruction will improve learning, there is also reason to believe that it may not“ (S. 163). Eine Ursache dieser Unklarheit zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung liegt vermutlich darin begründet, dass im Vergleich zu einer Vielzahl an Projekten zur Implementierung und Evaluation von Kontexten im Unterricht noch relativ wenige Befunde zur Wirkung

kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung existieren und diese außerdem ein recht uneinheitliches Bild aufweisen (Bennett & Holman, 2002; Glemnitz, 2007).

Bennett, Gräsel et al. (2005) befragten einerseits Lehrkräfte, die kontextorientiert unterrichten als auch Lehrkräfte, die traditionell unterrichten nach deren Einschätzung zum Einfluss kontextorientierter Ansätze auf die Lernleistung. Die Meinungen hierzu differierten in der Art und Weise, dass nur die kontextorientiert unterrichtenden Lehrkräfte solche Ansätze für lernförderlich halten. Die traditionell unterrichtenden Lehrkräfte befürchten hingegen Schwierigkeiten für die Lernenden in der Entwicklung konzeptuellen Wissens. Ihre Bedenken sind dahingehend ausgeprägt, dass in einem kontextorientierten Kurs manche Inhalte nicht ausreichend behandelt werden. Schüler, die an einer kontextualisierten Einheit teilnahmen, gaben an, dass das Material, welches durch technologische Bezüge zur Lebenswelt dargestellt war, zu einem besseren Inhaltsverständnis führt (Lubben et al., 1996). Indes kritisch zu betrachten sind diese Ergebnisse dahingehend, dass es sich um Selbsteinschätzungen handelt und daher nicht zweifellos auf die tatsächlich erreichte Lernleistung rückzuschließen ist.

Bennett et al. (2007) können in ihrem Review zusammenfassend zeigen, dass kontextorientierte Ansätze zu höheren Leistungen führen können, dies jedoch nicht zwangsläufig tun. Da in der Hälfte der im Review untersuchten Studienergebnisse keine Leistungssteigerungen durch kontextorientierte Ansätze zu verzeichnen waren, muss eher davon ausgegangen werden, dass sie bezogen auf die Wissensvermittlung gleichwertig zu traditionellen Ansätzen zu betrachten sind. Zu diesem Ergebnis kam auch schon Aikenhead (1994) in einem zusammenfassenden Vergleich von Studien zu STS-Ansätzen und traditionellem Unterricht. Im Folgenden ist eine Auswahl an Studien dargestellt, die Effekte kontextorientierter Ansätze und STS-Ansätze auf die Lernleistung berichten.

Zunächst sind Studien beschrieben, die Leistungssteigerungen durch Lernen in kontextorientierten Lernumgebungen aufzeigen. Tsai (2000) führt positive Effekte eines in Taiwan durchgeführten STS-Ansatzes für Mädchen an und vermutet die epistemologischen Überzeugungen als einen Mediator für die Effekte von STS-Ansätzen. Der STS-Ansatz Iowa (USA) wurde in den Jahren 1990 bis 1993 evaluiert (Yager & Weld, 1999). Dazu wurden mehrere hundert Schüler aus den Jahrgangsstufen sechs bis acht in einem Prä-Posttest-Design befragt. Fragebogen- und Leistungsdaten von Schülern aus Klassen, die nach dem STS-Ansatz unterrichtet wurden, wurden mit denen von traditionell unterrichteten Schülern kontrastiert. Die Ergebnisse der Posttests zeigen, dass die nach STS unterrichteten Schüler in sechs Domänen besser abschneiden als die traditionell unterrichteten Schüler. Dieses Ergebnismuster ist über alle untersuchten Klassenstufen konstant

und betrifft u.a. konzeptuelles und prozedurales Wissen oder auch Anwendungswissen. In einer Studie zu einem weiteren STS-Ansatz (ChemCom, USA) wurden die Posttestleistungen von Schülern des STS-Ansatzes mit denen traditionell unterrichteter Schüler verglichen und es zeigte sich auch hier ein Vorteil für den STS-Ansatz (Winther & Volk, 1994). Allerdings weisen einige der Studien gewisse Defizite auf, die teilweise auch von den Autoren diskutiert werden. Dazu zählen die fehlende Randomisierung sowie, dass die Schüler der Kontroll- und Experimentalbedingung von unterschiedlichen Lehrkräften unterrichtet wurden. In einer in den USA durchgeführten experimentellen Studie untersuchten Schwartz-Bloom und Halpin (2003) den Einfluss des Kontextes Pharmakologie im Rahmen mehrerer zu unterrichtender Module in Biologie und Chemie. Es zeigte sich, dass mit der Anzahl der Pharmakologie-Module die Leistungen der Lernenden steigen. Obwohl in der Studie ein randomisiertes Kontrollgruppendesign verwendet wurde, zeigt sich ein methodisches Defizit dadurch, dass außer einem Lehrertraining keine Implementierungsstrategie vorgegeben wurde, d.h. der Unterrichtsstil der Lehrkräfte kann nicht als Ursachenfaktor ausgeschlossen werden. Ein weiterer Kritikpunkt der Studie ist, dass nicht kontrolliert wurde, ob das Thema Pharmakologie oder die Wiederholung der biologischen und chemischen Konzepte innerhalb der Module den Effekt auf die Lernleistung verursachten.

Neben den genannten Studien, die positive Effekte berichten, existieren auch Publikationen zu Untersuchungen, die keine Unterschiede ausmachen konnten. Ein Vergleich des Salters Programms (UK) mit traditionellem Unterricht wurde anhand eines Fragebogens zu vier chemischen Konzepten, in dem Kurzantworten inklusive Begründung gegeben werden sollten, durchgeführt. Ein Ergebnis der Studie ist, dass z.T. unabhängig von der Unterrichtskonzeption (traditionell versus Salters) unzureichende Leistungen erbracht wurden. Weiterhin erbrachten die nach Salters unterrichteten Schüler vergleichbare Leistungen wie traditionell unterrichtete Schüler (Ramsden, 1997). Dieses Ergebnis findet sich auch für die Evaluation des niederländischen Physikcurriculums (PLON) wieder, wobei die Lernleistung (Multiple Choice Test bzw. Richtig/Falsch Format) von über 500 Schülern aus 24 Klassen erfasst wurde (Wierstra & Wubbels, 1994). Im Vergleich von Schülern, die nach PLON unterrichtet wurden, mit Schülern aus Klassen, die zwei verschiedene traditionelle Schulbücher verwendeten, zeigten sich keinerlei Unterschiede bezüglich des Wissens im Themenbereich Mechanik. Rubba, McGuyer und Wahlund (1991) verglichen den Einsatz von kurzen STS-Einheiten am Ende von Biologiestunden mit traditionellem, ohne STS-angereichertem Biologieunterricht und konnten keine Leistungsunterschiede feststellen, auch nicht in Abhängigkeit von der Häufigkeit der STS-

Einheiten. Auffällig war, dass die Schüler die STS-Themen oft nicht als solche erkannten und auch nicht für bedeutsam hielten. In einer in Belgien durchgeführten Studie zum Einfluss von Kontexten auf die Mathematikleistung zeigte sich hingegen sogar ein negativer Effekt für die Kontextorientierung (De Bock et al., 2003). Als mögliche Ursache hierfür wird von den Autoren diskutiert, ob die gestellten Aufgaben authentisch genug waren.

2.2.3 Zusammenfassung und kritische Reflektion der Forschungsergebnisse

Die Forschung zum kontextorientierten Lernen ist vornehmlich durch die begleitende Evaluationsforschung groß angelegter Implementierungsprojekte geprägt; kontrollierte experimentelle Studien zum Einfluss kontextorientierten Lernens sind bis dato selten. Die Implementierungsprojekte haben außer der Kontextorientierung gemeinsam, dass sie von einem spirallcurricularen Unterricht ausgehen und zusätzlich lernerzentrierte Aktivitäten einsetzen, was den Vergleich mit traditionellem Unterricht erheblich erschweren kann. Die Untersuchungen zum Einfluss kontextorientierten Lernen lassen sich aufgrund der untersuchten abhängigen Variablen in zwei Bereiche untergliedern: (1) Studien zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf affektive Variablen und (2) Studien, die den Einfluss kontextorientierten Lernens auf kognitive Variablen untersuchen.

Bezüglich affektiver Variablen scheint das Ergebnismuster relativ eindeutig: Lernende favorisieren kontextorientiertes Lernen gegenüber traditionellem Unterricht. Fraglich ist jedoch, ob das geäußerte höhere Interesse am Lerngegenstand bzw. an einem zukünftigen Studium ausschließlich auf die Implementierung der lebensweltlich relevanten Kontexte zurückzuführen ist. So haben viele der großen Implementierungsprojekte (Salters Advanced Chemistry, Salters Nuffield Advanced Biology, BIK, Chik und piko und weitere) gemeinsam, lernerzentrierte und personenbezogene Aktivitäten wie das Experimentieren oder forschende Lernen in die Kontextkonzeption einzubinden. Dies stellt sicherlich ein Ziel modernen Naturwissenschaftsunterrichts dar, erschwert allerdings die Interpretation der Ergebnisse beim Vergleich mit traditionellem Unterricht, da neben der Variable Kontext zusätzlich Variablen wie die Sozialform, das Lernerengagement etc. variiert werden (siehe dazu auch Bennett et al., 2007). Daher muss bezüglich der mehrheitlich positiv berichteten Effekte kontextorientierten Lernens auf affektive Variablen wie das Interesse berücksichtigt werden, dass die Lernenden möglicherweise nicht nur aufgrund der implementierten Kontexte, sondern auch aufgrund interessanter Methoden wie dem ko-

operativen Lernen oder experimentellen Tätigkeiten stärker motiviert und interessiert sind. Weiterhin ist zu beachten, dass der Einfluss kontextorientierten Lernens in Abhängigkeit vom Fachinhalt unterschiedlich stark ausgeprägt sein könnte. Die in Kapitel 2.2.1 diskutierte Nähe von Fachinhalt und Kontext könnte ein Einflussfaktor auf das durch kontextorientiertes Lernen generierte Interesse sein. Bei mit lebensweltlichen Kontexten angereicherten biologischen Inhalten ist nicht immer klar zu trennen, ob das Interesse durch den per se interessanten Inhalt hervorgerufen wird und ob der zusätzliche Kontext einen Einfluss auf das Interesse ausübt. Zusätzlich stellt sich die Frage, ob kontextorientiertes Lernen mit biologischen Fachinhalten, für die ein eher hohes Interesse besteht, zusätzliche Interessenssteigerungen hervorrufen kann. Außerdem sind manche der Studien von methodischen Defiziten geprägt. Zum Teil werden Äußerungen zum Interesse nur innerhalb einer kontextorientierten Einheit erhoben und nicht mit solchen zu traditionellen Lernumgebungen verglichen (z.B. Lubben et al., 1996). Solche Studien haben sicherlich ihre Berechtigung zur Evaluation der Kontextprojekte oder des Implementierungserfolgs, lassen jedoch keine Schlüsse im Vergleich zu regulärem Unterricht zu. Ein generelles Problem beim Vergleich der Auswirkungen unterschiedlicher Projekte besteht u.a., so Bennett et al. (2007), in der Vielzahl an verschiedenen Messinstrumenten, wodurch auch nicht ersichtlich wird, welche affektiven Variablen erfasst und wie diese gemessen wurden. Während bisher meist auf individuelle Interessen fokussiert wurde, stehen Untersuchungen zum situationalen Interesse noch weitestgehend aus, was aufgrund des vermuteten mediierenden Einflusses situationalen Interesses auf die Leistung verwundert.

Die Ergebnisse der Forschung zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf das Verständnis und die Lernleistung zeigen ein äußerst uneinheitliches Bild auf. Es gibt Studien, die höhere Lernleistungen durch kontextorientiertes Lernen nachweisen, wohingegen andere Studien keinen Vorteil zugunsten kontextorientierten Lernens berichten können. Die Uneinheitlichkeit der Studiendesigns sowie methodische Defizite innerhalb der Studien scheinen es nicht zuzulassen, allgemeine Schlüsse auf die Lernwirksamkeit von kontextorientiertem Lernen zu ziehen. So bergen einige der Faktoren der groß angelegten Kontextprojekte, die für die Implementierung von Vorteil sein mögen, gewisse Schwierigkeiten für die Evaluation der Projekte und Interpretation der Ergebnisse. Die Implementierung kontextorientierten Lernens in den Schulalltag etwa ist sicher ein positiv hervorzuhebender Schritt, der in der Lehr-/Lernforschung häufig gefordert wird, dem aber meist nicht nachgekommen wird. Andererseits birgt er aus methodischer Sicht die Gefahr, dass Variablen wie der Lehrstil der jeweiligen Lehrkraft oder die Klassenzu-

sammensetzung, die vermutlich eine bedeutende Rolle spielen, nicht kontrolliert werden. Demzufolge ist ein generelles Problem der meisten hier dargestellten Studien, dass sie Schülerleistungen aus Klassen, die nach verschiedenen Konzeptionen unterrichtet wurden, miteinander vergleichen ohne den Einfluss externer Variablen wie der Lehrkraft zu berücksichtigen (siehe z.B. Studien von Wierstra & Wubbels, 1994; Yager & Weld, 1999). Taasoobshirazi und Carr (2008) zeigen weitere methodische Probleme kontextorientierter Studien in Physik auf, die sich auch auf Studien in Biologie oder Chemie übertragen lassen. So mangelt es an Prätests zur Erfassung des Vorwissens, in manchen Studien wird nur der Lernzuwachs innerhalb der kontextorientierten Einheit erfasst und nicht mit dem einer Kontrollbedingung verglichen. Weiterhin wird der Einsatz unterschiedlicher Sozialformen in Kontroll- und Experimentalgruppe kritisiert. Zusammengefasst gesehen kommen die Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen, was möglicherweise an den hier dargestellten methodischen Defiziten liegt. Weiterhin mangelt es an kontrollierten Studien, weswegen Taasoobshirazi und Carr Studien fordern, die eine Kontroll- und Experimentalgruppe aufweisen sowie adäquate Messinstrumente verwenden, auch zur Erfassung der Anwendungsleistung. Um das durch kontextorientierte Lernen erworbene Wissen adäquat abzubilden sollten neben Leistungstests zum Fachwissen auch solche zum Anwendungswissen eingesetzt werden. Bennett et al. (2007) merken weiterhin an, dass aufgrund der vielseitigen Interpretationen des Kontextbegriffs detaillierte Untersuchungen zu bestimmten Kontexten nötig sind.

3 Erwerb strukturierten Fachwissens

Um mögliche Schwierigkeiten beim kontextorientierten Lernen zu vermeiden (siehe Befürchtungen von Bennett et al., 2007), bietet sich der Einsatz von Lernhilfen an, um z.B. die Strukturierung des Wissens zu unterstützen. Damit beim kontextorientierten Lernen nicht nur auf Kontexte fokussiert wird, sondern auch Wissen erworben werden kann (Gräber, 1995), empfiehlt es sich, die Fachinhalte nach der Lerneinheit zu wiederholen. Das Wiederholen im Sinne von Zusammenfassen und elaborierenden Vertiefen von Informationen nach einer vorigen Lerneinheit sollte zum besserem Verständnis und Behalten dieser Inhalte dienen. Concept Maps bieten sich als Maßnahme zur Strukturierung des Fachwissens an und können besonders dann von Vorteil sein, wenn entweder schwierige Inhaltsbereiche zu durchdringen sind oder die Inhalte – wie es beim kontextorientierten Lernen der Fall ist – aufgrund anderer, die Inhalte überlagernder Kontexte, nicht erschlossen werden können.

3.1 Concept Maps

Concept Maps sind Begriffsnetze, die in der Definition von Novak und Gowin (1984) dazu dienen sollen „to represent meaningful relationships between concepts in the form of propositions“ (S. 15). Das heißt, Concept Maps bestehen aus mehreren Begriffen, die als Knoten dargestellt sind und durch beschriftete Pfeile oder Linien, sogenannte Relationen, miteinander verknüpft sind (Novak & Gowin, 1984). Die Beschriftung gibt dabei den inhaltlichen Zusammenhang zwischen zwei Begriffen an, während Pfeile die Richtung des Zusammenhangs spezifizieren. Eine Proposition ist die kleinste Sinneinheit in einem Concept Map und besteht aus zwei Begriffen, die mit einer Relation verbunden sind. In Abbildung 3.1 ist ein Concept Map dargestellt, das die in diesem Kapitel dargestellten Eigenschaften und Funktionen der Methode beschreibt.

Ursprünglich wurden Concept Maps als Diagnoseinstrument entwickelt (siehe z.B. Novak & Gowin, 1984); neben dieser Funktion wurde das Erarbeiten und Erstellen von Concept Maps aber auch bald als Lehr- und Lernstrategie erkannt und geschätzt. In

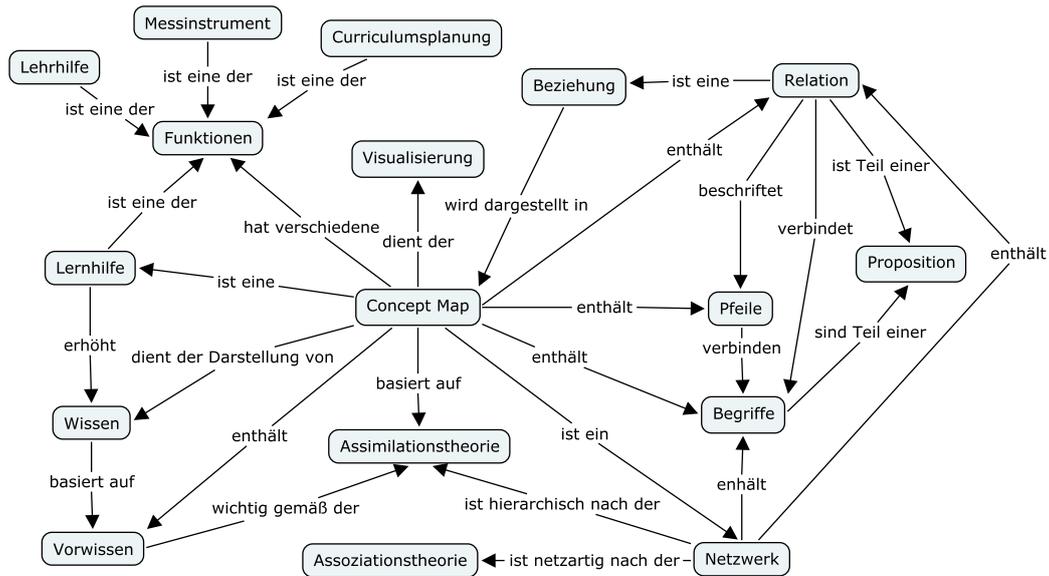


Abbildung 3.1: Concept Map, das die in diesem Kapitel aufgeführten Eigenschaften und Funktionen von Concept Maps beschreibt

der Forschungsliteratur werden neben Concept Maps auch Notationen wie Begriffsnetze, Netzwerke, Wissensnetze oder Knowledge Maps verwendet. Im Folgenden wird einheitlich der Begriff Concept Map verwendet, auch in Bezug auf solche Studien, die andere Begrifflichkeiten verwenden.

Concept Maps basieren auf konstruktivistischen Theorien, die davon ausgehen, dass Lernende sich aktiv im Lernprozess Wissen generieren. Gemäß Ausubels Lerntheorie (Ausubel, 1968) erfolgt Lernen durch die Verknüpfung von neuen Inhalten mit bereits vorhandenem Wissen, was zeigt, dass die kognitiven Prozesse beim Erstellen eines Concept Maps in engem Zusammenhang mit den konstruktivistischen Ansätzen und der damit verbundenen großen Bedeutung des Vorwissens der Lernenden zur Verankerung neuer Informationen gesehen werden. Neben den ursprünglich postulierten hierarchischen Concept Maps (Novak & Gowin, 1984) kommt in der aktuellen Forschungsliteratur vermehrt die vernetzte Form von Concept Maps vor (Fischler & Peuckert, 2000a; Freeman & Jessup, 2004; Shavelson, Lang & Lewin, 1994). Während hierarchische Concept Maps so strukturiert sind, dass die räumliche Anordnung die inhaltliche Struktur widerspiegelt, d.h. Oberbegriffe im Concept Map weiter oben platziert sind, folgen vernetzte Concept Maps nicht dieser hierarchischen Anordnung und die räumliche Struktur aller Begriffe kann unterschiedlich gestaltet werden. Kinchin et al. (2000) konnten bei einer qualitativen Analyse von Concept Maps zum Thema „Reproduktion von Blütenpflanzen“ in der

achten Jahrgangsstufe drei Typen differenzieren: speichenförmige, ketten- sowie netzartige Concept Maps. Im Gegensatz zur Assimilationstheorie, in der von einer hierarchisch organisierten Gedächtnisstruktur ausgegangen wird, wird der Assoziationstheorie zufolge eine kognitive Struktur angenommen, die aus Konzepten und Querverbindungen besteht. Gemäß dieser Netzwerktheorie sind Concept Maps gleich gestaltet wie in der Assimilationstheorie mit der bedeutsamen Ausnahme der nicht hierarchischen Struktur (siehe dazu Shavelson et al., 1994).

In der Literatur werden vier Anwendungsgebiete für Concept Maps unterschieden: Curriculumsentwicklung und Unterrichtsplanung, Lehrmittel, Diagnoseinstrument und Lernhilfe (vgl. Lawless, Smee & O'Shea, 1998; Mandl & Fischer, 2000a; Stracke, 2004). Der Schwerpunkt liegt im Folgenden auf Concept Maps im Sinne der Lernhilfe und dazugehöriger Befunde.

3.1.1 Ziele und Nutzen von Concept Maps

Werden Concept Maps im Unterricht als Lernhilfe eingesetzt, so können damit unterschiedliche Ziele verfolgt werden. Lernende können aufgrund der übersichtlichen Darstellung von Concept Maps Wissen strukturieren und dieses repräsentieren, andererseits können sie beim Lesen oder Konstruieren von Concept Maps auch Wissensstrukturen durchdringen und Wissen aufbauen. Ein weiteres Ziel, das mit Concept Maps verfolgt werden kann, ist das Gesamtbild eines Themenbereichs abzubilden. Dies ist insbesondere bei komplexen Themenbereichen wichtig, damit diese für die Schüler nicht fragmentiert und als isolierte Einzelkonzepte voneinander betrachtet werden (Kinchin et al., 2000). Der Einsatz von Concept Mapping als Lernhilfe soll weiterhin dem Erwerb von Zusammenhangswissen dienen (Mandl & Fischer, 2000a). Indem Concept Maps als instruktionale Hilfe eingesetzt werden, können sie verschiedene Funktionen erfüllen. Dazu gehören gemäß der Klassifikation von Lernstrategien (Pintrich, 1989; Weinstein & Mayer, 1986) (1) das Wiederholen, (2) das Elaborieren und (3) das Organisieren von Fachinhalten (siehe Kinchin et al., 2000; Mandl & Fischer, 2000b). Concept Mapping kann eingesetzt werden, um all diese kognitiven Funktionen von Lernstrategien zu bedienen, wie im Folgenden kurz dargestellt wird. Concept Maps sind aufgrund ihrer Eigenschaft, eine Menge an Information übersichtlich darzustellen, ein gutes Instrument zum Wiederholen (Kinchin, 2000), was nachgewiesenermaßen zu Leistungssteigerungen beitragen kann (Foos, 1995). Concept Maps können außerdem ein geeignetes Mittel zur Elaboration von Fachinhalten darstellen, da bei deren Erstellung unter Einbezug des Vorwissens Zusammenhänge zwischen Begriffen herausgearbeitet werden (Hilbert & Renkl, 2008; Möbel,

2001; Van Boxtel, van der Linden, Roelofs & Erkens, 2002). So können neue Begriffe mit bereits in der Gedächtnisstruktur verankerten Begriffen in Beziehung gesetzt werden und infolgedessen kann neues Wissen in schon bestehende Wissensstrukturen integriert werden. Weiterhin können bei der Erstellung von Concept Maps Informationen gruppiert und miteinander in Verbindung gebracht werden, wodurch der Lernstoff strukturiert und organisiert wird (Cañas, 2003; Schmid & Telaro, 1990).

Die Vorteile von grafischen Repräsentationen wie Concept Maps gegenüber textbasierten Repräsentationen können in verschiedenen Ursachen begründet liegen (Larkin & Simon, 1987; Winn, 1991). Generell gilt, dass effiziente Repräsentationsformen dem Lerner helfen sollten, seine Aufmerksamkeit auf relevante Aspekte zu lenken (Lambiotte, Dansereau, Cross & Reynolds, 1989). Die zweidimensionale Struktur grafischer Repräsentationsformen ermöglicht, dass ähnliche oder zusammenhängende Informationen in räumlicher Nähe zueinander stehen und so leichter gefunden oder generiert werden können (Nesbit & Adesope, 2006). Dadurch können mehrere Teilinformationen gleichzeitig betrachtet werden und nächste Teilschritte sind leicht zu finden, wodurch weniger kognitive Ressourcen gebunden werden. Im Gegensatz zu textbasierten Repräsentationen ermöglichen grafische Repräsentationen semantische Verarbeitungen im visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis ohne das verbale Arbeitsgedächtnis zu überlasten. Hall und O'Donnell (1996), Hilbert und Renkl (2008) sowie Jonassen, Reeves, Hong, Harvey und Peters (1997) beschreiben verschiedene Gründe, warum sie Concept Maps als lernwirksam annehmen. So soll der Einbezug des Vorwissens zur Entscheidung, welche Konzepte von Bedeutung sind und wie diese zusammenhängen, die Elaboration des Wissens fördern. Indem Relationen zwischen Konzepten gesucht werden, um die Konzepte zu elaborieren, wird das Wissen zu einem Inhaltsbereich erweitert. Weiterhin wird vermutet, dass Concept Maps durch die Fokussierung auf wichtige Konzepte eine Reduktionsfunktion zukommt, d.h. nur wichtige Konzepte werden in das Concept Map mit aufgenommen und dadurch besser erworben und behalten. Schließlich scheint die räumliche Struktur der Concept Maps von Bedeutung zu sein. Es wird angenommen, dass durch die räumliche Anordnung Beziehungen zwischen Konzepten schnell deutlich werden und komplexe Verknüpfungen verstanden werden können (s.a. Nesbit & Adesope, 2006).

3.1.2 Erstellung und Einsatzmöglichkeiten von Concept Maps

Concept Maps werden als Lernhilfe in schulischen und universitären Lehr- und Lernsituationen als auch in der didaktischen Forschung genutzt (Dahnke, Fuhrmann & Steinhagen, 1998; Fischler & Peuckert, 2000b; Jonassen et al., 1997; Lawless et al., 1998; Wadouh,

2008). Concept Mapping kommt gehäuft in der naturwissenschaftlichen Forschung zur Anwendung (Fischler & Peuckert, 2000a) und bietet sich insbesondere für den Biologieunterricht als Strukturierungshilfe an, da der Unterricht in Biologie häufig aus einer Reihe unverknüpft nebeneinander stehender Informationseinheiten zusammengesetzt ist (Kinchin, 2000). Für die Biologie wird vermutet, dass Schüler sich in dem komplexen und nonlinear strukturierten Gebiet dieser verlieren und die Konzepte nicht ausreichend durchdringen können, falls sie nicht fähig sind, die biologischen Konzepte adäquat zu verknüpfen (Kinchin, 2000; Kinchin & Hay, 2005; Schmid & Telaro, 1990).

Werden Concept Maps als Lernhilfe eingesetzt, so ist zwischen extern repräsentierten und selbst generierten Concept Maps zu unterscheiden, wobei letztere häufiger eingesetzt werden (Neuroth, 2007; Stracke, 2004). Um Concept Maps von Lernenden generieren zu lassen, können verschiedene instruktionale Methoden angewandt werden. Die Entscheidung folgender drei Möglichkeiten zur Erstellung von Concept Maps ist von zentraler Bedeutung: Die Vorgabe der Begriffe, die Platzierung der Begriffe und die Vorgabe der Relationen (Fischler & Peuckert, 2000a). Indem die Begriffe den Lernenden vorgegeben werden und diese sich nicht mit der Begriffswahl auseinandersetzen müssen, scheint die Aufgabe ein Concept Map zu erstellen erleichtert zu werden. Allerdings könnte dies die Schüler auch daran hindern, eigene und möglicherweise andere Begriffe zu wählen, was möglicherweise zu einem vielfältigeren Begriffsspektrum führt. Weiterhin kann gerade das Finden der Konzepte eine gewünschte Anforderung darstellen (Bjork, 1994), die in Einklang mit dem Generationseffekt eher von Vorteil sein sollte (Bertsch, Pesta, Wiscott & McDaniel, 2007). Schüler, die selbst über die Auswahl der Begriffe nachdenken müssen, sind möglicherweise kognitiv stärker aktiv und sollten kurz- und langfristig durch die höhere Eigenaktivität mehr lernen. Briscoe und LaMaster (1991) merken dazu an, dass es zunächst einer Klärung der Bedeutung von Begriffen bedarf, bevor Begriffe in Beziehung zueinander gesetzt werden, was wiederum das Verständnis eines Fachinhalts erhöhen kann. Die Platzierung der Begriffe gibt eine Struktur vor, die einerseits hilfreich sein kann, wenn noch wenig über die Inhalte bekannt ist, andererseits aber auch wieder die Möglichkeiten der Lernenden einschränkt. Bezüglich der Vorgabe von Relationen stellen Fischler und Peuckert (2000a) fest, dass dadurch die gestellte Aufgabe verändert wird. Während die Schüler bei einer Vorgabe der Relationen eine Struktur aus ausgewählten Begriffen und Relationen bilden sollen, müssen sie ohne die Vorgabe der Relationen intensiv über eine Auswahl der Relationen nachdenken, um die Verbindungslinien zwischen den Konzeptbegriffen angemessen beschriften zu können. Je nach Zielsetzung der gestellten Aufgabe ist es sinnvoll auf verschiedene Methoden zurückzu-

greifen (Cañas, 2003).

Der adäquate Einsatz von Concept Maps als Lernhilfe erfordert jedoch eine ausreichende Kenntnis über die Methode (siehe Jüngst & Schrittmacher, 1995) und ihren Nutzen. Zur Einführung des Concept Mappings werden daher instruktionale Programme oder Trainings empfohlen, die sich in Dauer, Gestaltung und Umfang unterscheiden und von einem Handout (Chiu, 2004) über ein Training im Rahmen einer Schulstunde (Chularut & DeBacker, 2004) bis hin zu mehrwöchigen Programmen (Jegede, Alaiyemola & Okebukola, 1990) reichen. Während Jüngst und Schrittmacher (1995) von zehn bis fünfzehn zu erstellenden Maps ausgehen, um von einer Beherrschung der Methode sprechen zu können, konnten Hardy und Stadelhofer (2006) zeigen, dass Lernende Concept Maps bereits nach einer kurzen Einführung in die Technik (eine Sitzung) erstellen können. Zur Einführung in die Technik beschreiben Cañas (2003), Novak und Cañas (2006) sowie Novak und Gowin (1984) ein mehrschrittiges Verfahren: Zunächst soll mit einem bereits bekannten Thema in die Technik eingeführt werden. Die zuvor zu einem Thema gewählten Begriffe gilt es sinnvoll anzuordnen und mit Linien oder Pfeilen zu verbinden und zu beschriften. Schließlich sollte ein Concept Map nochmals begutachtet und möglicherweise revidiert werden.

Mit dem Einsatz von Concept Maps als instruktionale Maßnahme können – wie in Absatz 3.1.1 dargestellt – verschiedene Ziele wie z.B. die Elaboration, Wiederholung und Organisation von Wissen verfolgt werden. Concept Maps können als Lernhilfe zur Wiederholung zuvor gelernter Fachinhalte dienen (Kinchin, 2000; Novak & Gowin, 1984), um Wissen zusammenzufassen und zu vertiefen, und als Alternative zum Erstellen schriftlicher Zusammenfassungen eingesetzt werden (Cañas, 2003), worauf im Folgenden fokussiert wird. Das Erstellen von Zusammenfassungen gilt begründet durch das Abrufen von Informationen als leistungssteigernd bezüglich der Erinnerungs- (z.B. Lückentext) und Wiedererkennungslleistung (z.B. Multiple Choice Test) (Foos, 1995). Nesbit und Adesope (2006) stellen fest, dass „concept maps may enhance learning when they are used to summarize information“ (S. 419) und zeigen, dass das Lernen mit Concept Maps anderen Wiederholungsmethoden wie dem Lernen mit Listen oder Zusammenfassungen überlegen ist. Kinchin (2000) sieht Concept Maps als hervorragendes Instrument zur Wiederholung und Zusammenfassung an und schlägt dazu das eigenständige Erstellen von Concept Maps vor.

Der Begriff der Zusammenfassung wird in der Literatur überwiegend im Sinne einer Textzusammenfassung gebraucht (Foos, 1995; Friend, 2001; Radmacher & Latosi-Sawin, 1995), kann aber auch für das Zusammenfassen zuvor erfolgter Handlungen gelten. Das

Zusammenfassen setzt die Erinnerung und Strukturierung von Information voraus (Foos, 1995) und ist ein rekursiver Prozess, der die Kombination von strukturellen Eigenschaften, neuen Informationen und dem Vorwissen erfordert (Friend, 2001) und einer Selektion wichtiger Inhalte bedarf, wodurch diese besser gelernt und verstanden werden sollten (Radmacher & Latosi-Sawin, 1995). Somit lässt sich das Zusammenfassen unter drei kognitiven Funktionen subsumieren, dem Wiederholen, der Elaboration sowie der Organisation von Information (siehe Absatz 3.1.1). Schriftliche Zusammenfassungen sind vermutlich das meist verwendete Format zum Zusammenfassen von Informationen und werden von Lehrkräften im regulären Biologieunterricht als häufiges Instrument genutzt (Interview mit einem erfahrenen Lehrer und Studienseminarleiter). Hill (1991) beschreibt die Eigenschaften von Zusammenfassungen, die Schwierigkeiten bei der Erstellung und deren Nutzen. Das Zusammenfassen soll lernförderlich sein, jedoch ist es erforderlich, wichtige Informationen von unwichtigen zu selektieren. Hill gibt daher Empfehlungen zur Erstellung von schriftlichen Zusammenfassungen und bezieht dabei unter anderem das Erstellen von Concept Maps mit ein (zunächst ein Concept Map erstellen, auf dessen Grundlage die schriftliche Zusammenfassung geschrieben wird). Aus Gesprächen mit Lernenden schließt Kinchin (2000), dass diese zur Zusammenfassung hauptsächlich ihre zuvor erstellten Notizen durchlesen. In einer Untersuchung von Slotte und Lonka (1999) wurden den Teilnehmern einer medizinischen Eingangsprüfung, in der zunächst ein Text gelesen werden sollte, zu dem später Testaufgaben zu beantworten waren, zum eigenen Gebrauch leere Blätter gegeben. Es zeigte sich, dass 32 von 502 Lernenden spontan Concept Maps erstellten, um den Text zusammenzufassen.

Schriftliche Zusammenfassungen unterscheiden sich von Concept Maps in vielerlei Hinsicht. In einem Text ist die lineare Schreib- und Leserichtung vorgegeben; wichtige Begriffe können durch Markierungstechniken hervorgehoben werden (Taber, 1994). Schriftliche Zusammenfassungen folgen einer sequentiellen Struktur und die Zusammenhänge zwischen Begriffen werden über das mehrfache Aufführen dieser Begriffe verdeutlicht. Die Bedeutsamkeit eines Begriffes wird somit über die Anzahl der Wiederholungen bestimmt (Friend, 2001), wobei ein Begriff auch unter verschiedenen Bezeichnungen genannt werden kann (Nesbit & Adesope, 2006). Concept Maps hingegen sind grafische Darstellungen, die deutlich weniger Text benötigen, um dieselben Zusammenhänge darzustellen. In qualitativ hochwertigen Concept Maps taucht jeder Begriff unabhängig von der Anzahl der Beziehungen mit anderen Begriffen nur einmal auf (Nesbit & Adesope, 2006) und die Beziehungen eines Begriffes zu anderen können in mehreren Relationen dargestellt werden ohne diesen Begriff mehrfach aufführen zu müssen (Chmielewski & Dansereau,

1989; Toth, Suthers & Lesgold, 2002). Die Bedeutsamkeit eines Begriffs kann über die Anzahl an Relationen ermittelt werden (Ahlberg, 2004) und fehlende Relationen sind schnell zu erkennen. In Concept Maps können Zusammenhänge übersichtlich dargestellt werden, wichtige Begriffe und deren Zusammenhänge können sofort erkannt werden, während diese aus Texten erst extrahiert werden müssen (Nesbit & Adesope, 2006). Im Gegensatz zu Texten gibt es keine vorbestimmte Schreib- oder Leserichtung, der Lerner kann die Inhalte und deren Reihenfolge selbst auswählen und sollte sich nicht in Details verlieren (Nesbit & Adesope, 2006).

Neben ihrer vornehmlichen Funktion als Lernhilfe können Concept Maps außerdem als Diagnose- oder Messinstrument eingesetzt werden (Austin & Shore, 1995; Novak & Gowin, 1984; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996; Shavelson et al., 1994). Ruiz-Primo und Shavelson (1996) schlagen drei verschiedene Auswertungsmethoden vor: (1) die Komponenten des Concept Maps bewerten, (2) das erstellte Map mit einem Experten-Map vergleichen oder (3) eine Kombination aus beidem. Die erste Variante kann grafentheoretisch und inhaltlich erfolgen (Austin & Shore, 1995): So lässt sich die Quantität sowie die Qualität der Begriffe oder Relationen ermitteln. Die Maße hierfür wären die Vernetztheit des Concept Maps (Anzahl an Relationen) bzw. die Qualität (werden pro Relation unterschiedlich viele Punkte vergeben, so kann entweder die Anzahl qualitativ hochwertiger Relationen oder der Summenscore aller Relationen als Qualitätsmaß gelten). Zusätzlich lassen sich aus der Qualität und Anzahl von Relationen relationale Werte bilden (siehe dazu z.B. Hoz, Tomer & Tamir, 1990). Für alternative Kriterien zur Analyse von Concept Maps sei auf Jonassen et al. (1997) verwiesen.

3.2 Forschungsergebnisse zum Concept Mapping

Mit weit über hundert Primärstudien und zwei Metaanalysen (Horton et al., 1993; Nesbit & Adesope, 2006), die den Einfluss des instruktionalen Gebrauchs von Concept Maps auf die Lernleistung untersucht haben, scheint das Feld zum Concept Mapping relativ gut beforscht, dennoch deutet sich nicht an, dass der Trend abbricht. Während in der Metaanalyse von Horton et al. aus dem Jahre 1993 achtzehn von 133 aus einer Literaturrecherche hervorgegangenen Studien ausgewählt wurden, konnten Nesbit und Adesope circa fünfzehn Jahre später über 2000 Studien ausfindig machen, von denen 122 die Analysekriterien erfüllten. Zwar wurden z.T. in der aktuelleren Metaanalyse auch nach Begriffen wie „knowledge maps“ gesucht und weitere Datenbanken mit einbezogen, jedoch zeigt Abbildung 3.2 deutlich, dass die Publikationsmenge zu Concept Maps im

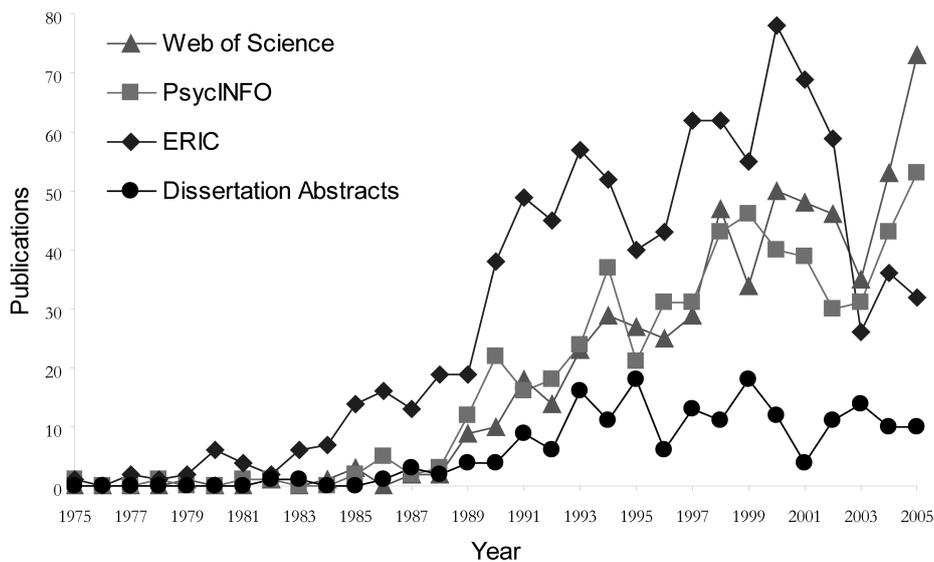


Abbildung 3.2: Entwicklung der Forschungsliteratur zu Concept Maps, Abbildung aus Nesbit und Adesope (2006)

Verlauf der letzten 30 Jahre stetig zunahm. Nesbit und Adesope (2006) schließen in ihrer Metaanalyse „concept mapping was found to benefit learners across a broad range of educational levels, subject areas, and settings“ (S. 434). Obwohl generell von positiven Effekten von Concept Maps auf die Lernleistung die Rede ist, bedarf es einer detaillierteren Betrachtung der Befundlage, da Concept Maps in Abhängigkeit vom Fach, individueller Unterschiede, der eingesetzten Sozialform (individuell versus kooperativ) sowie der Aufgabenstellung (Durcharbeiten extern repräsentierter Concept Maps versus Erstellung eigener Concept Maps) unterschiedlich wirken können.

Über alle untersuchten Fachgebiete hinweg zeigen sich generell positive Befunde der Erstellung von Concept Maps auf die Lernleistung. In der Metaanalyse von Nesbit und Adesope (2006) wurden Studien verschiedener Fächergruppen bezüglich ihrer Effekte auf die Lernleistung verglichen. Höhere Concept Mapping Effekte zeigten sich für Fächer mit größeren verbalen Anteilen. In der Fächergruppe Naturwissenschaften, Biologie und Statistik wurden neun Studien untersucht, die eine gewichtete mittlere Effektstärke von 0.52 auf die Lernleistung zeigen. In der älteren Metaanalyse von Horton et al. (1993) wurden die Fächergruppen Biologie, Physik und nicht naturwissenschaftliche Fächer gebildet und untersucht. Die meisten Studien wurden zu einem biologischen Inhalt ($N = 9$) durchgeführt, welche wieder vergleichsweise hohe Leistungssteigerungen erbrachten. So zeigten sich Concept Maps verglichen mit der Teilnahme an Vorträgen sowohl in experimentellen

als auch in unterrichtlichen Settings zu biologischen Inhalten als lernförderlicher (Esiobu & Soyibo, 1995; Okebukola, 1992; Okebukola & Jegede, 1988). Während Horton et al. die Fächervergleiche nicht getrennt nach selbstkonstruierten und vorgefertigten Concept Maps berichten, sind die in der aktuelleren Metaanalyse von Nesbit und Adesope dargestellten Unterschiede nur auf das eigenständige Erstellen von Concept Maps bezogen.

Augenfällig ist, dass in den meisten Studien zum Concept Mapping nicht die Selbstkonstruktion von Concept Maps im Mittelpunkt steht, sondern vielmehr vorgefertigte Concept Maps eingesetzt werden, die von den Lernenden zu bearbeiten sind; d.h. die aktive Tätigkeit des Concept Mappings ist seltener Forschungsgegenstand. In der Metaanalyse von Nesbit und Adesope (2006) zeigt sich für 27 Studien, die selbstkonstruierte Maps einsetzen, ein höherer Effekt als für 40 Studien, die vorgefertigte Maps einsetzen. Dieses Ergebnis scheint z.T. in den unterschiedlichen Vergleichstreatments begründet liegen. So zeigen sich nämlich für das Konstruieren von Concept Maps deutlich höhere Effekte, wenn die Lernenden des Vergleichstreatments an einem Vortrag oder einer Diskussion teilnehmen, als wenn sie selbst z.B. einen Text, Notizen oder eine Gliederung erstellen. Die Rolle der Eigenverantwortlichkeit für die Aufgabenerfüllung sowie die konstruktive Qualität der Aufgabe können als Ursache dieser Befundlage angenommen werden. Schmid und Telaro (1990) ziehen aus ihrer Studie überdies auch den Rückschluss, dass der Prozess des Erstellens von Concept Maps bedeutender ist als das resultierende Concept Map. Die Erarbeitung vorgefertigter Concept Maps sollte also weniger lernförderlich sein als die aktive Konstruktion. Jüngst (1995) konnte für verschiedene Inhaltsbereiche zeigen, dass das elaborierende Durcharbeiten von Concept Maps lerneffektiver ist als das elaborierende Durcharbeiten eines inhaltlich vergleichbaren Texts. In einer Studie von Markow und Lonning (1998) hingegen zeigten sich keine Lernvorteile von selbst erstellten Concept Maps gegenüber selbst erstellten Zusammenfassungen zu einem chemischen Inhaltsbereich. Neben den Effekten von Concept Mapping auf das Fachwissen werden auch solche auf die Anwendung von Wissen berichtet, welche jedoch – vermutlich aufgrund des kognitiv höheren Anspruchs von Anwendungsaufgaben – von geringerer Stärke sind (Nesbit & Adesope, 2006).

Um die Lernleistung durch zuvor erfolgtes Concept Mapping abbilden zu können bedarf es der Verwendung adäquater Messinstrumente. Als eine mögliche Ursache für die mangelnden Concept Mapping Effekte in ihrer Studie empfehlen Markow und Lonning (1998) andere Tests als nur solche im Multiple Choice Format zu verwenden, um erfassen zu können, ob die Lernenden neben dem Verständnis einzelner Konzepte auch die Beziehungen zwischen diesen Konzepten erworben haben. In der Studie von Lehman,

Carter und Kahle (1985) wurde ein Test zur Erfassung von Wissen über Zusammenhänge konstruiert. Mit diesem Test zur Erfassung inhaltlicher Beziehungen erhofften sich die Autoren ein sensibleres Messinstrument zur Erhebung des durch Concept Mapping erworbenen konzeptuellen Wissens. Im Gegensatz zu den anderen in der Studie von Lehman et al. eingesetzten Instrumenten war dies der einzige Test, der einen leichten Vorteil zugunsten der Concept Maps erbringen konnte.

Die generell positiven Effekte des Concept Mappings auf die Lern- und Behaltensleistung sind vermutlich auf bestimmte Lerngruppen einzuschränken. Es gibt Hinweise darauf, dass Concept Mapping nur für bestimmte Lernende, und zwar solche mit geringen kognitiven Fähigkeiten oder geringem Vorwissen, von Vorteil ist. Vor allem kooperativem Concept Mapping wird das Potenzial zugeschrieben, die Lernleistung zu erhöhen. Darauf deuten auch die Ergebnisse der beiden Metaanalysen zum Concept Mapping hin, die höhere Effektstärken für in Gruppen erstellte Concept Maps als für individuell erstellte Concept Maps aufweisen. Vorsicht geboten ist jedoch bei einer Generalisierung dieser Ergebnisse, da die Effekte möglicherweise eher durch die Gestaltung der Vergleichstreatments als durch die Sozialform bedingt sind und daher weiterer Forschungsbedarf besteht (siehe dazu Nesbit & Adesope, 2006, außerdem Absatz 3.2.2). Weiterhin sind die Auswirkungen für die einzelnen Gruppenmitglieder separat zu beachten (siehe dazu Absatz 3.2.3).

3.2.1 Einfluss von Lernercharakteristika

Die Effektivität von Concept Mapping scheint von bestimmten Lernermerkmalen wie dem Vorwissen und den kognitiven Fähigkeiten der Lernenden beeinflusst zu sein. Es kann angenommen werden, dass das grafische Format von Concept Maps sowie deren Syntax aus mehreren Propositionen (Begriff-Relation-Begriff) bedingt, dass diese leichter zu erstellen und verstehen sind als Fließtext, und vor allem Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten davon profitieren (Nesbit & Adesope, 2006), da aufgrund visueller Gegebenheiten schnell klar wird, ob Propositionen vollständig und korrekt sind. Falls z.B. zwei Begriffe konstruiert wurden, aber keine Relation, so werden die Lernenden explizit darauf gestoßen, sich eine Beziehung zwischen den beiden Begriffen zu überlegen und diese entsprechend zu benennen (Francisco, Nakhleh, Nurrenbern & Miller, 2002; Kinchin et al., 2000). Die in Absatz 3.1.1 angeführten Gründe für die Effektivität von Concept Maps sollten also besonders für Lernende mit geringeren kognitiven Fähigkeiten oder geringerem Vorwissen von Bedeutung sein. Für Lernende mit diesen individuellen Voraussetzungen sollte es von größerer Wichtigkeit sein, die Belastung des Arbeitsge-

dächtnisses durch strukturelle Aspekte möglichst niedrig zu halten. Concept Maps können dies durch ihre übersichtliche Struktur sowie das Clustern von Informationseinheiten ermöglichen (Larkin & Simon, 1987; Winn, 1991): Dadurch, dass ähnliche Konzepte in räumlicher Nähe zueinander stehen, wird das Fehlen von Konzepten oder Relationen schnell ersichtlich und neue Verbindungen können leicht an bereits bestehende Konzepte geknüpft werden ohne zu einer kognitiven Überlastung zu führen.

Unter Einbezug der Moderatorvariable kognitive Fähigkeiten wurde bisher meist die Erarbeitung von Text bzw. Concept Maps untersucht, nicht hingegen die eigenständige Erstellung von Text oder Concept Maps. So konnten Lambiotte und Dansereau (1992) zeigen, dass Lernende mit geringem Vorwissen mehr lernen, wenn sie Maps anstatt von Text oder Wortlisten benutzen. Ebenso zeigen Rewey, Patterson, Dees, Skaggs und Pitre (1992), dass kooperativ Lernende mit geringen Fähigkeiten höhere Leistungen erzielen, wenn sie zur Zusammenfassung zuvor zu lesender Textabschnitte ein Map benutzen im Gegensatz zu Text oder keiner Zusammenfassungshilfe. Keine Leistungsunterschiede zeigten sich für Lernende mit hohen Fähigkeiten. Zusammenfassend schließen Nesbit und Adesope (2006) sowie O'Donnell, Dansereau und Hall (2002), dass Lernende mit geringen verbalen Fähigkeiten oder geringem Vorwissen am meisten von der Präsentationsform Concept Map profitieren, während es für Lernende mit hohen Fähigkeiten eher von untergeordneter Bedeutung ist, ob sie mit einer textbasierten oder grafischen Präsentationsform lernen. Zum Einfluss kognitiver Fähigkeiten als möglichen Moderator auf die Lerneffekte beim eigenständigen Erstellen von Concept Maps gibt es noch relativ wenige Untersuchungen. In einer Studie von Schmid und Telaro (1990) wurden in einer Unterrichtseinheit zum Thema „Nervensystem“ neben dem traditionellen Unterricht an einer Highschool in der Experimentalgruppe Concept Maps erstellt. In einem Posttest zeigte sich nur für Schüler mit geringer Lesefähigkeit ein Vorteil zugunsten des Concept Mappings. Hilbert und Renkl (2008) hingegen konnten in einer Studie mit 38 Studierenden keinen statistisch bedeutsamen Zusammenhang zwischen den Fähigkeiten und der Qualität der erstellten Concept Maps oder dem erzielten Leistungszuwachs nachweisen.

3.2.2 Kooperatives Concept Mapping

Kooperatives Lernen lässt sich definieren als eine Interaktion von Lernenden mit dem Ziel individuelles und gemeinsames Wissen zu erzeugen (Ciani, Summers, Easter & Sheldon, 2008; Dillenbourg, 1999). Lernende bewältigen kooperativ eine Aufgabe, indem sie gegenseitig Hilfe einfordern und sich diese anbieten, ihre Ideen und Perspektiven diskutieren, nach neuen Lösungen suchen und so neues Wissen konstruieren (Gillies, 2003).

Ziel kooperativen Lernens ist es, die konzeptuelle Entwicklung als Ergebnis von Interaktion und dadurch entstehenden kognitiven Konflikten zu fördern (Kinchin & Hay, 2005). Zu beachten sind dabei zwei Komponenten: Gruppenziele und die individuelle Verantwortlichkeit, d.h. die Gruppenarbeit sollte ein Ziel verfolgen, das von der individuellen Beteiligung der Gruppenmitglieder abhängt (Slavin, 1991, 1996). Ein weiterer Faktor beim kooperativen Lernen scheint die Wahl der Gruppenzusammensetzung darzustellen. In einer Studie von Ciani et al. (2008) berichteten Schüler, die ihre Gruppe selbst wählen durften, höhere Werte für emotionale Variablen als Schüler, die durch die Lehrkraft in Gruppen eingeteilt wurden. In einem Überblick über die Forschungsliteratur zum kooperativen Lernen stellt Slavin (1991) dar, dass die Mehrzahl der Studien einen Vorteil kooperativen Lernens im Vergleich zu Kontrollbedingungen auf die Lernleistung aufweisen. Auch in einer aktuellen Metaanalyse von Schroeder, Scott, Tolson, Huang und Lee (2007) zeigte der Vergleich von kooperativem Lernen mit lehrerzentrierten Strategien einen Vorteil für kooperatives Lernen in der Höhe von 0.95 Standardabweichungen.

Die unabhängig voneinander gezeigten Vorteile für kooperatives Lernen und Concept Mapping deuten darauf hin, dass eine Kombination dieser instruktionalen Methoden einen Synergieeffekt hinsichtlich der Lernleistung erzeugen könnte (Cañas, 2003; Stoyanova & Kommers, 2002). Um die Effektivität von Concept Maps zu erhöhen, schlugen Kinchin, De-Leij und Hay (2005) sogar explizit vor, kooperatives Concept Mapping einzusetzen. Dennoch wurde Concept Mapping bisher vornehmlich für individuelles Lernen eingesetzt und ist für kooperatives Lernen noch unzureichend untersucht (vgl. Bruhn, Fischer, Gräsel & Mandl, 2000; Gao, Shen, Losh & Turner, 2007; Nesbit & Adesope, 2006). Kooperativem Concept Mapping wird das Potenzial zugesprochen, durch eine Visualisierung von Fachinhalten den Lernerfolg zu erhöhen (Bruhn et al., 2000). Die Gründe für die postulierte Lernförderlichkeit liegen jedoch nicht nur in der gemeinsam stattfindenden Visualisierung von Fachinhalten, welche auch individuell lernförderlich sein kann, oder im kooperativen Einsatz dieser Strategie. Vielmehr ist hervorzuheben, dass beim kooperativen Concept Mapping neben der gemeinsamen Anwendung einer instruktionalen Methode durch die Visualisierung der Zusammenhänge eine Diskussionsgrundlage geschaffen werden kann, um Informationen zu strukturieren (Mandl & Fischer, 2000a).

Im Gegensatz zum individuellen Concept Mapping kann die erhöhte Anzahl der Lernenden beim kooperativen Lernen den Lernprozess stark verändern (Gao et al., 2007). Während Lernende gemeinsam ein Concept Map erstellen, müssen sie die Anordnung der Begriffe und deren Beziehungen miteinander diskutieren (Van Boxtel et al., 2002), ein Prozess, der möglicherweise verschiedene Interpretationen aufdecken kann und in

dem diese zu klären sind. Das Erstellen von Concept Maps zum Erlernen von Konzepten erfordert einerseits den Einbezug von Vorwissen und bietet außerdem die Notwendigkeit und Möglichkeit, im Diskurs Fragen zu stellen und zu klären. Um anderen Gruppenmitgliedern eigene Ideen zu erklären, muss Vorwissen bzw. relevantes Wissen aktiviert werden, damit der Erklärende sich einerseits gut ausdrücken kann und andererseits die anderen Gruppenmitglieder die Informationen verstehen und interpretieren können (Gao et al., 2007). Insbesondere beim gemeinsamen Concept Mapping gewinnt das Abwägen verschiedener Alternativen an Bedeutung. Auch Roth und Roychoudhury (1993) verweisen darauf, dass Concept Maps die Wissenskonstruktion fördern, insbesondere wenn sie kooperativ erstellt werden und die Lernenden die inhaltlichen Beziehungen und Verknüpfungen des zugrunde liegenden Themas externalisieren und besprechen müssen. Weiterhin wird Concept Mapping als angemessenes Kommunikationsinstrument angesehen (Freeman & Jessup, 2004), das die Schüler dazu befähigt, die Konzepte bedeutungsvoll zu diskutieren und zu durchdringen (Van Boxtel et al., 2002). Gao et al. (2007) heben außerdem hervor, dass in solchen Studien, die beim kooperativen Concept Mapping Diskursprozesse betrachtet haben, festzustellen war, dass die Lernenden kaum über irrelevante Themen sprechen und der Fokus der Interaktion auf den zu erlernenden Konzepten und deren gegenseitigen Beziehungen liegt.

Empirische Ergebnisse zeigen, dass kooperatives Concept Mapping höhere positive Auswirkungen auf die Lernleistung hat als die individuelle Generierung von Concept Maps. Horton et al. (1993) konnten einen Leistungsvorteil für das Erstellen von Concept Maps in Gruppen im Vergleich zur individuellen Erstellung zeigen. Die Metaanalyse von Nesbit und Adesope (2006) liefert ein Vorteil für Concept Maps, die in einer Kombination aus Gruppen- und Einzelarbeit (individuelle Erstellung und gemeinsame Diskussion) und nicht alleine erstellt wurden. Allerdings handelt es sich dabei oft um Studien, in denen die Diskussionen über die Concept Maps im Klassenverbund durchgeführt wurden und somit einige Lernende kaum Beiträge lieferten. Außerdem gestalteten sich die Gruppeninteraktionen z.T. als Besprechung von zuvor erstellten Concept Maps und nicht als gemeinsame Erstellung von Concept Maps. In einem weiteren Übersichtsartikel zu kooperativem Concept Mapping zeigen Basque und Lavoie (2006), dass sich kooperatives Concept Mapping verglichen mit individuellem Concept Mapping sowie anderen kooperativen Tätigkeiten in den meist zu naturwissenschaftlichen Inhalten durchgeführten Studien als lernförderlicher herausstellt. Bezogen auf die Biologie zeigen mehrere Studien, dass kooperativ erstellte Concept Maps zu höheren Lernleistungen führen als individuell erstellte Concept Maps (Brown, 2003; Okebukola & Jegede, 1988).

Geht man davon aus, dass kooperatives Concept Mapping lernförderlicher ist als individuelles Concept Mapping, so bleibt dennoch die Frage nach der Lernförderlichkeit im Vergleich mit anderen kooperativen Methoden. Auf der Suche nach der Beantwortung dieser Frage lässt sich feststellen, dass kooperatives Concept Mapping meist mit Lernaktivitäten kontrastiert wurde, die ein nicht zu vergleichendes Lernerengagement aufweisen wie zum Beispiel die Teilnahme an Vorlesungen, Vorträgen oder Gruppendiskussionen und eher mit individuellen Tätigkeiten zu vergleichen sind. In einer Studie von Patterson, Dansereau und Newbern (1992) wurde der Einsatz von Text und Concept Maps als Informationsquellen in kooperativen Settings eingesetzt. Dabei zeigte sich, dass mit Concept Maps Lernende höhere Leistungen erbrachten als mit Text Lernende. In dieser Studie wurden jedoch die Effekte des Durcharbeitens von Text und Concept Maps und nicht des aktiven Konstruierens von Concept Maps bzw. des Schreibens von Text untersucht. Gao et al. (2007) stellen heraus, dass beim kooperativen Concept Mapping deutlich mehr Einflussfaktoren zu beachten sind wie z.B. die Gruppenzusammensetzung und die Art der Unterstützungsmöglichkeiten für die Gruppenmitglieder (sind die Konzeptbegriffe vorgegeben, können diese bei der gemeinsamen Diskussion über die Anordnung, z.B. durch die Nutzung von Klebekarten, noch unterschiedlich platziert werden, etc.).

Insgesamt lässt sich festhalten, dass kooperatives Concept Mapping noch unzureichend untersucht ist (siehe z.B. Gao et al., 2007) und dass Studien, die Concept Mapping mit vergleichbaren Aktivitäten an Lernerengagement kontrastieren, wie zum Beispiel dem Erstellen schriftlicher Zusammenfassungen, zu eher geringen Vorteilen zugunsten des Concept Mappings kommen (vgl. Nesbit & Adesope, 2006).

3.2.3 Lernercharakteristika beim kooperativen Concept Mapping

Der kooperative Einsatz von Concept Maps hat vermutlich verschiedene Auswirkungen auf das Verständnis und die Lernleistung der einzelnen, am Lernprozess beteiligten, Gruppenmitglieder. In Anbetracht der unterschiedlichen Erträge beim individuellen Concept Mapping in Abhängigkeit von den kognitiven Fähigkeiten der Lernenden ist zu vermuten, dass bestimmte Gruppenzusammensetzungen sich auch unterschiedlich auf den Lernerfolg der Einzelnen auswirken. Dabei sind homogen und heterogen zusammengesetzte Gruppen zu unterscheiden, die sich dadurch auszeichnen, dass die Lernenden ein ähnliches oder unterschiedliches Fähigkeitsniveau aufweisen. Das Zusammenspiel verschiedener individueller Voraussetzungen kann beim kooperativen Concept Mapping in einem komplexen Wirkgefüge resultieren. So gehen auch Gao et al. (2007) davon aus, dass kontextuelle Bedingungen wie die Gruppenzusammensetzung und individuelle Ler-

nervoraussetzungen bedeutsam für den Lernerfolg sein können.

Wilkinson und Fung (2002) stellen für die Gruppenzusammensetzung beim kooperativen Lernen fest: „low-ability students may learn more in heterogeneous groups because they receive timely and elaborated help from their high-ability peers“ (S. 441). In homogen zusammengesetzten Gruppen mit Schülern ausschließlich geringer kognitiver Fähigkeiten fehlt es möglicherweise an Wissen, das nötig ist, um sich relevante Informationen gegenseitig zu erklären (Dillenbourg, Baker, Blaye & O'Malley, 1996; Lou et al., 1996). Concept Maps können eine Unterstützungsmöglichkeit für Schüler geringer kognitiver Fähigkeiten in homogenen Gruppen bieten, da die Lernenden sich durch das visuell einfacher zu erfassende Format die Bedeutungen besser gegenseitig erklären können. In Lerngruppen, die ausschließlich aus Lernenden mit geringen kognitiven Fähigkeiten zusammengesetzt sind, können Concept Maps in ihrer Funktion als grafisches Werkzeug strukturierend wirken und ihr Potenzial, einen lernförderlichen Diskurs anzuregen (Van Boxtel et al., 2002) kann hier besonders von Bedeutung sein. Für heterogen zusammengesetzte Gruppen ist eine grafische Unterstützung vermutlich nicht nötig, da die Lernenden hoher kognitiver Fähigkeiten in der Lage sein sollten auch ohne Rückbezug auf ein Concept Map zu einem hohen Verständnis zu gelangen und den Lernenden geringer kognitiver Fähigkeiten die Zusammenhänge anschaulich zu erklären. Die Vorteile von Concept Mapping für Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten sollten sich also speziell in Gruppen mit einem homogenen Fähigkeitsniveau positiv auswirken.

In einer Studie von Rewey et al. (1992) zeigten sich für in Dyaden Lernende, dass solche mit geringen kognitiven Fähigkeiten mehr lernen, wenn sie als Unterstützungsmaßnahme ein Concept Map im Vergleich zu einem Text oder keiner Unterstützung erhalten. Begründet wird dies dadurch, dass das Map vermutlich bei der Informationssuche hilfreich ist, während das kooperative Lernen zur Verarbeitung von Informationen beitragen kann. Es scheint, dass Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten durch das Concept Mapping explizit Strategien einsetzen können, die Lernenden hoher kognitiver Fähigkeiten implizit bereits nutzen. In der genannten Studie wird jedoch kein Bezug dazu genommen, wie die Dyaden zusammengesetzt sind. Aus den Stichprobenzahlen ist jedoch ersichtlich, dass es neben homogenen auch heterogen zusammengesetzte Dyaden gegeben haben muss. Darauf wird in der Analyse leider nicht weiter eingegangen, was aufgrund der geringen Besetzung der einzelnen Zellen mit der dort gewählten Methodik auch nicht sinnvoll gewesen wäre. Fraglich bleibt, welchen Einfluss die Zusammensetzung auf den Effekt bei Lernenden mit geringen kognitiven Fähigkeiten ausmachte, ob also die meisten Gruppen homogen zusammengesetzt waren und der Effekt daher rührt

oder nicht. Studien, die über den Einfluss individueller Unterschiede beim kooperativen Concept Mapping Aufschluss geben können, sind wünschenswert und stehen noch aus.

3.2.4 Zusammenfassung und kritische Reflektion der Forschungsergebnisse

Obwohl die Forschungsliteratur zu Concept Maps insgesamt positive Befunde zur Leistungssteigerung durch extern repräsentierte und selbst generierte Concept Maps berichtet, fallen doch einige Detailergebnisse und Forschungsdefizite ins Auge. Zunächst ist die Forschung zum Durcharbeiten von extern präsentierten Maps noch vorherrschend; aus konstruktivistischer Perspektive wäre ein vermehrter Einsatz von selbst zu erstellenden Concept Maps wünschenswert. Die Effekte des Concept Mappings scheinen zumindest teilweise fachspezifisch ausgeprägt zu sein, wobei sich Concept Mapping mit biologischen Fachinhalten vielfach als wirksam zeigt.

Weiterhin werden positive Effekte zugunsten des Concept Mappings meist nur dann berichtet, wenn das geforderte Lernerengagement im Vergleichstreatment (z.B. Vorlesungen) sich deutlich von dem der Interventionsgruppe unterscheidet, d.h. im Vergleich zu Tätigkeiten mit einem ähnlichen Anforderungscharakter scheint Concept Mapping nur bedingt wirksam, bzw. ist zur Aufklärung weiterer Forschungsbedarf gegeben. Die Vorteile des Concept Mappings scheinen nicht für alle Lernenden gleichermaßen wirksam zu sein. So zeigen sich die größten Effekte für Schüler mit einem relativ geringen kognitiven Fähigkeitsniveau. Noch nicht ausreichend erforscht ist das Zusammenspiel von kognitiven Fähigkeiten beim kooperativen Concept Mapping und deren Auswirkungen auf die individuellen Leistungen innerhalb einer Lerngruppe. Untersuchungen zum kooperativen Concept Mapping vernachlässigen diesen Aspekt, indem die Ergebnisse auf Lerngruppenebene angegeben werden oder Ergebnisse auf Individualebene ohne Berücksichtigung der Gruppenzusammensetzung berichtet werden. Zum kooperativen Concept Mapping selbst gibt es relativ wenige Untersuchungen oder es werden zwei Bedingungen miteinander kontrastiert, von der nur in einer kooperativ gelernt wird. Die postulierten leistungssteigernden Effekte durch kooperatives Concept Mapping sind also diesbezüglich kritisch zu betrachten. Außerdem ist die Dauer in den meisten Studien zu biologischen Inhalten zu kurz um generelle Aussagen über die Lernwirksamkeit von Concept Mapping zu machen, wie Bunting, Coll und Campbell (2006) beschreiben.

4 Ziele, Forschungsfragen und Hypothesen

Ziel der Forschung zum kontextorientierten Lernen sollte es neben der Materialentwicklung und -evaluation sein, empirisch fundierte Aussagen zum Einfluss der Kontextorientierung auf das Interesse und die Lernleistung zu treffen. Der Fokus der fachdidaktischen Forschung lag in der Vergangenheit jedoch verstärkt auf der Entwicklung von Materialien zum kontextorientierten Lernen (Bennett & Holman, 2002), wodurch die Frage zur Effektivität von kontextorientiertem Lernen noch nicht ausreichend geklärt werden konnte. Die meisten der Untersuchungen zum kontextorientierten Lernen deuten auf positive Wirkungen bezüglich des Interesses hin, wobei zu beachten ist, dass individuelle Lernvoraussetzungen wie beispielsweise das Fachinteresse von Bedeutung sein können. Zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung lassen sich weder auf theoretischer Grundlage gesicherte Annahmen ableiten noch geben die empirischen Untersuchungen ein konsistentes Bild ab.

Concept Mapping gilt als sinnvolle Lernhilfe, insbesondere beim kooperativen Lernen sowie zum Aufbau vernetzter Wissensstrukturen. Trotz der Favorisierung von kooperativem gegenüber individuellem Concept Mapping ist es noch nicht gelungen ausreichend empirische Evidenz für dessen Lernwirksamkeit zu bilden (siehe dazu Gao et al., 2007). Im Speziellen fehlt es an Studien, die kooperatives Concept Mapping mit weiteren kooperativen Tätigkeiten und nicht nur mit der Partizipation an Vorlesungen oder anderen passiven Lernsituationen vergleichen (Nesbit & Adesope, 2006). Ein weiteres Problem der Forschung zum kooperativen Concept Mapping ist die mangelnde Berücksichtigung von Gruppenzusammensetzungen bezüglich der individuellen Lernvoraussetzungen der Gruppenmitglieder.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es zunächst, den Einfluss der Kontextorientierung beim kooperativen Lernen im Fach Biologie auf das situationale Interesse und die Lernleistung in einer möglichst kontrollierten Untersuchung aufzuklären. Folgende Forschungsfrage steht im Zentrum der Untersuchung bezüglich kontextorientierten Lernens:

F1: Welchen Einfluss hat kontextorientiertes Lernen auf das situationale Interesse und die Lernleistung?

Zusätzlich zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung soll untersucht werden, ob der Wissenserwerb beim kontextorientierten Lernen durch die Wiederholung der Informationen unterstützt werden kann. Zusammenfassungen schreiben und Concept Mapping werden als Wiederholungsmethoden bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Lernleistung, insbesondere auch in Kombination mit kontextorientiertem Lernen, untersucht.

F2: Welchen Einfluss hat die Art der Wiederholung auf die Lernleistung?

F3: Welchen Einfluss hat die Art der Wiederholung in Kombination mit kontextorientiertem Lernen auf die Lernleistung?

Die Untersuchung der obigen Forschungsfragen soll Aufklärung darüber geben, ob kooperatives Concept Mapping auch im Vergleich zu anderen kooperativen Tätigkeiten, die ein ähnliches Ausmaß an Eigenaktivität aufweisen, überlegen ist und das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten unterstützen kann. Darüber hinaus sollen weitere Forschungsfragen zum kontextorientierten Lernen und zur Art der Wiederholung untersucht werden:

F4: Ist der Einfluss kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse und die Lernleistung durch das individuelle Interesse moderiert?

F5: Ist der Einfluss der Art der Wiederholung durch die kognitiven Fähigkeiten der Lernenden und die Gruppenzusammensetzung moderiert?

Die Hypothesen zu den Auswirkungen kontextorientierten Lernens werden bezüglich der Effekte auf die abhängigen Variablen situationales Interesse und Lernleistung unterschieden. Ausgehend von der Interessensliteratur und Forschung zum Einfluss von lebensweltlichen Kontexten auf das Interesse wird vermutet, dass kontextorientiertes Lernen das situationale Interesse der Lernenden erhöht. Für die Biologie als ein Fach, wofür generell relativ hohe Interessenswerte berichtet werden, werden eher geringe Effekte durch das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten angenommen. Begründet liegt diese Vermutung darin, dass der Effekt kontextorientierten Lernens aufgrund eines bereits hoch ausgeprägten Fachinteresses möglicherweise nicht richtig zum Tragen kommen kann bzw. von untergeordneter Bedeutung ist. Sehr heterogen sind sowohl die Annahmen als auch bisherige Ergebnisse zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung,

insbesondere hinsichtlich des Faches Biologie. Es wird vermutet, dass kontextorientiertes Lernen einen Einfluss auf die Lernleistung hat, jedoch lassen sich keine gesicherten Annahmen zur Wirkungsrichtung des Einflusses ableiten. Davon ausgehend wird für das kontextorientierte Lernen mit biologischen Inhalten keine gerichtete Hypothese formuliert.

H1: Das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten in Biologie führt zu höherem situationalen Interesse als das Lernen mit fachlichen Kontexten.

H2: Das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten in Biologie beeinflusst die Lernleistung.

Die Hypothesen bezüglich des kooperativen Concept Mappings untergliedern sich in Hypothesen zur Qualität der in Lerngruppen erstellten Wiederholungen und deren Beziehung zur Lernleistung und in Hypothesen zu den Effekten auf die Lernleistung. Für die Wiederholung von fachlichen Informationen wird erwartet, dass mittels kooperativem Concept Mapping besser gelernt wird als mit kooperativ schriftlich erstellten Zusammenfassungen. Die Qualität der Wiederholung – definiert über die Anzahl an inhaltlich richtigen Relationen – sollte für Concept Maps höher sein als für Zusammenfassungen. Weiterhin sollte die Qualität von im kooperativen Prozess erstellten Concept Maps bzw. schriftlichen Zusammenfassungen zusätzlich zu anderen möglichen Einflussfaktoren wie den kognitiven Fähigkeiten oder dem Vorwissen einen kausalen Einfluss auf die Lernleistung nehmen. Für die Lernhilfe Concept Mapping wird außerdem angenommen, dass deren Einsatz in höheren Leistungen, insbesondere höheren Vernetzungsleistungen, resultiert als das Schreiben von Zusammenfassungen. Begründet ist dies durch die grafischen Eigenschaften und der Begriff-Relation-Begriff-Struktur von Concept Maps, die es ermöglichen sollten, Zusammenhänge besser zu erkennen, Wissen besser zu durchdringen und zu behalten.

H3: Kooperativ erstellte Concept Maps enthalten mehr inhaltlich valide Relationen als kooperativ erstellte Zusammenfassungen.

H4: Die Qualität der kooperativ erstellten Wiederholungen ist ein Prädiktor für die Lernleistung.

H5: Concept Mapping im Vergleich zu schriftlichem Zusammenfassen resultiert in höheren Lernleistungen und insbesondere in höheren Vernetzungsleistungen von Lernenden.

Für die Kombination der beiden Faktoren Kontextorientierung und Art der Wiederholung wird ein Interaktionseffekt bezüglich der Lernleistung erwartet, d.h., dass Concept Mapping die Lernleistung beim Lernen mit lebensweltlichen Kontexten in Biologie im Vergleich zu fachlichen Kontexten erhöht. Da kontextorientiertes Lernen womöglich gerade das Erkennen von Vernetzungen überdeckt, sollte insbesondere durch Concept Mapping, bei dem Vernetzungen expliziert werden, die Vernetzungsleistung gesteigert werden können.

H6: Die Kombination von Lernen mit lebensweltlichen Kontexten zu biologischen Fachinhalten und Concept Mapping resultiert in erhöhtem Lernerfolg und insbesondere in einer höheren Vernetzungsleistung von Lernenden.

Neben den Hypothesen zum Einfluss der beiden unabhängigen Variablen Kontextorientierung und Art der Wiederholung sowie deren Interaktion werden Hypothesen für bestimmte Subgruppen von Lernenden aufgestellt. Es wird erwartet, dass bestimmte Dispositionen oder Charakteristika von Lernenden einen moderierenden Einfluss auf die Wirkungen beider Faktoren haben.

Für das kontextorientierte Lernen wird erwartet, dass dessen Einfluss in Abhängigkeit bereits bestehender Interessen unterschiedlich wirken sollte. Je nachdem, wie stark die Interessen ausgeprägt sind, kann der Einfluss kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse und die Lernleistung unterschiedlich wirken.

H7a: Das individuelle Interesse ist ein Moderator für den Effekt kontextorientierten Lernens in Biologie auf das situationale Interesse.

H7b: Das individuelle Interesse ist ein Moderator für den Effekt kontextorientierten Lernens in Biologie auf die Lernleistung.

Ausgehend von den Befunden in der Literatur wird erwartet, dass die kognitiven Fähigkeiten der Lernenden einen Moderator für den Einfluss der Wiederholungsart auf die Lernleistung darstellen. Der Moderationseffekt sollte dahingehend ausgeprägt sein, dass insbesondere Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten von dem grafischen Werkzeug des Concept Mappings profitieren. Beim kooperativen Lernen kommt den individuellen Voraussetzungen der einzelnen Gruppenmitglieder ein weiteres Gewicht zu, welches vor allem für Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten ausschlaggebend sein könnte, da für diese die unterschiedlichen Präsentationsformen der Wiederholung vermutlich am bedeutsamsten sind. Daher wird erwartet, dass die Gruppenzusammensetzung den

Einfluss der Wiederholungsart auf die Lernleistung von Lernenden mit geringen kognitiven Fähigkeiten dahingehend moderiert, dass diese Lernenden am meisten vom Concept Mapping profitieren, sofern sie in homogenen Gruppen zusammengesetzt sind, d.h. in Gruppen mit anderen Lernenden, die ein ähnliches Fähigkeitsniveau aufweisen.

H8: Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten profitieren am stärksten von Concept Mapping im Vergleich zum schriftlichen Zusammenfassen.

H9: Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten, die in homogenen Gruppen zusammengesetzt sind, profitieren am stärksten von Concept Mapping im Vergleich zum schriftlichen Zusammenfassen.

5 Untersuchungsdesign

Zum Einfluss von kontextorientiertem Lernen und der Art der Wiederholung auf das situationale Interesse und die Lernleistung wird eine experimentelle Interventionsstudie im 2x2 Design durchgeführt. Daraus resultieren vier Untersuchungsgruppen (Treatment A bis D), in denen die beiden unabhängigen Variablen Kontextorientierung (fachlich versus lebensweltlich) und Art der Wiederholung (schriftliche Zusammenfassung versus Concept Mapping) variiert werden (siehe Abbildung 5.1).

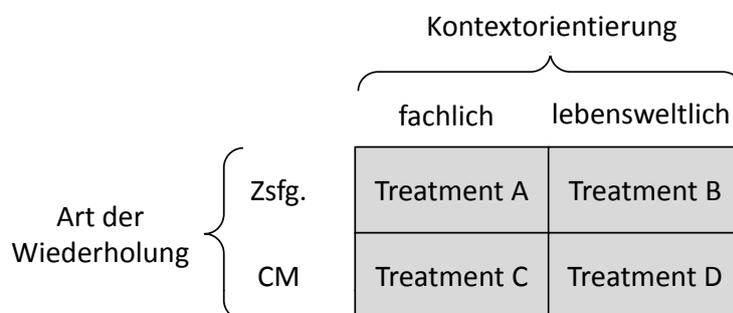


Abbildung 5.1: 2x2 Design der Studie; dargestellt sind die durch die Variation der beiden unabhängigen Variablen *Kontextorientierung* und *Art der Wiederholung* resultierenden Untersuchungsbedingungen

Lernende aller Untersuchungsgruppen sind in dieser Studie kooperativ tätig. Damit soll dem Defizit entgegengewirkt werden, dass in den bisher durchgeführten Studien zum kontextorientierten Lernen und Concept Mapping meist nur Lernende in den Experimentalgruppen kooperativ gelernt haben. Außerdem wird durch das Vorgehen des kooperativen Lernens in Kleingruppen ermöglicht, den potentiellen Einfluss einer unterrichtenden Lehrkraft auszuschalten. Die unabhängige Variable Kontextorientierung wird so variiert, dass die Aufgabenstellung in Treatment A und C ohne Bezüge zur Lebenswelt erfolgt, während die Aufgabenstellung in Treatment B und D Bezüge zu lebensweltlichen Kontexten nimmt. Der biologische Inhalt der Aufgabenstellung wird nicht variiert, sondern lediglich die Verknüpfung mit einem fachlichen bzw. lebensweltlichen Kontext. Die unabhängige Variable Art der Wiederholung wird so variiert, dass die teilnehmenden

Schüler in Treatment A und B kooperativ schriftliche Zusammenfassungen (Zsfg.) bzw. in Treatment C und D Concept Maps (CM) erstellen, um das Wissen zu wiederholen.

Die Untersuchung ist Teil eines Kooperationsprojekts, das die Wirkungen und Wirksamkeitsunterschiede von kontextorientiertem Lernen und Concept Mapping in zwei Fächern (Biologie und Chemie) untersucht (siehe DFG SA 1712/1-1,2 & DFG SU 187/7-1,2). Die Studie zum Fach Chemie findet in zeitlicher Reihenfolge zuerst statt, weshalb für die hier berichtete Untersuchung ein zusätzliches Treatment (E) realisiert wird, um mögliche Reihenfolgeneffekte kontrollieren zu können. Das Treatment E ist gleich gestaltet wie Treatment D, das heißt, es werden lebensweltliche Kontexte und Concept Mapping eingesetzt. Mit der Realisierung des Treatments E soll kontrolliert werden, ob die Effekte der Art der Wiederholung in dieser Studie durch die zuvor durchgeführte Studie im Fach Chemie beeinflusst werden.

5.1 Ablauf der Untersuchung

Die Interventionsphase, in der die beiden unabhängigen Variablen Kontextorientierung und Art der Wiederholung variiert werden, umfasst eine Woche mit insgesamt fünf Sitzungen (eine Sitzung pro Tag). Die einzelnen Sitzungen finden jeweils im Anschluss an den Regelunterricht in Räumen der teilnehmenden Schulen statt. Der organisatorische Ablauf der fünf Sitzungen ist jeweils derselbe. In einer 25-minütigen Lernphase erarbeiten die Lernenden in Lerngruppen von drei bis fünf Schülern ein Funktionsmodell aus dem Themenbereich Herz und Blutkreislauf. Im Anschluss an diese Phase erstellen die Schüler während einer 15-minütigen Wiederholungsphase in denselben Lerngruppen kooperativ eine schriftliche Zusammenfassung bzw. ein Concept Map, um das Wissen zu elaborieren und wiederholen. Das erstellte Funktionsmodell steht dafür nicht mehr zur Verfügung, jedoch können die Lernenden auf fachliche Informationen, die zur Erarbeitung des Funktionsmodells gegeben werden, zurückgreifen (eine detaillierte Beschreibung der Lernumgebung findet sich in Absatz 6.1).

Um zu verhindern, dass die beiden Phasen fließend ineinander übergehen und z.B. in der Wiederholungsphase die noch nicht abgeschlossene Erarbeitung des Funktionsmodells weitergeführt wird oder bereits in der Lernphase parallel das Concept Map bzw. die Zusammenfassung erstellt werden, sind die beiden Phasen zeitlich und organisatorisch getrennt. Somit wird garantiert, dass alle Lernenden jeweils die gleiche Zeit für beide Phasen zur Verfügung gestellt bekommen und „time on task“-Effekte daher ausgeschlossen werden können. Das bedeutet, dass zunächst die Materialien des Funktionsmodells

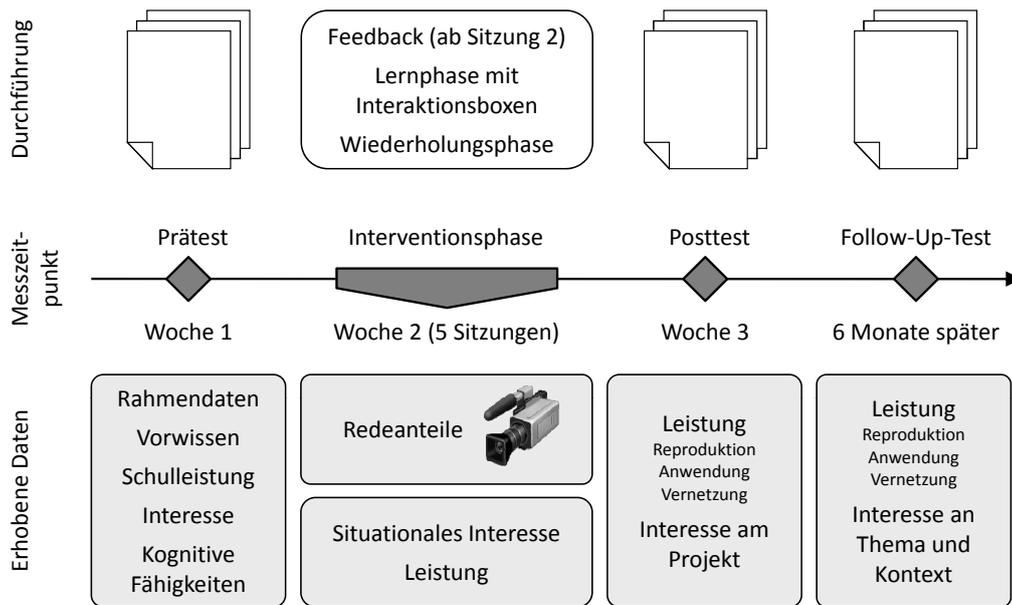


Abbildung 5.2: Zeitlicher Ablauf der Untersuchung; angegeben sind die erhobenen Daten sowie die Durchführung der Interventionsphase

aufgeräumt werden bevor das Lernmaterial für die Wiederholungsphase ausgegeben wird. Während der Dauer beider Phasen werden zufällig ausgewählte Lerngruppen videografiert, um die Redeanteile der Lernenden erfassen und kategorisieren zu können. Die Videografie kann aufgrund des materiellen und organisatorischen Aufwands nur für ein Drittel der Lerngruppen bewerkstelligt werden. Ab der zweiten Sitzung bekommen die Lernenden jeweils bevor sie mit den Inhalten der aktuellen Sitzung beginnen ein Feedback zur vorigen Sitzung, das sich sowohl auf die Lernphase mit den Funktionsmodellen als auch auf die Wiederholungsphase bezieht (siehe Anhang 16.2). Das Feedback hat das Ziel vor jeder Sitzung eine gemeinsame Wissensbasis zu schaffen, auf die aufgebaut werden kann. Dadurch soll ermöglicht werden, dass die Schüler mit derselben Grundlage an Vorwissen das Funktionsmodell und die Inhalte der darauf folgenden Sitzung erarbeiten und mittels Zusammenfassungen oder Concept Maps wiederholen können und nicht durch eventuelle Fehler oder Wissenslücken aus der vorigen Sitzung benachteiligt sind.

Nach Beendigung beider Phasen werden die Lerngruppen aufgelöst und die Lernenden werden gebeten einen Leistungstest, der sich auf das jeweilige Thema der Sitzung bezieht, sowie einen Fragebogen zum situationalen Interesse auszufüllen. Jede der fünf Sitzung umfasst somit einen Zeitrahmen von ungefähr 90 Minuten, der die Zeit für Instruktion und Organisation bereits beinhaltet. Eine Woche vor der Interventionsphase wird ein Prätest (Messzeitpunkt t_1) durchgeführt, um affektive und kognitive Einflussfaktoren

kontrollieren zu können. Eine Woche im Anschluss an die Interventionsphase findet ein Posttest (Messzeitpunkt t2) statt, in dem die Lernleistung und das Interesse am Projekt erfasst werden. Ungefähr sechs Monate nach Abschluss der Intervention findet ein Follow-Up-Test statt, in dem dieselben Leistungstests wie zum Posttestzeitpunkt eingesetzt werden und außerdem das Interesse an den eingesetzten Themen und Kontexten erfasst wird (Messzeitpunkt t3). Der Ablauf der Untersuchung ist in Abbildung 5.2 dargestellt.

5.2 Pilotierung

Um die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebene Lernumgebung inklusive der Variation der beiden untersuchten unabhängigen Variablen Kontextorientierung und Art der Wiederholung auf ihre Praktikabilität hin zu prüfen sowie die eingesetzten Messinstrumente zu pilotieren, werden mehrere Vorstudien durchgeführt.

In einer ersten Vorstudie mit 87 Schülern (41.4 % Mädchen) der achten gymnasialen Jahrgangsstufe wird die Praktikabilität der Interaktionsboxen geprüft (Hofacker, 2007). Ziel dieser Vorstudie ist es, zu prüfen, ob die Schüler mit den Materialien zurechtkommen, die Aufgabenstellungen verständlich sind und der Einsatz in Klassenräumen realisierbar ist. Dazu werden nur Interaktionsboxen mit lebensweltlichen Kontexten eingesetzt. Aufgrund dieser Pilotierung der Interaktionsboxen werden technische Modifikationen vorgenommen (Ersatz bestimmter Materialien), um den Modellbau zu erleichtern und außerdem werden die Aufgabenstellungen und inhaltlichen Hilfen adaptiert. Zum Beispiel wird für ein in dieser Vorstudie eingesetztes Funktionsmodell ein Wasseranschluss benötigt. Da sich jeweils mehrere Lerngruppen in einem Klassenraum befinden, meist jedoch nur ein Wasseranschluss vorhanden ist und es aufgrund des Wasserdrucks zu weiteren technischen Problemen kommt, wird dieses Funktionsmodell so adaptiert, dass kein Wasseranschluss mehr benötigt wird und dennoch dieselben Funktionen abgebildet werden können. In dieser Vorstudie wird von den teilnehmenden Schülern ein offenes Feedback zum Umgang mit den Interaktionsboxen eingefordert. Die Schüler werden gebeten, schriftlich festzuhalten, was sie besonders gut bzw. besonders schlecht fanden. Eine Auswertung des Feedbacks zeigt, dass insgesamt mehr positive Rückmeldungen gegeben werden. Diese beziehen sich auf das kooperative Lernen und das Lernen mit der Methode der Interaktionsboxen, das als interessant, verständlich und lernförderlich eingeschätzt wird. Negativ bewertet werden u.a. die oben beschriebene Problematik mit dem Wasseranschluss sowie eine ungleich verteilte Beteiligung am Lernprozess innerhalb der Lerngruppe, was als Hinweis dafür gedeutet werden kann, die Gruppenzusammen-

setzung und die Gruppenprozesse näher zu beleuchten. Weiterhin wird auf organisatorischer Seite bemängelt, dass zu viele Lerngruppen innerhalb eines Klassenraumes sind, was jedoch örtlicher und personeller Gegebenheiten dieser Vorstudie geschuldet ist. Die Hauptstudie war bereits im Vorfeld nur mit drei Lerngruppen pro Klassenraum geplant und wird so auch umgesetzt.

Für diese Vorstudie wird außerdem ein Pool an Items zur Erfassung des Fachwissens entwickelt und eingesetzt (siehe dazu Jähnig, 2007). Die hierfür entwickelten Fachtests enthalten neben Multiple Choice Aufgaben auch halboffene und offene Aufgaben wie die Beschriftung von Abbildungen, das Vervollständigen von Abbildungen oder Aufgaben, die Kurzantworten erfragen. Der hier eingesetzte Test wird evaluiert und daraufhin adaptiert, so dass Items mit deutlich zu geringen oder zu hohen Lösungswahrscheinlichkeiten ausgeschlossen werden. Darüber hinaus werden Items ausgeschlossen, die sich auf die Bearbeitung der Interaktionsboxen (Aufbau und Funktion der Modelle) beziehen oder im halboffenen und offenen Format gestellt sind. Aufgrund von Reliabilitätsanalysen werden weitere Items ausgeschlossen oder modifiziert; dies sind meist solche, die zu komplizierte Formulierungen enthalten. Diese Vorstudie gibt erste Hinweise darauf, dass die zu den fünf eingesetzten Interaktionsboxen gewählten Leistungstests ein ähnliches Schwierigkeitsniveau aufweisen, welches im mittleren Bereich liegt. Um besser vom Vorwissen auf das durch die Intervention erlangte Wissen schließen zu können, werden außerdem in der Hauptuntersuchung im Prä- und Posttest dieselben Items eingesetzt, was in der Vorstudie nicht bewerkstelligt wird, um die Gelegenheit zu schaffen, möglichst viele Items zu pilotieren.

Aufgrund der Pilotstudie der Chemie wird zusätzlich zu einem bereits implementierten Feedback zu dem Funktionsmodell und den zu lernenden Inhalten ein Feedback zur Wiederholungsphase der jeweils vorigen Sitzung eingeführt. Dieses Feedback wird auf den Inhaltsbereich und die Aufgabenstellungen dieser Studie adaptiert und direkt in der im Folgenden beschriebenen Pilotstudie eingesetzt. Diese Pilotstudie wird im 2x2 Design analog zur Hauptuntersuchung (dieselben Lernmaterialien, Untersuchungsgruppen und Messinstrumente, siehe Kapitel 6, 7 und 8) durchgeführt. Diese Studie kann einerseits als Pilotdurchgang für die Hauptstudie angesehen werden, d.h. es wird geprüft, ob die geplante Dauer für die einzelnen Phasen ausreichend ist, ob es organisatorische oder technische Probleme mit der Videografierung in Schulräumen gibt und ob die Schüler mit den Lern- und Testmaterialien zurechtkommen. Andererseits bietet diese Pilotstudie die Möglichkeit, erste Hinweise auf die Wirkungen lebensweltlicher Kontexte und des Concept Mappings zu erlangen. Die Studie im Prä-Post-Design wird mit 40 Schülern im

Alter von 12.37 Jahren ($SD = 0.54$, 50.0 % weiblich) durchgeführt. Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigen, dass kontextorientiertes Lernen entgegen der Erwartungen keinen Einfluss auf das situationale Interesse ausübt ($F(1,38) < 1$) und die Leistung sogar negativ beeinflusst (Wilks $\lambda = 0.76$, $F(3,36) = 3.88$, $p < .05$, $\eta^2 = .244$). Die Lernenden der Untersuchungsgruppe mit fachlicher Kontextorientierung schneiden in den einzelnen Tests 2 – 8 Prozentpunkte besser ab als die Lernenden in der Untersuchungsgruppe mit lebensweltlichen Kontexten. Bei detaillierter Betrachtung der Ergebnisse zu den einzelnen Interaktionsboxen resultieren die negativen Leistungseffekte aus den Sitzungen zwei bis vier. Das Concept Mapping im Vergleich zum schriftlichen Zusammenfassen wirkt sich in der Tendenz positiv auf die Lernleistung aus (Wilks $\lambda = 0.86$, $F(3,36) = 2.01$, $p < .10$, $\eta^2 = .144$), d.h. Lernende, die Concept Maps erstellen, schneiden in den einzelnen Tests 4 – 14 Prozentpunkte besser ab als Lernende, die Zusammenfassungen schreiben. Daher werden die Instruktionen für die Art der Wiederholung sowie das Concept Mapping Training für die Hauptstudie beibehalten.

Aufgrund der unerwarteten Effekte bezüglich der unabhängigen Variable Kontextorientierung wird in der Konsequenz eine weitere Studie zur Evaluation der Kontexte auf ihre Interessanztheit hin realisiert. Dazu werden zu den Inhalten der Interaktionsboxen für die Sitzungen zwei bis vier jeweils zwei neue lebensweltliche Kontexte konstruiert. An dieser Evaluationsstudie nehmen insgesamt 86 Schüler im Alter von 14.01 Jahren ($SD = 0.76$, 50.6 % weiblich) teil. Die Schüler erhalten einen Fragebogen zur Bewertung von Kontexten bezüglich ihrer Interessanztheit (pro Sitzung jeweils die bereits in der Pilotstudie eingesetzten lebensweltlichen Kontexte sowie zwei neu konstruierte lebensweltliche Kontexte). Je Kontext sind folgende drei Aussagen auf einer Likertskala von „stimmt gar nicht“ bis „stimmt völlig“ zu bewerten: (1) Nach dem Lesen des Textes fand ich das Thema sehr interessant; (2) Das Thema ist interessant, weil es mit meinem Leben zu tun hat und (3) Das Thema finde ich gut, weil ich es auch außerhalb der Schule benötige. Die in der Pilotstudie eingesetzten Kontexte, die hauptsächlich dem Bereich Schulsport zuzuordnen sind, werden im Mittel mit $M = 2.49$ ($SD = 0.65$) bewertet. Pro Sitzung wird jeweils einer der neu konstruierten Kontexte, die sich Freizeitaktivitäten zuordnen lassen, als interessanter eingeschätzt ($M = 2.69$, $SD = 0.70$). Die Evaluationsstudie zeigt, dass die neu konstruierten lebensweltlichen Kontexte interessanter sind als die in der Pilotstudie eingesetzten Kontexte. Dies kann mit einem gepaarten t -Test statistisch abgesichert werden ($t(85) = 3.52$, $p < .001$, $d = 0.42$). Daher werden die pro Inhalt jeweils als am interessantesten bewerteten Kontexte für die Hauptstudie implementiert und ersetzen damit die in der Pilotstudie eingesetzten Kontexte.

6 Lernumgebung – Interaktionsboxen zum Herz und Blutkreislauf

Die in dieser Untersuchung gewählte Lernumgebung ist durch Interaktionsboxen zum Herz und Blutkreislauf dargestellt. Diese bestehen aus folgenden Elementen: In einer Plastikbox sind die Aufgabenstellung, unterschiedliche Lernmaterialien, fachliche Informationen und instruktionale Hinweise für den Umgang mit den vorgegebenen Materialien enthalten (Rumann, 2005). Interaktionsboxen bieten sich insbesondere für den kooperativen Einsatz an, da sie die schülerinterne Kommunikation und das kooperative Arbeiten in Lerngruppen fördern können (Rumann, 2005; Sumfleth, Rumann & Nicolai, 2004). Interaktionsboxen verfolgen einen explorativen Charakter und zielen darauf ab, dass die Lernenden kooperativ mit den gegebenen Materialien zu einer Problemlösung gelangen, die sich von dem reinen Abarbeiten einer Handlungsvorschrift deutlich unterscheidet. Durch den Einsatz der Interaktionsboxen soll es Schülern ermöglicht werden, in kooperativen Lerngruppen selbständig naturwissenschaftlich zu arbeiten. Von den Lernenden wird dabei erwartet, dass sie Lösungsvorschläge entwickeln, diskutieren und in die Tat umsetzen sowie die Ergebnisse ihrer Arbeit reflektieren. Auf diese Weise sollten Interaktionsboxen die Kommunikation und Kooperation fördern und die unmittelbare Anwendung des Gelernten anregen (Rumann, 2005). Die Auswahl der kooperativen Kleingruppenarbeit als Lernsetting greift die Betonung der konstruktiven Eigentätigkeit auf und ermöglicht außerdem die Kommunikations- und Kooperationsstrukturen innerhalb der Lerngruppen zu beschreiben.

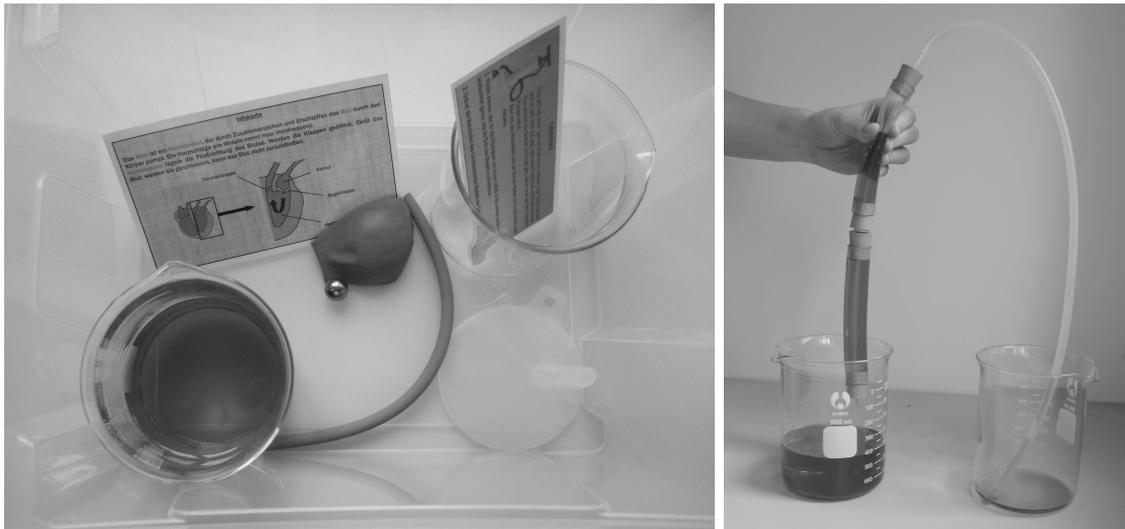
Die Lernumgebung ist in fünf aufeinander folgende Sitzungen zum Thema Herz und Blutkreislauf gegliedert. In den einzelnen Sitzungen erhalten die Schüler jeweils eine Interaktionsbox, die sich auf einen Themenbereich bezieht. Ziel jeder Sitzung ist es, mithilfe der Materialien in der Interaktionsbox ein Funktionsmodell zu erstellen, verstehen und reflektieren. Die Sequenz der fünf Interaktionsboxen folgt einer inhaltlichen Struktur, so dass die Inhalte der Interaktionsboxen von Sitzung zu Sitzung aufeinander aufbauen. Um in jeder Sitzung für alle Lernenden die gleiche Vorwissensbasis zum Funktionsmo-

dell der vorigen Sitzung zu schaffen, wird zu Beginn jeder Sitzung ein Feedback zu dem Funktionsmodell, das in der vorigen Sitzung erstellt werden sollte, gegeben. Das Feedback beschreibt den korrekten Aufbau und die Funktion des Modells und liefert eine Zuordnung der Materialien zum Originalobjekt (siehe Absatz 5.1).

6.1 Aufbau der Lernumgebung

Die Interaktionsboxen enthalten zwei Arten von Karten, Aufgabenkarten mit einer Problemstellung und einem konkreten Arbeitsauftrag (z.B. „Baut mit den Materialien aus der Box ein Modell zur Pumpfunktion des Herzens“) sowie Informationskarten mit den nötigen Fachinformationen über das jeweilige Thema der Sitzung (z.B. „Aufbau des Herzens“). Wichtige Begriffe sind auf den Informationskarten farblich hervorgehoben. Weiterhin befinden sich alle zur Lösung des Problems benötigten Materialien in den Boxen (siehe dazu Abbildung 6.1a, in der eine Fotografie einer Interaktionsbox dargestellt ist). Dies sind Materialien, die entweder in biologischen Materialsammlungen (Bechergläser oder Gummischläuche) oder in Haushalt oder Freizeit (Luftballon, Murmel, Haushaltstrichter, Lebensmittelfarbe) zu finden sind. Aufgabe der fünf Interaktionsboxen ist es, jeweils ein Funktionsmodell zu erstellen und verstehen. Exemplarisch ist eine Fotografie eines vollständig aufgebauten Funktionsmodells in Abbildung 6.1b gezeigt; Abbildungen zu allen Funktionsmodellen sind in Anhang 16.2 zu sehen. Die eingesetzte Sequenz aus Interaktionsboxen zum Thema Herz und Blutkreislauf basiert auf Vorarbeiten von Hofacker (2007) und Jähnig (2007) und wurde in Vorstudien bereits auf ihre Praktikabilität hin evaluiert und daraufhin modifiziert (siehe dazu Absatz 5.2). Eine detaillierte Beschreibung der Materialien ist bei Haugwitz und Sandmann (2009) sowie Hofacker (2007) zu finden. Außerdem sind die Informations-, Aufgaben- und Feedback-Karten in Anhang 16.2 dargestellt.

Jede Lerngruppe bekommt zusätzlich ein Notizheft zur Verfügung gestellt, das die Gliederungspunkte „Versuchsaufbau“, „Beobachtung“ und „Zuordnung“ enthält (siehe Anhang 16.2). Die Lernenden sollen beschreiben, wie sie das Funktionsmodell erstellt haben und welche Funktionen sie an dem Modell beobachten konnten; außerdem sollen sie die Teile des Modells dem Realobjekt zuordnen. Zu welchem Zeitpunkt die Lernenden die Eintragungen in das Notizheft vornehmen (parallel zur Problemlösung oder im Anschluss) ist ihnen freigestellt.



(a) Perspektive von oben in eine geöffnete Interaktionsbox: Funktionsmodell zur Pumpfunktion des Herzens (b) Fertiggestelltes Funktionsmodell zu den Venen

Abbildung 6.1: Schwarz-weiß Fotografien der in dieser Studie eingesetzten Interaktionsboxen zum Herz und Blutkreislauf

6.2 Inhalt der Lernumgebung

Den inhaltlichen Gegenstand der Interaktionsboxen bilden zu erstellende Funktionsmodelle zum Herz bzw. zum Blutkreislauf. Die Wahl des Themas (Herz und Blutkreislauf) sowie die Wahl des Lernmediums (Funktionsmodelle) sind aus verschiedenen Gründen motiviert, die im Folgenden dargestellt sind:

1. Bei der Auswahl eines Themengebietes wird auf eine hohe ökologische Validität geachtet, die in diesem Fall durch die Verankerung im Biologiecurriculum des Landes Nordrhein-Westfalen, dem Bundesland, in dem die Studie durchgeführt wird, gewährleistet ist. Im Lehrplan der Sekundarstufe I für das Gymnasium (Ministerium für Schule und Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2002) ist das Thema Herz und Kreislaufsystem unter dem Bereich „Bau und Leistung des menschlichen Körpers“ zunächst in der Jahrgangsstufe 5 und vertiefend in Jahrgangsstufe 9 mit der Besprechung des Blutkreislaufs unter dem Themenbereich „Stoffwechsel, Stofftransport und Energieumsatz“ verankert. Dazu gehören der Bau und die Funktion des Herzens und des Kreislaufsystems sowie fakultativ Herz- und Kreislauferkrankungen und Verletzungen des Blutgefäßsystems, die u.a. mit Selbstversuchen zum Herzschlag und zur Pulsfrequenz sowie mit Modellen zu erarbeiten sind. Mit der Wahl des Themenbereichs wird somit Vorgaben des

- Lehrplans NRW nachgegangen, insbesondere auch, was das Medium (Einsatz von Funktionsmodellen) zu diesem Thema betrifft.
2. Um einen Wissenszuwachs messen zu können sollte möglichst wenig inhaltspezifisches Vorwissen vorhanden sein. Um die Lernenden auf der anderen Seite nicht mit der neuen Methode des Lernens mit Interaktionsboxen zu überfordern, sollte ein Thema gewählt werden, das nicht vollständig unbekannt ist. Aus den beiden genannten Gründen ist der Einsatz des Inhalts Herz und Blutkreislauf in dieser experimentellen Studie für die Jahrgangsstufe 8 motiviert. Die Schüler werden aufgrund der bereits in Jahrgangsstufe 5 durchgeführten Unterrichtsreihe zu diesem Thema nicht mit einem vollständig neuen Themenkomplex konfrontiert, und können mit der Methode des kooperativen Lernens mit Interaktionsboxen vertraut gemacht werden. Außerdem sollten Schüler der Jahrgangsstufe 8, in der diese Studie realisiert ist, durch die erst in Jahrgangsstufe 9 stattfindende Vertiefung des Themenbereichs noch kein allzu hohes inhaltspezifisches Vorwissen aufweisen.
 3. Der Einsatz von Funktionsmodellen in dieser Studie gründet in verschiedenen Ursachen. Zunächst werden damit das Basiskonzept „Struktur und Funktion“ sowie das Arbeiten mit Modellen aus dem Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ in den Bildungsstandards abgebildet (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 2005). Modelle werden als wesentliche Lern- und Lehrmittel im Biologieunterricht betrachtet (Gilbert, 2008) und kommen im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess besonders dann zur Anwendung, wenn komplexe Phänomene oder komplizierte Sachverhalte bearbeitet oder veranschaulicht werden (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 2005). Im Unterricht werden Funktions- und Strukturmodelle eingesetzt, um biologische Prozesse realistisch darzustellen, da die Realobjekte oder -systeme oft zu komplex, groß oder klein (z.B. Kapillaren) sind um direkt beobachtet und verstanden zu werden und außerdem experimentell nur eingeschränkt zu manipulieren sind (Mayer & Ziemek, 2006; Rotbain, Marbach-Ad & Stavy, 2006). Modelle sind vereinfachte Präsentationen von Originalen (Gilbert & Osborne, 1980), fokussieren durch eine Reduktion auf wesentliche Informationen und helfen dadurch komplexe Funktionen zu verstehen (Harrison & Treagust, 2000). Modelle scheinen sinnvoll zu sein um das Verständnis der Schüler zu erhöhen (Buckley, 2000), da es nicht möglich wäre Schüler alleine mit den originalen Objekten arbeiten zu lassen.

Die Inhalte der fünf Interaktionsboxen, zu denen die Lernenden Funktionsmodelle erstellen sollen, sind die in nachstehender Reihenfolge eingesetzten Themen:

1. Pumpfunktion des Herzens:

Aufgabe der ersten Interaktionsbox ist es, ein Funktionsmodell zur Pumpfunktion des Herzens zu bauen, genau zu beobachten, wie die einzelnen Teile des Modells funktionieren und zusammenspielen und was die Teile des Modells darstellen.

2. Arterien und Kapillaren:

Ziel dieser Interaktionsbox ist, mittels eines Funktionsmodells herauszufinden, in welchen Blutgefäßen das Blut pulsiert und in welchen es gleichmäßig fließt. Weiterhin soll herausgefunden werden, auf welche Eigenschaften der Blutgefäße dies zurückzuführen ist.

3. Venen:

Nachdem die ersten beiden Interaktionsboxen sich mit dem Weg des Blutes vom Herzen über die Arterien in die Kapillaren beschäftigt haben, geht es in dieser Interaktionsbox darum, wie die Venen aufgebaut sind und wie bewerkstelligt wird, dass das Blut wieder zurück zum Herzen fließt.

4. Sauerstoffaustausch:

In dieser Interaktionsbox werden die zuvor im Einzelnen erarbeiteten Teile des Blutkreislaufs zusammengeführt. Aufgabe der Interaktionsbox zum Thema Sauerstoffaustausch ist es, ein Kreislaufmodell zu erstellen und die Wege sauerstoffreichen und sauerstoffarmen Blutes nachzuverfolgen.

5. Eigenschaften von Blut:

In der letzten Interaktionsbox kommt das bereits in Sitzung 3 erarbeitete Funktionsmodell zu den Venen zum Einsatz. Ziel ist es herauszufinden und zu beobachten, was in den Venen passiert, wenn das Blut dickflüssiger ist, bzw. es zu Blutverklumpungen kommt.

7 Treatment

Die in der Studie realisierten Untersuchungsgruppen unterscheiden sich durch die beiden unabhängigen Variablen Kontextorientierung und Art der Wiederholung, die im Folgenden nacheinander erläutert werden. Bei der Kontextorientierung wird zwischen fachlichem Kontext und lebensweltlichem Kontext unterschieden. Als Wiederholungsmaßnahme wird das Concept Mapping mit dem Erstellen schriftlicher Zusammenfassungen verglichen.

7.1 Kontextorientierung

Wie in Absatz 2.2.1 erläutert, ist die Biologie ein Fach, für das die Lernenden im Vergleich zu anderen naturwissenschaftlichen Fächern ein relativ hohes Interesse aufweisen. Weiterhin werden für das gewählte Thema Herz und Blutkreislauf, ein Inhalt aus der Humanbiologie, sehr hohe Interessenswerte berichtet im Vergleich zu Themen aus der Botanik etwa. Außerdem zeigen Untersuchungen zum Interesse (siehe z.B. Holstermann & Bögeholz, 2007), dass Schüler sich besonders für Themen wie z.B. Gesundheit interessieren, die weder eindeutig dem Fachinhalt noch dem Kontext zugeordnet werden können. Problematisch bei der Entwicklung von Kontexten zu biologischen Fachinhalten ist es daher, lebensweltliche Kontexte zu konstruieren, die von fachlichen Kontexten zu unterscheiden sind.

In der vorliegenden Studie wird versucht, diesem Problem zu entgegnen, indem bei der Konstruktion der lebensweltlichen Kontexte ein konkretes Beispiel herangezogen wird, während die fachlichen Kontexte eher abstrakt gewählt werden. Die unabhängige Variable Kontextorientierung wird während der 25-minütigen Lernphase mit Interaktionsboxen variiert (siehe Kapitel 5). Dazu wird die Aufgabenstellung auf den in den Interaktionsboxen enthaltenen Aufgabenkarten bezüglich des im jeweiligen Treatment realisierten Kontextes differenziert. Während die Aufgabenstellung auf den Aufgabenkarten in Treatment A und C in einem rein fachlichen Kontext gestellt sind, wird in den Aufgabenstellungen in Treatment B und D ein Bezug zur Lebenswelt genommen. Mit

Aufgabenkarte



Jonas ist mit dem Fahrrad unterwegs und stürzt. Er verletzt sich am Handgelenk und sein Blut fließt stoßartig aus dem Handgelenk heraus. Überlegt euch, warum das Blut stoßweise und nicht gleichmäßig aus seinem Handgelenk fließt.

Baut mit den Materialien aus der Box ein Modell, mit dem ihr herausfinden könnt, in welchen Blutgefäßen das Blut pulsiert.

1: Beobachtet, was ihr am großen Schlauch spürt, wenn ihr den Ball unter Wasser zusammendrückt. Für das Endstück eures Modells habt ihr drei verschiedene Möglichkeiten, von denen nur eine richtig ist. Beobachtet, wie das Wasser jeweils aus dem Modell fließt und begründet, welche Möglichkeit die Beste ist.

2: Ordnet die Teile des Modells denen in eurem Körper zu.

Abbildung 7.1: Aufgabenkarte mit lebensweltlicher Kontextorientierung (Treatment B und D) aus Sitzung 2

Rückbezug auf die in Absatz 2.1 beschriebenen Kontextebenen und -bereiche werden unter Kontexten hier nur solche auf der persönlichen Ebene verstanden (der Lernende selbst, Familie und Freunde). Weiterhin wird in Bezug auf die Kontextdefinition bei PISA 2006 eine Eingrenzung auf die Lebensbereiche „Gesundheit“ und „aktuelle Entwicklungen in Forschung und Technologie“, zu denen Hobbys und Sport zählen, vorgenommen. Unter lebensweltlichen Kontexten wird also die *aktuelle und persönliche Lebenswelt der Lernenden, die sich auf Aktivitäten mit der Familie oder Freunden bezieht*, verstanden.

Die Aufgabenstellungen im fachlichen, eher abstrakten Kontext beziehen sich stets auf das Herz oder den Blutkreislauf der Säugetiere im Allgemeinen, während sich die Fachinhalte mit Bezug zur Lebenswelt jeweils auf das Herz und den Blutkreislauf des Menschen beziehen. Dabei werden Bezüge zu z.B. Krankheiten oder sportlichen Aktivitäten hergestellt. Den Aufgabenstellungen in Treatment B und D ist daher ein kurzer Einleitungstext vorangestellt, in dem das Problem dargestellt wird (z.B. Thrombosegefahr bei Langstreckenflügen). Zusätzlich ist auf den Aufgabenkarten jeweils eine Fotografie zur Illustration der Problemstellung abgebildet. Auf den Aufgabenkarten ohne lebensweltlichen Kontextbezug wird auf diese einleitende Beschreibung verzichtet. In Abbildung 7.1 ist die Aufgabenkarte mit lebensweltlicher Kontextorientierung aus Sitzung 2 exemplarisch dargestellt. Dieses Prinzip der Gestaltung der Aufgabenkarten wird für alle fünf Sitzungen eingehalten. Während die Aufgabenkarten mit lebensweltlichem Kontextbezug einen motivierenden Einstieg bieten, der den Bezug zur eigenen Lebenswelt herstellen soll, setzt die Aufgabenstellung der Aufgabenkarten mit fachlichem Kontextbezug jeweils dort ein, wo die eigentliche Handlungsanweisung beginnt.

Die einzelnen lebensweltlichen Kontexte der fünf Sitzungen sind die Folgenden:

1. Gesundheit älterer Menschen:

In der einleitenden Problembeschreibung geht es um ein Wettrennen, das ein Mädchen mit ihrem Großvater machen möchte, der jedoch darüber klagt, dass seine „Pumpe“ das nicht mehr mitmachen würde.

2. Fahrradsturz:

In Sitzung 2 geht es darum, dass ein Junge mit seinem Fahrrad stürzt und sich dabei am Handgelenk verletzt. Aufgabe ist es nun, herauszufinden, warum bei manchen Verletzungen das Blut stoßartig und bei manchen Verletzungen gleichmäßig aus den Wunden fließt (siehe Abbildung 7.1).

3. Konzertschlange:

Das konkrete Beispiel wartender Jugendlicher in einem Pulk von Fans, die zu einem Konzert möchten und deren Beine vom langen Anstehen schwer werden, wirft die Frage auf, wie das Blut aus den Beinen zum Herzen transportiert wird.

4. Fußballspielen:

Die Beschreibung eines Fußballspiels und der Tatsache, dass die Spieler über 2x45 Minuten Energie benötigen, die sie über Sauerstoff beziehen können, führt zu der Problemstellung, welchen Weg der Sauerstoff durch den Blutkreislauf nimmt.

5. Langstreckenflug:

Auf der Aufgabenkarte wird dargestellt, dass bei Langstreckenflügen nach z.B. Amerika oder Australien die Gefahr der Thrombose besteht. Es soll herausgefunden werden, welche Folgen Blutverklumpungen haben können.

7.2 Art der Wiederholung

Im Anschluss an das kooperative Lernen mit den Interaktionsboxen erhalten die Schüler in einer 15-minütigen Wiederholungsphase die Möglichkeit unter Zuhilfenahme der Informationskarten ihr durch das Erstellen von Funktionsmodellen erworbenes Wissen zu wiederholen. Das erstellte Funktionsmodell steht den Lernenden dazu nicht mehr zur Verfügung, um der Gefahr vorzubeugen, dass weiter an den Funktionsmodellen gearbeitet wird und die Lernenden von der eigentlichen Wiederholungs-Aufgabe abgelenkt sind. Die Wiederholungsphase findet kooperativ in denselben Lerngruppen wie die Lernphase

mit den Interaktionsboxen statt. Dazu werden in zwei Treatments (Treatment A und B) schriftliche Zusammenfassungen erstellt, während in den anderen beiden Untersuchungsgruppen (Treatment C und D) Concept Maps erstellt werden. Vor jeder Sitzung erhalten die Lernenden ein Feedback zur Wiederholungsphase der vorigen Sitzung. Auf einer Feedback-Karte befindet sich exemplarisch je nach Untersuchungsbedingung eine schriftliche Zusammenfassung bzw. ein Concept Map, die jeweils alle wichtigen Begriffe und Zusammenhänge enthalten und gemeinsam besprochen werden.

Entgegen der Vielzahl an Studien, die zum Concept Mapping durchgeführt wurden, wird Concept Mapping sehr selten im aktuellen Unterrichtsgeschehen eingesetzt (Kinchin & Hay, 2005), was auch für den Unterricht in Deutschland angenommen werden kann. Im Gegensatz zum Erstellen schriftlicher Zusammenfassungen, einer gebräuchlichen Methode im Biologieunterricht, kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass Lernende der Jahrgangsstufe acht die Methode des Concept Mappings kennen, was sich auch aus den Reaktionen der an dieser Studie teilnehmenden Schüler ableiten lässt. Um die Lernenden mit der Methode des Concept Mappings vertraut zu machen und Effekte aufgrund einer mangelnden Kenntnis der Methode zu vermeiden, erhalten die Lernenden der jeweiligen Untersuchungsgruppen (C und D) ein Training, was auch den Empfehlungen von Hilbert und Renkl (2008) entspricht. Das in Anlehnung an Fechner (2009) entwickelte Training, welches auf der Arbeit von Neuroth (2007) basiert, wird vor der ersten Sitzung durchgeführt und dauert circa 20 Minuten. Die Lernenden erhalten dazu in Paaren jeweils ein Trainingsheft, in dem in einem mehrschrittigen Verfahren in die Methode eingeführt wird (siehe Anhang 16.2). Zunächst erhalten die Lernenden im Rahmen eines Vortrags eine theoretische Einführung in die Methode und deren Nutzen. Anschließend wird in einem in Anlehnung an Cañas (2003) entwickelten sechsschrittigen Verfahren das Erstellen von Concept Maps anhand einer Instruktionkarte erläutert, geübt und besprochen. Dadurch, dass die Probanden an zwei Studien teilnehmen, die sich beide mit dem Concept Mapping befassen und in der gleichen Art und Weise einsetzen, erhalten die Schüler das Training zweimal. Zunächst vor der ersten Studie (Chemie) und schließlich ein halbes Jahr später, vor der Biologiestudie. Dies soll garantieren, dass die Lernenden durch den dazwischen liegenden Zeitraum inklusive der Sommerferien nicht verwirrt sind, wenn sie erneut mit der Methode konfrontiert werden. Zusätzlich soll das Training im gleichen zeitlichen Abstand zur Anwendung von Concept Mapping erfolgen wie in dem Zusatz-treatment E, das vor der Teilnahme an der Biologiestudie noch nicht mit der Methode vertraut ist.

Während der Wiederholungsphase erhalten die Lerngruppen aller Untersuchungsbe-

dingungen jeweils ein Wiederholungsheft, das pro Sitzung eine Seite enthält, auf der die Zusammenfassung bzw. das Concept Map erstellt werden. Weiterhin kann in allen Untersuchungsgruppen auf die Informationskarten zurückgegriffen werden, auf denen die wichtigen Begriffe farblich hervorgehoben sind. Jede Lerngruppe erhält zusätzlich eine schriftliche Instruktion, in der die zur Verfügung stehende Zeit (15 Minuten) genannt ist sowie explizit angegeben ist, dass die Informationskarten für die Wiederholungsphase herangezogen werden dürfen, nicht jedoch weiter an den Materialien gearbeitet werden darf (siehe Anhang 16.2). Lernende in Treatment A und B erhalten die Instruktion, die vorige Lernphase schriftlich zusammenzufassen, wozu sie ein liniert gestaltetes Wiederholungsheft bekommen. Lernende in Treatment C und D erhalten neben der Instruktion zur Erstellung eines Concept Maps Aufkleber, auf die sie die Konzeptbegriffe schreiben sollen. Den Lernenden werden die auf den Informationskarten hervorgehobenen Begriffe zusätzlich auf der Instruktionskarte zur Verwendung vorgegeben, was als eine gebräuchliche Methode zur Erstellung von Concept Maps gesehen wird (Cañas, 2003; Novak & Cañas, 2006); außerdem können sie auch weitere Begriffe in ihr Concept Map einbinden.

8 Messinstrumente

Entsprechend den erwarteten Wirkungen und Wirksamkeitsunterschieden von kontextorientiertem Lernen und dem unterstützenden Einsatz einer Wiederholungsmaßnahme kommen prozessbegleitend und in Prä-, Post- und Follow-Up-Tests Erhebungsinstrumente zum Einsatz, um die aus der Intervention erwachsenen Effekte abbilden zu können.

Eine Woche vor der Interventionsstudie findet ein Prätest statt, in dem mögliche Einflussvariablen erhoben werden, die dazu dienen auf vor der Intervention bestehende Treatmentunterschiede zu prüfen. Außerdem werden diese Variablen erhoben, um Subgruppenanalysen durchführen zu können. Dabei handelt es sich einerseits um demografische Daten wie das Geschlecht, das Alter der Teilnehmer, die Schul- und Klassenzugehörigkeit und andererseits Variablen wie das Vorwissen, die Schulleistungen, kognitive Fähigkeiten, Motivation und Interesse. Mit den prozessbegleitend erhobenen Daten wird das Ziel verfolgt, das direkt aus den Sitzungen gewonnene themenspezifische Wissen und das entstandene situationale Interesse zu erfassen. Die in den fünf Sitzungen eingesetzten Skalen zum situationalen Interesse sind jeweils dieselben, während die Leistungstests der jeweiligen Sitzungen sich durch den Fokus auf die zu erarbeitenden Fachinhalte unterscheiden. Die prozessbegleitenden Videoaufnahmen dienen dazu, nähere Erkenntnisse über den Diskurs in der Lerngruppe und dessen Zusammenhang mit Interessens- und Leistungsdaten zu erhalten. Aus den prozessbegleitend erhobenen Daten werden jeweils Mittelwerte gebildet, um das über die Interventionsphase entstandene Interesse bzw. das erlernte Wissen in seiner Gesamtheit abzubilden (siehe zur Begründung und dem genauen Vorgehen Absatz 10.2). Im Posttest und im Follow-Up-Test wird die Leistung der Schüler mit zwei verschiedenen Messinstrumenten erfasst, die jeweils zu beiden Untersuchungszeitpunkten identisch gehalten sind.

Alle Fragebogen-Items kommen in gemischter Reihenfolge und wie die Leistungstestaufgaben jeweils bezogen auf die in der Lernumgebung eingesetzte Domäne und implementierten Fachinhalte (Biologie; Herz und Blutkreislauf) zum Einsatz. Die Lernenden werden bei allen eingesetzten Tests zunächst mit dem jeweiligen Antwortformat vertraut gemacht, indem zusammen mit dem Testleiter ein Instruktionstext durchgelesen wird,

der unter anderem ein Beispielitem enthält. In Anhang 16.2 sind die eingesetzten Fragebogen und Leistungstests abgebildet. Alle bisher beschriebenen Messinstrumente führen zu Daten auf Individualebene. Zusätzlich werden die in den Lerngruppen erstellten Concept Maps beziehungsweise schriftlichen Zusammenfassungen ausgewertet. Diese Maße geben Auskunft über die Gruppenleistung.

8.1 Affektive Variablen

Das vor der Intervention bestehende Interesse wird mittels eines Fragebogens zum biologiespezifischen Interesse erhoben. Direkt im Anschluss an jede Sitzung wird ein Fragebogen zum situationalen Interesse eingesetzt und im Anschluss an die Intervention wird das Interesse an der Intervention und die Interessantheit der implementierten Inhalte und Kontexte erhoben. Alle Fragebogen zur Erfassung affektiver Variablen enthalten neben einer Instruktion für jedes Item eine Aussage, die auf einer vierstufigen Likertskala mit den Polen (1) „stimmt gar nicht“ und (4) „stimmt völlig“ zu bewerten ist.

8.1.1 Motivation und Interesse

Zur Erfassung des vor der Intervention bestehenden Interesses werden biologiespezifisch das Fachinteresse mit vier Items (Beispielitem: „Biologie gehört zu meinen Lieblingsfächern“), das Sachinteresse mit sieben Items (Beispielitem: „Ich finde die Themen interessant, die wir in Biologie machen“), die intrinsische Motivation für das Fach Biologie mit vier Items (Beispielitem: „Mich mit biologischen Aufgabenstellungen zu beschäftigen, macht mir großen Spaß“) sowie der wahrgenommene Wert mit drei Items (Beispielitem: „Das, was man in Biologie lernt, kann man gut gebrauchen“) erfasst. Die einzelnen Items entstammen Skalen des im DFG-Projekt entwickelten Fragebogens aus BIQUA (Sumfleth & Wild, 2001), die unter anderem auf Items aus dem Potsdamer Motivationsinventar (Rheinberg & Wendland, 2003) zurückgreifen. Die Items werden hinsichtlich des hier eingesetzten Inhaltsbereichs adaptiert.

In einer explorativen Faktorenanalyse mit 18 Items lassen sich mittels einer Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation drei Komponenten extrahieren (siehe Anhang 16.2). Der Kaiser-Meyer-Olkin Test zeigt die Passung der Stichprobe zur Analyse ($KMO = .94$) und alle KMO Werte für die einzelnen Items liegen über .88, also der akzeptablen Grenze von .50. Der Bartlett Test auf Sphärizität ($\chi^2(153) = 2630.97, p < .001$) zeigt, dass die Korrelationen zwischen den Items ausreichend groß für eine Hauptkom-

ponentenanalyse sind. Allerdings liegen die Kommunalitäten bei .64, also kleiner als die geforderte Grenze von .70. Zudem zeigt der aus der Faktorenanalyse erhaltene Scree-Plot, dass nur ein Faktor extrahierbar ist. Bis auf ein Item laden alle Items am stärksten auf die erste Komponente. Das Item, das auf einen anderen Faktor lädt, ist negativ gepolt und wird ausgeschlossen. Die anderen 17 Items werden zu einer neu gebildeten Gesamtskala „Biologiespezifisches Interesse“ zusammengefasst, die ein Cronbachs $\alpha = .94$ aufweist.

Zur Kontrolle möglicher weiterer motivationaler Variablen werden zusätzliche Skalen eingesetzt, die jeweils auf einen eigenen Faktor laden. Dies sind Items zur Erfassung der extrinsischen Motivation (Beispielitem: „Warum strengst du dich im Biologieunterricht an? Weil ich möchte, dass mein Biologielehrer mit mir zufrieden ist“), der Selbstwirksamkeitserwartung (Beispielitem: „Wenn ich mich anstrengte, komme ich im Biologieunterricht problemlos mit“) und dem fachspezifischen Selbstkonzept (Beispielitem: „Ich bin in Biologie gut“), die jeweils bereits bei BIQUA Verwendung fanden. Um den Einfluss möglicher Erfahrungen mit kooperativem Lernen kontrollieren zu können wird eine von Häußler et al. (1998) entwickelte Skala adaptiert und eingesetzt (Beispielitem: „Ich arbeite gern in Gruppen mit meinen Mitschülern“). Das Interesse am Lernen mit lebensweltlichen Kontexten wird mit einer in Kooperation mit Fechner (2009) neu entwickelten Skala erfasst (Beispielitem: „Themen, die mir Dinge aus meinem Leben erklären, finde ich besonders interessant“). Insgesamt kommen fünf Skalen zum Einsatz, um auf mögliche vor der Intervention bestehende Gruppenunterschiede bezüglich motivationaler und Interessensvariablen zu prüfen (siehe Tabelle 8.1).

Tabelle 8.1: Übersicht über die zum ersten Messzeitpunkt eingesetzten Skalen zur Erfassung von Motivation und Interesse

Skala	Itemanzahl	Cronbachs α
Biologiespezifisches Interesse	17	.94
Extrinsische Motivation	4	.74
Interesse Lebenswelt	6	.86
Selbstwirksamkeitserwartung	3	.81
Selbstkonzept	6	.92

Neben den im Prätest eingesetzten Skalen zur Erfassung der Motivation und des Interesses vor der Interventionsphase kommen im Posttest ein Fragebogen zum Interesse am Projekt und im Follow-Up-Test ein Fragebogen zum Interesse an den verwendeten The-

men und Kontexten zum Einsatz. Die neu entwickelte Skala zum Interesse am Projekt umfasst fünf Items (Beispielitem: „Ich habe mich immer auf den nächsten Projekttag gefreut“) und weist eine interne Konsistenz von Cronbachs $\alpha = .80$ auf. Zusätzlich wird eine Skala zum Interesse an den Themen und lebensweltlichen Kontexten konstruiert und nach der Intervention eingesetzt. Die Likertskala besteht aus fünf Items, die sich jeweils auf eines der in den fünf Sitzungen eingesetzten Themen beziehen (Beispielitem: „Es interessiert mich herauszufinden, wie das Herz funktioniert“, Cronbachs $\alpha = .86$) sowie fünf Items, die sich auf die eingesetzten lebensweltlichen Kontexte beziehen (Beispielitem: „Es interessiert mich herauszufinden, was bei langen Flugzeugreisen mit meinem Blut passieren kann“, Cronbachs $\alpha = .78$).

8.1.2 Situationales Interesse

Um das aus den jeweiligen Sitzungen erwachsene Interesse zu erheben, wird nach jeder Sitzung ein Fragebogen zum situationalen Interesse eingesetzt. Dieser besteht aus drei Likertskalen mit den Polen (1) „stimmt gar nicht“ und (4) „stimmt völlig“.

Die Skala situationales Interesse an der Lernphase besteht aus insgesamt sechs Items und bezieht sich auf die Tätigkeit des Umgangs mit den Materialien aus den Interaktionsboxen (Beispielitem: „Die Experimente haben mir Spaß gemacht“). Die Skala ist in Anlehnung an Engeln (2004) entwickelt worden. Die interne Konsistenz der Skala variiert nach Elimination eines Items in den einzelnen Sitzungen von Cronbachs $\alpha = .79$ bis $\alpha = .84$. Aus den fünf Skalen der einzelnen Sitzungen wird ein Mittelwert gebildet (Cronbachs $\alpha = .90$), der Auskunft über das situationale Interesse an der Lernphase gibt. Zur Erfassung des themenspezifischen situationalen Interesses kommen zwei Skalen zum Einsatz. Dabei handelt es sich um die emotionale Valenz, eine neu entwickelte, aus fünf Items bestehende Skala (Beispielitem: „Nach dem Lesen der Aufgabenkarte fand ich das Thema sehr interessant“) und die wertbezogene Valenz, eine vier Items umfassende Skala (Beispielitem: „Das Thema heute erscheint mir persönlich wichtig“), die in Anlehnung an Engeln (2004) und Laukenmann et al. (2000) entwickelt wird. Die beiden Skalen lassen sich mit einer Hauptkomponentenanalyse nicht trennen. Alle neun Items laden auf eine Komponente: Der Kaiser-Meyer-Olkin Test zeigt die Passung der Stichprobe zur Analyse (KMO = .95) und alle KMO Werte für einzelne Items liegen über .94, also der akzeptablen Grenze von .50. Der Bartlett Test auf Sphärizität ($\chi^2(36) = 1410.10$, $p < .001$) zeigt, dass die Korrelationen zwischen den Items ausreichend groß für eine Hauptkomponentenanalyse sind. Die neu gebildete Skala besteht aus insgesamt 9 Items mit einem Cronbachs $\alpha = .96$ (Einzelsitzungen: $.91 \leq \alpha \leq .94$).

8.2 Kognitive Variablen

Zur Erfassung des Einflusses kontextorientierten Lernens und der Art der Wiederholung auf die Lernleistung werden im Prätest das Vorwissen sowie die kognitiven Fähigkeiten erhoben. Im Post- und Follow-Up-Test wird die Lernleistung mit zwei verschiedenen Messinstrumenten erfasst, einem Multiple Choice Test sowie einem Vernetzungstest. Weiterhin wird nach jeder Sitzung das zu dem spezifischen Inhalt der Sitzung erworbene Wissen mit einem Multiple Choice Test erfasst.

8.2.1 Kognitive Fähigkeiten

Um vor der Intervention auf Unterschiede bezüglich der kognitiven Fähigkeiten zwischen den Untersuchungsgruppen zu prüfen sowie um Subgruppen bezüglich der kognitiven Fähigkeiten zu bilden werden Subskalen des kognitiven Fähigkeitentests (KFT) von Heller und Perleth (2000) eingesetzt. Es kommt jeweils eine Subskala aus den drei Teilen (verbaler, numerischer und nonverbaler Teil) zum Einsatz. Die Subskala zu den verbalen Fähigkeiten bezieht sich auf Wortklassifikationen und umfasst 25 Items. Die ausgewählte Subskala aus dem quantitativen Teil besteht aus 20 Items, die sich auf das Fortsetzen von Zahlenreihen beziehen. Figurenanalogien sind Gegenstand der Subskala aus dem nonverbalen Teil, die 25 Items enthält. Die Skalen werden ausgewählt, um unter Berücksichtigung einer ökonomischen Testzeit ein möglichst breites Spektrum der kognitiven Fähigkeiten abzubilden. Die drei Subskalen werden so gewählt, dass sie jeweils die kürzeste Instruktionszeit der Skalen aus einem Teil enthalten, was zu einer insgesamten Instruktions- und Testzeit von 32 Minuten führt. Die Auswertung des KFT erfolgt gemäß des Manuals mittels der Gymnasialnorm für die entsprechende Jahrgangsstufe (siehe Heller & Perleth, 2000), mit Hilfe dessen aus den Rohpunktsummen, welche über die Anzahl an Items bestimmt sind, T -Werte für jede einzelne Subskala gebildet werden. Außerdem wird ein T -Wert über alle drei eingesetzten Subskalen berechnet, um die kognitiven Fähigkeiten als Kombination aus verbalen, quantitativen und nonverbalen Fähigkeiten abzubilden.

Im Gegensatz zu den anderen Messinstrumenten wird der KFT bereits ein halbes Jahr vor Beginn der Interventionsstudie eingesetzt. Dies gründet in der Ursache, dass die Probanden zuvor an der analog durchgeführten Studie in Chemie (siehe Kapitel 5) teilnehmen und deren kognitive Fähigkeiten bereits zum ersten Messzeitpunkt dieser Studie mittels des KFT erhoben werden. Da davon ausgegangen werden kann, dass sich die kognitiven Fähigkeiten als ein relativ stabiles Merkmal nicht innerhalb dieses

Zeitraumes verändern und da derselbe Test zu den kognitiven Fähigkeiten nicht zu häufig nacheinander eingesetzt werden sollte, wird darauf verzichtet, diese erneut zu erheben.

8.2.2 Leistung

Zur Erfassung des Vorwissens und der Lernleistung kommen sowohl nach den einzelnen Sitzungen als auch zu den Prä-, Post- und Follow-Up-Messzeitpunkten Tests im Multiple Choice Format zum Einsatz. Die eingesetzten Multiple Choice Tests bestehen jeweils aus mehreren Items, wobei jedes Item aus einem Itemstamm mit vier Lösungsmöglichkeiten besteht. Die Antwortoptionen sind im Ja/Nein Format vorgegeben. Pro Item können jeweils mehrere Antwortoptionen richtig sein, woraus eine Gesamtpunktzahl pro Item von 1 – 4 Punkten möglich ist. Dies resultiert daraus, dass innerhalb eines Items mehrere Antwortmöglichkeiten voneinander abhängig sein können, weshalb es dann nur einen Punkt gibt, wenn jeweils alle dieser abhängigen Antwortmöglichkeiten richtig gelöst sind (*partial credit*, siehe dazu Kline, 2005). Aus der Gesamtsumme aller Items eines Tests wird die prozentuale Punktzahl berechnet. Im Post- und Follow-Up-Test kommen außerdem ein Vernetzungstest zum Einsatz, um das durch Concept Mapping erworbene Vernetzungswissen adäquat abbilden zu können.

Vorwissen und Schulleistungen

Um das bereits vor der Intervention bestehende themenspezifische Wissen der Schüler zu erfassen, kommt im Prätest ein Multiple Choice Test, bestehend aus insgesamt 22 Items (Cronbachs $\alpha = .77$) mit einer Maximalpunktzahl von 77 Punkten zum Einsatz. Bei der Konstruktion des Tests wird auf eine hohe Inhaltsvalidität geachtet, so dass der Test nur Aufgaben enthält, die sich auf in der Lernumgebung zu erarbeitende Inhalte beziehen.

Zusätzlich werden die Leistungen der Schüler im Fach Biologie mittels Lehrkräftebewertungen in Form von Zensuren erhoben. Die Schüler sollen dazu angeben, welche Note sie im letzten Jahreszeugnis im Fach Biologie erhalten haben.

Lernleistung Fachwissen

Um das direkt aus jeder Sitzung erwachsene themenspezifische Wissen zu erfassen, wird den Schülern direkt im Anschluss an die jeweilige Sitzung ein Leistungstest im Multiple Choice Format vorgegeben, für dessen Lösung sie jeweils ca. zehn Minuten Zeit haben. Die Tests bestehen stets aus acht bis neun Items, die sich auf das Thema der Sitzung

beziehen. Die Maximalanzahl der Leistungstests liegt zwischen 23 und 33 Punkten, insgesamt können maximal 147 Punkte erreicht werden. Die interne Konsistenz variiert zwischen Cronbachs $\alpha = .62$ und $\alpha = .79$. Aus den fünf Tests der Einzelsitzungen wird für jeden Lernenden ein prozentualer Mittelwert gebildet, der das kurzfristig erworbene themenspezifische Wissen, das in der Interventionsphase erlangt wird, abbildet.

Der Test zur Erfassung des kurzfristig erlangten Fachwissens (eingesetzt im Posttest) und zur Erfassung der Behaltensleistung (eingesetzt im Follow-Up-Test) ist identisch zu dem im Prätest eingesetzten Test zur Erfassung des Vorwissens. Der auf die Inhalte der Lernphase bezogene Multiple Choice Test besteht aus zwei Subskalen, wobei zwölf der Items reine Reproduktionsitems sind (maximal 42 Punkte), während die restlichen zehn Items sich auf eine Anwendungssituation beziehen (maximal 35 Punkte). Die Anwendungsitems haben zur Hälfte einen lebensweltlichen, konkreten Anwendungsbezug und zur anderen Hälfte einen abstrakten, rein fachlichen, Kontextbezug inne. Die internen Konsistenzen der Subskala Reproduktion (Cronbachs $\alpha = .76$ im Post- und $\alpha = .71$ im Follow-Up-Test) sowie der Subskala Anwendung (Cronbachs $\alpha = .68$ im Post- und $\alpha = .67$ im Follow-Up-Test) sind zufriedenstellend.

Die beiden Subskalen des Fachwissenstests werden eingesetzt, um zu testen, ob es für das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten, das eine Anwendung darstellt, Unterschiede bezüglich der Reproduktions- oder Anwendungsleistung gibt. Die Aufteilung der Anwendungsskala in Items, die sich auf einen konkreten und einen abstrakten Kontext beziehen, gründet in der Überlegung, dass Lernende aus den Untersuchungsgruppen mit fachlichen und lebensweltlichen Kontexten jeweils Items bearbeiten sollen, die ihrem Anwendungsbezug nahe liegen als auch solche, die einen neuen Anwendungsbezug aufweisen.

Vernetzungsleistung

Trotz intensiver Forschung zum Concept Mapping fehlt es noch an adäquaten Messinstrumenten zur Erfassung des vernetzten Wissens (außer Lehman et al., 1985; Neuroth, 2002). Im Post- und Follow-Up-Test wird daher ein in Anlehnung an Neuroth (2002) entwickelter Test eingesetzt, welcher aus sechs Items besteht. Pro Item werden drei Fachbegriffe vorgegeben, die sich auf die Inhalte der Lernumgebung beziehen (Beispielitem: Venen – Arterien – Sauerstoff). Zur Lösung eines Items sind diese drei Begriffe schriftlich in ganzen Sätzen sinnvoll miteinander in Verbindung zu bringen. Die zu erreichende Maximalpunktzahl liegt bei 18 Punkten. Die Auswertung des Tests erfolgt anhand einer zuvor erstellten Liste, die alle richtigen Vernetzungen sowie Gegenbeispiele enthält. Da es sich bei diesem Test um ein möglicherweise wenig auswertungsobjektives Antwortformat

handelt, werden alle Vernetzungstests des Postzeitpunkts von zwei Personen bewertet. Entsprechend der bei Bortz und Döring (2006) vorgeschlagenen Methode für nominal skalierte Daten wird Cohens κ berechnet. Dieser Wert sollte zwischen .60 und .75 liegen, um von einer guten Übereinstimmung sprechen zu können (Wirtz & Caspar, 2002). Die Beurteilerübereinstimmung der zwei Personen liegt bei $\kappa = .73$, weshalb darauf verzichtet wird, die Tests des Follow-Up-Messzeitpunkts ebenfalls doppelt zu bewerten. Die internen Konsistenzen liegen bei Cronbachs $\alpha = .68$ im Posttest und Cronbachs $\alpha = .75$ im Follow-Up-Test.

Qualität der Wiederholung

Die Qualität der in den Lerngruppen erstellten Concept Maps bzw. schriftlichen Zusammenfassungen wird in Anlehnung an bereits bestehende Auswertungssysteme (siehe Austin & Shore, 1995; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996, sowie Absatz 3.1.2) durch das Vorhandensein und die Richtigkeit von Relationen bestimmt. Für jede Lernsitzung wird eine Liste an Relationen erstellt, welche die Lernziele zum Herz und Blutkreislauf abbildet. Für die erstellten Concept Maps bzw. Zusammenfassungen werden Punkte für jede richtige Relation vergeben. Die Punktvergabe erfolgt wie auch beim Vernetzungstest anhand einer Lösungsliste, die alle richtigen Relationen enthält. Die maximale Anzahl an Relationen pro Sitzung liegt bei sechs bis zehn Punkten, die Maximalanzahl für alle fünf Sitzungen liegt bei 41 Punkten. Wie bei allen sitzungsbegleitenden Maßen wird auch hier ein prozentualer Mittelwert für die fünf erstellten Concept Maps bzw. Zusammenfassungen gebildet (Cronbachs $\alpha = .86$). Ebenso wie die Vernetzungstests werden die Zusammenfassungen und Concept Maps aufgrund ihres Antwortformats von zwei Personen bewertet, deren Interraterübereinstimmung bei Cohens $\kappa = .74$ liegt.

8.3 Videobasierte Variablen

Um neben den im Anschluss an die einzelnen Sitzungen sowie im Anschluss an die Interventionsphase erhobenen Daten weitere Informationen über die Lernprozesse zu erhalten, wird circa ein Drittel der Lerngruppen videografiert. Mit diesem Vorgehen soll der Einfluss kontextorientierten Lernens, der einerseits trotz einiger Untersuchungen noch nicht ausreichend geklärt ist und andererseits meist nur mit Fragebogendaten oder Leistungstestdaten untersucht wurde, zusätzlich Aufklärung erfahren. Seidel und Prenzel (2006) betrachten die Erhebung von Prozessdaten in Kombination mit Selbstberichtsdaten als sinnvolles Instrument, um neben den individuellen Wahrnehmungen der

Lernenden (Selbstberichtsverfahren) deren tatsächliches Verhalten erfassen zu können. Ziel der Videografierung und Videokodierung ist es, herauszufinden, ob während der Erarbeitungsphase stattfindende Kommunikationsprozesse sich auf den Einfluss kontextorientierten Lernens bezüglich der Lernleistung auswirken. Es wird erwartet über die im Anschluss an die Lernphase erhobenen Leistungsdaten hinaus zusätzlichen Aufschluss über die Zusammenhänge von kontextorientiertem Lernen und der Lernleistung zu erhalten.

Die Auswertung der Videos erfolgt mit Hilfe der Software Videograph (Rimmele, 2004). Die Kodierung wird entlang eines eigens dafür erstellten Manuals vorgenommen (Schmelzer, 2008); außerdem erhalten die Kodierer alle Materialien, die auch den Lernenden in den Lerngruppen zur Verfügung standen. Die Kodierung erfolgt in drei Schritten: Zunächst wird festgelegt, in welcher der beiden Phasen der Intervention sich die Lernenden befinden (Lernphase mit den Interaktionsboxen und Wiederholungsphase). Im Weiteren wird auf die Lernphase mit den Interaktionsboxen fokussiert. Entsprechend des Manuals wird jeder Redeanteil eines in der Lerngruppe befindlichen Schülers kodiert, der sich auf die Inhalte der Sitzung bezieht. Es wird zunächst kodiert welcher Schüler der Lerngruppe spricht. Weiterhin wird festgelegt, ob etwas vorgelesen wird (hier wird unterschieden zwischen dem Vorlesen der Informations- oder Aufgabenkarte und zuvor gemachten Eintragungen aus dem Notizheft), eine Aussage formuliert oder eine Frage gestellt wird. In einem dritten Schritt werden lediglich Aussagen kodiert, da davon ausgegangen wird, dass nur hier mit hoher Wahrscheinlichkeit von einer kognitiven Eigenleistung zu sprechen ist. Dabei wird nicht die Länge der Aussagen kodiert, sondern diese werden in inhaltlich getrennte Aussagen unterteilt, so dass die Anzahl der Aussagen als Maß bestimmt werden kann. Die Schüleraussagen werden in sechs inhaltlich verschiedene Kategorien unterteilt:

- Zuordnung von Modell und Fachinhalt
- Zuordnung von Modell und Kontext
- Fachinhalt
- Zuordnung von Kontext und Fachinhalt
- Kontext ohne Bezug zum Fachinhalt
- Aufbau und Funktion des Modells

Aus jeder Sitzung werden drei Videos doppelt kodiert, die Interraterübereinstimmung liegt bei dem Inhalt der gemachten Aussagen zwischen Cohens $\kappa = .68$ und $\kappa = .85$ und kann als gute bis sehr gute Übereinstimmung bezeichnet werden (Wirtz & Caspar, 2002). Die beiden Kategorien „Zuordnung von Modell und Fachinhalt“ sowie „Fachinhalt“ werden post hoc zu einer neuen Variable zusammengefasst, den Aussagen zum Fachinhalt. Ebenso wird mit den Aussagen „Zuordnung von Modell und Kontext“ und „Kontext ohne Bezug zum Fachinhalt“ verfahren; die neu gebildete Variable soll Aussagen zum Kontext abbilden. So kann mithilfe der Videos und des für die Auswertung entwickelten Manuals für jeden videografierten Schüler bestimmt werden, wie viele Aussagen zu Kontexten, Fachinhalten, deren Zusammenhang und zum Modellbau gemacht werden.

9 Stichprobe

Die Stichprobe dieser Untersuchung wird im Rahmen des Kooperationsprojekts (siehe Kapitel 5) für beide Studien zusammen rekrutiert. Schüler der Untersuchungsgruppen A bis D nehmen im Vorfeld an der parallel angelegten Studie im Fach Chemie teil. Um mögliche Effekte durch die vorher stattgefundene Untersuchung kontrollieren zu können, werden Lernende für ein zusätzliches Treatment E rekrutiert, das genauso gestaltet ist wie das Treatment D dieser Studie. Die Analysen zu diesem Treatment werden gesondert berichtet, so dass an dieser Stelle auf die Stichprobenbeschreibung der Teilnehmer aus Treatment A bis D fokussiert wird.

Die Studie wird mit Schülern aus sieben Gymnasien in Nordrhein-Westfalen durchgeführt, die zum Zeitpunkt der Untersuchung die achte Jahrgangsstufe besuchen. Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig und wird unter Einverständnis der Erziehungsberechtigten durchgeführt. Von insgesamt 278 Schülern, die sich zu einer Teilnahme an der Untersuchung bereit erklären, fehlen 19 Schüler zu einem der drei Hauptmesszeitpunkte (Prä, Post oder Follow-Up). Diese Schüler werden daher von den Berechnungen ausgeschlossen. Weiterhin fehlen 11 Schüler zu zwei oder mehr Sitzungen in der Interventionsphase und werden neben einer mangelnden Datenlage und aufgrund der Tatsache, dass sie an den erbrachten Gruppenleistungen maximal zu 3/5 beteiligt sind, ebenfalls aus den Analysen ausgeschlossen. Bei mehr als einem Fehltermin kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Feedback der vorigen Sitzung ausreicht, um die ausbleibenden Erfahrungen und das mangelnde Wissen aus den fehlenden Sitzungen auszugleichen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn keine Teilnahme an zwei aufeinander folgenden Sitzungen erfolgt. Außerdem kann nicht angenommen werden, dass die fehlenden Schüler zu einem adäquaten Anteil an der Gruppenleistung beteiligt sind. Nach Ausschluss der beschriebenen Fälle ergibt sich eine Gesamtstichprobe über die vier Treatments von 248 Teilnehmern. Davon sind 32 Schüler zu einer der fünf Sitzungen nicht anwesend. Dies betrifft acht aus Treatment A, elf aus Treatment B, sieben aus Treatment C und sechs aus Treatment D. Mit dem Exakten Test nach Fischer wird geprüft, ob die Fehlzeiten sich auf die Treatmentzugehörigkeit zurückführen lassen, was nicht der Fall ist ($p = .67$).

Über die fünf Sitzungen hinweg belaufen sich die fehlenden Daten auf 1.6 bis 4.8 %. Mittels der Methode der Erwartungsmaximierung (EM), die für zufällig fehlende Daten angebracht ist (Tabachnick & Fidell, 2007), werden die fehlenden Daten zum situationalen Interesse und der nach den Sitzungen erfassten Leistung aufgrund der im Prätest erhobenen Daten und der Rohdaten aus den Sitzungen im Datenset imputiert (siehe dazu Maximum-Likelihood-Schätzer, Bortz & Döring, 2006; Field, 2009).

Das Durchschnittsalter der Teilnehmer liegt zum ersten Messzeitpunkt bei 13.88 Jahren ($SD = 0.45$) und der Mädchenanteil bei 56.0 %. Die an der Studie teilnehmenden Schüler können Wünsche zur Gruppenzusammensetzung äußern, denen unter Berücksichtigung einer Lerngruppengröße von drei bis fünf Schülern meist entsprochen werden kann. Daraus resultieren 77 Lerngruppen, die bereits in der Chemiestudie mittels einer Clusteranalyse unter Einbezug mehrerer Prätestvariablen auf die vier Untersuchungsgruppen verteilt werden (siehe dazu Fechner, 2009). Tabelle 9.1 gibt einen Überblick über die Stichprobenverteilung und zeigt, dass die Zellen auch nach Elimination von Schülern, die zu viele Fehltermine aufweisen, gleich stark besetzt sind. Pro Treatment und Schule (sieben insgesamt) werden zufällig Lerngruppen ausgewählt, die während des Lernprozesses videografiert werden, was 28 videografierte Lerngruppen ergibt. Aufgrund technischer Probleme oder aufgrund des Ausschlusses von Schülern (Ausschlusskriterien siehe oben) resultiert eine Stichprobe von 96 Schülern, von denen Videoaufnahmen verfügbar sind.

Tabelle 9.1: An der Untersuchung teilnehmende Schüler, aufgeteilt nach Untersuchungsgruppen

Treatment	Schüler (n)	Lerngruppen (n)	Anteil Mädchen [%]
A	60	19	45.5
B	65	19	66.2
C	61	19	50.8
D	62	20	61.3
Summe	248	77	56.0

Aufgrund von Ausreißern (standardisierter z -Wert größer als 3.29, $p < .001$, siehe dazu Tabachnick & Fidell, 2007) in den abhängigen Variablen werden für sechs Probanden (fünf in Treatment A, einer in Treatment B und einer in Treatment C) Werte nach der von Tabachnick und Fidell (2007) vorgeschlagenen Methode geschätzt: Ausreißern wird ein

neuer Wert zugewiesen, welcher einen Prozentpunkt niedriger liegt als der nächsthöhere im gleichen Treatment.

Für das oben angesprochene Treatment E können zusätzlich 46 Schüler gewonnen werden, deren Durchschnittsalter zum ersten Messzeitpunkt bei 14.00 Jahren ($SD = 0.60$) liegt (54.3 % weiblich). Das heißt, zwischen der Ausgangsstichprobe und dem zusätzlich rekrutierten Treatment unterscheiden sich die demografischen Daten nicht. Ausreißer sind in dieser zusätzlich rekrutierten Stichprobe nicht zu finden.

10 Analysevorbereitung und -methodik

Um die Voraussetzungen für die nachfolgenden Analysen zu prüfen, werden alle in die Analysen eingehenden Variablen für jede Untersuchungsgruppe auf Normalverteilung (Kolmogoroff-Smirnov-Test) getestet. Für manche Variablen zeigt sich über alle Treatments hinweg keine Normalverteilung (Biologienote, Vernetzungstest im Post- und Follow-Up-Test, Qualität der Concept Maps bzw. Zusammenfassungen), für andere wenige Variablen gilt dies nur für einzelne Treatments. Außerdem wird auf Varianzhomogenität (Levene-Test) geprüft; diese ist für alle Variablen außer der Biologienote und dem Qualitätsmaß der Wiederholung gegeben. Jedoch lässt sich nur für zwei Variablen (Vernetzungsleistung Follow-Up und Qualität der Wiederholung) in jeweils einer Untersuchungsgruppe (Treatment A) eine Schiefe unter $p = .001$ feststellen.

10.1 Treatmentunterschiede

Um auf Unterschiede der Treatments vor der Intervention zu testen, werden für folgende Variablen multivariate Varianzanalysen durchgeführt: kognitive Fähigkeiten, Vorwissen, Schulleistung, im Prätest erhobene motivationale und Interessensvariablen und nach der Intervention erhobenes Interesse an den Inhalten und Kontexten im Projekt sowie am Projekt selbst. Einzig für die Schulleistung, gemessen mit der Biologienote des Vorjahres ($F(3,244) = 1.47, p < .10$) und für die extrinsische Motivation ($F(3,244) = 3.25, p < .05$) zeigen sich Unterschiede zwischen den Treatmentgruppen. Für die restlichen Variablen zeigen sich keine Treatmentunterschiede (Wilks $\lambda = 0.93, F(18,676.48) < 1$). Auf Lerngruppenebene zeigt sich dasselbe Muster, Treatmentunterschiede sind nur in den Variablen Biologienote und extrinsische Motivation zu verzeichnen. Wie oben beschrieben wird die Stichprobe zusammen für zwei Studien rekrutiert. In der zeitlich zuerst stattfindenden Untersuchung der Chemie wird eine Balancierung der Untersuchungsgruppen vorgenommen (Fechner, 2009). Die Biologienote geht in diese Balancierung nicht mit ein, weshalb die Treatmentunterschiede hier zu erklären sind. Die extrinsische Motivation ist in der Chemiestudie ebenfalls nicht über die Untersuchungsgruppen hinweg ausgeglichen.

Um auf Unterschiede zwischen den Schülern der ausgewählten Videogruppen und den nicht videografierten Schülern zu prüfen, werden diese beiden Substichproben bezüglich der Prätestvariablen miteinander verglichen. Es zeigen sich weder auf Individualebene (Wilks $\lambda = 0.96$, $F(12,234) < 1$) noch auf Lerngruppenebene (Wilks $\lambda = 0.93$, $F(12,65) < 1$) statistisch bedeutsame Unterschiede hinsichtlich möglicher, im Prätest erhobener, Einflussvariablen. Neben diesen Analysen zu Gruppenunterschieden vor der Intervention wird zusätzlich mittels einer multivariaten Varianzanalyse geprüft, ob sich die beiden Teilstichproben hinsichtlich abhängiger Variablen wie dem situationalen Interesse und dem Lernzuwachs (Leistung Post bzw. Follow-Up – Vorwissen) oder der Vernetzungsleistung (Post- und Follow-Up) unterscheiden, was für keine der Variablen zutrifft (Wilks $\lambda = 0.97$, $F(6,241) = 1.13$, $p = .35$), weshalb davon ausgegangen werden kann, dass sich die Effekte kontextorientierten Lernens, welches für die videografierte Substichprobe näher untersucht wird, nicht in den Substichproben videografiert und nicht videografiert Schüler unterscheiden.

Das Zusatz-treatment E dient dazu mögliche Effekte durch die bereits erlangte Kenntnis des Concept Mappings in der Chemiestudie kontrollieren zu können. Von der unabhängigen Variable Kontextorientierung wird angenommen, dass sie keine Auswirkungen aufgrund des zweifachen Einsatzes hat, da in beiden Studien (Chemie und Biologie) unterschiedliche Kontexte verwendet werden. Zunächst wird getestet, ob sich Treatment E von Treatment D bezüglich der Prätestvariablen unterscheidet, was für keine der Variablen der Fall ist (Wilks $\lambda = 0.90$, $F(12,95) < 1$). Neben diesen Analysen zu Gruppenunterschieden vor der Intervention wird zusätzlich mittels einer multivariaten Varianzanalyse geprüft, ob sich die beiden Untersuchungsgruppen hinsichtlich des Lernzuwachses (Leistung Post bzw. Follow-Up – Vorwissen) oder der Vernetzungsleistung (Post- und Follow-Up) unterscheiden. Dies trifft für keine der Variablen zu (Wilks $\lambda = 0.99$, $F(4,102) < 1$). Da sich die beiden Untersuchungsgruppen weder bezüglich der Prätestvariablen noch hinsichtlich der abhängigen Variablen signifikant voneinander unterscheiden, kann davon ausgegangen werden, dass die Effekte des Concept Mappings nicht auf die mehrfache Anwendung oder bereits gute Kenntnis der Concept Mapping Methode zurückzuführen sind, weshalb das Zusatz-treatment E im Folgenden nicht weiter mit in die Analysen einbezogen wird.

10.2 Analysemethodik

Neben deskriptiven und korrelativen Analysen kommen zur Überprüfung der Hypothesen varianzanalytische Methoden auf Individualebene zum Einsatz. Hauptsächlich werden Kovarianzanalysen gerechnet, in die – aufgrund der Treatmentunterschiede zum ersten Messzeitpunkt – die Variablen Biologienote und extrinsische Motivation als Kovariaten eingehen. Die Voraussetzungen der Normalverteilung und Varianzhomogenität sind z.T. zwar nicht erfüllt (Kolmogoroff-Smirnov-Test und Levene-Test sind teilweise signifikant), allerdings können bei großen Stichproben kleine Unterschiede leicht zu einem signifikanten Levene-Test führen (Field, 2009). Zudem sind Varianzanalysen bei gleich großer Zellenbesetzung relativ robust gegen die Verletzung der Normalverteilung (Donaldson, 1968) und Varianzhomogenität (Glass, Peckham & Sanders, 1972). Aufgrund dessen wird das Vorgehen, in dieser Studie Varianzanalysen durchzuführen, als legitim erachtet. Als Effektstärkenmaß wird das partielle Eta-Quadrat verwendet¹.

Wie bereits in Kapitel 8 beschrieben, werden aus verschiedenen Gründen für alle aus den Sitzungen erhaltenen Daten Mittelwerte gebildet. Zunächst soll in dieser Studie der Einfluss zweier unabhängiger Variablen (Kontextorientierung und Art der Wiederholung) auf das situationale Interesse und die Lernleistung erfasst werden. Ziel dieser Untersuchung ist es, generelle Aussagen zum Einfluss dieser Variablen treffen zu können und nicht, ob innerhalb eines Themenbereichs (Herz und Blutkreislauf) inhaltlich verschiedene lebensweltliche Kontexte (z.B. Fahrradsturz und Fußballspielen) unterschiedliche Wirkungen haben. Dies wäre einerseits aufgrund mangelnder theoretischer Fundierung nicht möglich und ist außerdem nicht angestrebt, da alle eingesetzten Kontexte so konstruiert sind, dass sie den Schülern bekannt und für sie interessant und relevant sein sollten. Gleiches gilt auch für die Art der Wiederholung: Es wird nicht davon ausgegangen, dass das Schreiben von Zusammenfassungen oder das Concept Mapping innerhalb der realisierten Sequenz von fünf inhaltlichen Teilgebieten zum Herz und Blutkreislauf unterschiedliche Wirkungen haben. Mit der Erfassung des situationalen Interesses sollen möglichst reliable Aussagen zum Einfluss kontextorientierten Lernens gewonnen werden, was durch die Erhebung des situationalen Interesses direkt nach jeder der fünf Sitzungen ermöglicht wird. Da in jeder Sitzung jeweils der gleiche Fragebogen zur Erfassung des situationalen Interesses eingesetzt wird, kann dieses Vorgehen der Retest-Methode zugeordnet werden. Korrelationen zwischen den fünf Testzeitpunkten zeigen, dass 64 bis 86 % der Varianz

¹In der Ergebnisdarstellung wird das partielle Eta-Quadrat mit η^2 angegeben. Gemäß Cohen (1988) gelten Effektstärken von $\eta^2 = .001$ als klein, $\eta^2 = .06$ als mittel und $\eta^2 \geq .14$ als groß.

auf wahre Merkmalsunterschiede zurückgehen. Mit den Leistungsmessungen direkt nach den Sitzungen wird das Ziel verfolgt, jeweils einen Teil des durch die Lernphase zu erwerbenden Wissens abzubilden. Durch die Generierung eines Mittelwertes soll das gesamte, durch die fünf Sitzungen erworbene, themenspezifische Wissen erfasst werden. Aus methodischer Sicht lässt sich die Bildung von Mittelwerten über die fünf Sitzungen zusätzlich zur Retest-Reliabilität für die Skalen zum situationalen Interesse weiterhin durch Varianzanalysen mit Messwiederholung rechtfertigen. Dazu werden die in den einzelnen Sitzungen erfassten Variablen z -standardisiert. Besteht kein Interaktionseffekt zwischen den fünf Messungen und den unabhängigen Variablen, kann davon ausgegangen werden, dass die unabhängigen Variablen in allen fünf Sitzungen dieselben Effekte hervorrufen. Für die beiden Skalen des situationalen Interesses zeigen sich keine Interaktionen des Faktors Zeit (fünf Sitzungen) mit der unabhängigen Variable Kontextorientierung (handlungsorientiertes situationales Interesse: Wilks $\lambda = 0.99$, $F(4,243) < 1$; themenspezifisches situationales Interesse: Wilks $\lambda = 0.98$, $F(4,243) = 1.03$, $p = .39$). Für die standardisierten Werte der Leistungstests der fünf Sitzungen wird die Analyse mit der unabhängigen Variable Kontextorientierung (Wilks $\lambda = 0.97$, $F(4,243) = 1.68$, $p = .16$) und der unabhängigen Variable Art der Wiederholung (Wilks $\lambda = 0.99$, $F(4,243) < 1$) durchgeführt. Wie die Ergebnisse zeigen ist der Effekt für keine der beiden unabhängigen Variablen signifikant. Folglich ist die Bildung von Mittelwerten nicht nur aus inhaltlicher, sondern auch aus methodischer Sicht gerechtfertigt.

Zur Untersuchung des Einflusses der beiden unabhängigen Variablen Kontextorientierung und Art der Wiederholung werden für die Mittelwerte der zu jeder Sitzung begleitend erhobenen Daten Kovarianzanalysen auf Individualebene durchgeführt. Um zu berücksichtigen, dass die Teilnehmer innerhalb jedes Treatments in Lerngruppen von drei bis fünf Schülern angeordnet sind (nested Faktor, auch geschachtelter oder hierarchischer Faktor genannt), jedoch außer der Qualität der erstellten Zusammenfassungen bzw. Concept Maps kein Maß für die Gruppenleistung vorliegt, wird für die aus den fünf Lernsitzen gewonnenen Daten die Variable Lerngruppe als geschachtelter Zufallsfaktor behandelt. Dadurch kann darauf verzichtet werden, alle Analysen zweifach – auf Individual- und auf Gruppenebene – durchzuführen. Die Kombination von festen Faktoren (Kontextorientierung oder Art der Wiederholung) und Zufallsfaktoren (Lerngruppe) sowie geschachtelten (Lerngruppe) und gekreuzten Faktoren (Kontextorientierung und Art der Wiederholung) entspricht einem hierarchisch linearen Modell (HLM, Raudenbush & Bryk, 2002). Aufgrund dieser Eigenschaften wird auch von Modellen von gemischten Effekten oder von Zufallseffekten gesprochen.

Die Daten des Post- und Follow-Up-Tests werden mit Kovarianzanalysen mit Messwiederholung analysiert. Dies ermöglicht einerseits Aussagen über die Effekte fester Faktoren zu treffen und gleichzeitig Informationen zu dem zeitlichen Verlauf (von Posttest zu Follow-Up-Test) zu erhalten. Die Lerngruppen werden als geschachtelter Faktor behandelt. Alternativ könnten einzelne univariate Kovarianzanalysen durchgeführt werden, allerdings wären hier doppelt so viele Analysen nötig und es könnten keine Aussagen zum zeitlichen Verlauf von Post- zu Follow-Up-Test getroffen werden.

Zur Prüfung der Interaktionshypothese werden neben univariaten und multivariaten mehrfaktoriellen Varianzanalysen geplante Einzelvergleiche (Kontraste) berechnet, um Wirksamkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungsgruppen, die von Interesse sind, zu untersuchen. Dadurch wird den Empfehlungen von Hager (2000) als auch Keselman et al. (1998) nachgegangen, geplante Kontraste zu berechnen, um spezifische Forschungsfragen beantworten zu können. Dazu werden Einzelvergleiche für zwei Mittelwerte angestellt, indem die Differenz eines Mittelwertes in Untersuchungsgruppe i und eines Mittelwertes in Untersuchungsgruppe j berechnet wird (Bortz, 2005). Die geplanten Einzelvergleiche sind einfach zu interpretieren, teststärker als Post hoc Analysen, können auch bei einem nicht-signifikanten F -Wert statistisch signifikant werden und erlauben eine direkte Beantwortung der Forschungsfrage (vgl. Hager, 2000). Als Effektstärkenmaß für die Mittelwertvergleiche der Kontraste wird Cohens d angegeben².

Außerdem werden sowohl für die gemittelten Daten aus den einzelnen Sitzungen als auch für die Maße aus Post- und Follow-Up-Test Moderatoranalysen durchgeführt. Dies betrifft die Fragestellungen, ob das individuelle Interesse den Einfluss kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse und die Lernleistung moderiert. Da von einem eher geringen Einfluss der Kontextorientierung auf das situationale Interesse bzw. die Lernleistung ausgegangen wird, bieten sich Moderatoranalysen an (Baron & Kenny, 1986). Ebenfalls mittels Moderatoranalysen wird die aus der Literatur abgeleitete Fragestellung zur moderierenden Wirkung der kognitiven Fähigkeiten auf den Einfluss der Art der Wiederholung bezüglich der Lernleistung untersucht. Die Moderatoranalysen werden gemäß Holmbeck (1997) mit Kovarianzanalysen durchgeführt, wobei ein bestehender Interaktionseffekt zwischen einer Prädiktorvariable und einer möglichen Moderatorvariable einen Moderationseffekt anzeigt. Weiterhin werden Analysen zur Untersuchung von bedingten Haupteffekten angestellt, d.h. es werden die Effekte der Prädiktorvariable innerhalb jedes Moderatorlevels untersucht (Bortz & Döring, 2006).

²Man spricht von kleinen Effekten bei einem Cohens d bis 0.3, mittleren Effekten bei d von 0.5 und großen Effekten, falls d größer als 0.8 (Bortz & Döring, 2006).

Die bisher beschriebenen Analysemethoden werden alle auf Individualebene durchgeführt, unter Berücksichtigung der Lerngruppe als geschachteltem Faktor, so dass dem kooperativen Lernsetting bei der Datenauswertung Rechnung getragen wird. Schließlich werden Analysen auf Lerngruppenebene durchgeführt, die Aussagen zum Einfluss der Qualität der Wiederholungsmaßnahme liefern sollen. Für die auf Individualebene vorliegenden Daten, die in die Analysen auf Lerngruppenebene eingehen, werden jeweils Mittelwerte pro Lerngruppe gebildet. Um den Einfluss der Qualität der Wiederholungsmaßnahme auf die Lernleistung prüfen zu können, wird eine schrittweise Regressionsanalyse auf Lerngruppenebene durchgeführt. Die schrittweise Regressionsanalyse dient der Aufklärung, ob der Zusammenhang mehrerer Variablen durch die Aufnahme einer weiteren Prädiktorvariable signifikant erhöht wird (Bortz & Döring, 2006), d.h., ob die Wiederholungsqualität zusätzlich zu bekannten Leistungsprädiktoren wie dem Vorwissen und den kognitiven Fähigkeiten einen Einfluss auf die Lernleistung ausübt.

11 Deskriptive Ergebnisse

Im Folgenden werden neben den Voraussetzungen der Lernenden (Prätestwerte) die deskriptiven Daten der abhängigen Variablen beschrieben. Die deskriptiven Statistiken und Korrelationen der motivationalen Variablen und Interessensvariablen sind in Tabelle 11.1 dargestellt. Die im Prätest erhobenen Variablen liegen mit Ausnahme der extrinsischen Motivation alle über dem Mittelwert von 2.5 der vierstufigen Likertskala. Das vor der Intervention bestehende Interesse kann als insgesamt positiv ausgeprägt bezeichnet werden, ebenso wird in einer retrospektiven Befragung das Projekt selbst als interessant eingeschätzt. Das im Follow-Up-Test erfasste Interesse an den eingesetzten Themen und Kontexten ist unterschiedlich stark ausgeprägt: Das Interesse an den Kontexten wird höher eingeschätzt als das Interesse am Thema. Gleiches gilt auch für das begleitend zu den Sitzungen erhobene situationale Interesse. Die über alle Messzeitpunkte eingesetzten Skalen korrelieren positiv miteinander. Die deskriptiven Werte und Korrelationen der Leistungsmaße aller Messzeitpunkte sind in Tabelle 11.2 dargestellt. Die Werte zu den kognitiven Fähigkeiten der Teilnehmer zeigen, dass diese in allen drei Subskalen im Durchschnitt leicht unter dem Mittelwert von $T = 50$ liegen. Die drei Subskalen korrelieren untereinander und mit den anderen Outcome-Variablen in ähnlicher Höhe, weshalb sie zu einer Gesamtskala „Kognitive Fähigkeiten“ zusammengefasst werden (Cronbachs $\alpha = .85$). Die Biologienote [1 – 6] und das Vorwissen [%] liegen dagegen leicht über dem Durchschnitt. Trotz eines relativ hohen Vorwissens ist durch die Teilnahme an der Studie über alle Untersuchungsgruppen hinweg eine Leistungssteigerung zu verzeichnen, was sich mit einem gepaarten t -Test mit den beiden Variablen Vorwissen und Leistung im Posttest statistisch absichern lässt ($t(247) = 14.00$, $p < .001$, $d = 1.20$).

Ein Blick auf die deskriptiven Werte der abhängigen Variablen zeigt, dass die Subskala Reproduktion höhere Werte aufweist als die Subskala Anwendung, was durch das unterschiedliche kognitive Anforderungsniveau der Testaufgaben naheliegender scheint. Außerdem zeigt sich im Vernetzungstest eine deutlich geringere Lösungswahrscheinlichkeit als in beiden Skalen des Fachwissenstests im Multiple Choice Format, was vermutlich auf das unterschiedliche Antwortformat zurückzuführen ist. Ein deskriptiver Vergleich

Tabelle 11.1: Deskriptive Statistiken und Produkt-Moment-Korrelationen der motivationalen und Interessensmaße zu den verschiedenen Messzeitpunkten

Merkmal	<i>M</i>	<i>SD</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Prä												
(1) Interesse Biologie	2.71	0.66										
(2) Extrinsische Motivation	2.43	0.72	.20**									
(3) Interesse Lebenswelt	2.77	0.70	.73**	.17**								
(4) Kooperation	3.22	0.58	.33**	.09	.35**							
(5) Selbstwirksamkeitserwartung	3.15	0.59	.58**	.22**	.37**	.30**						
(6) Selbstkonzept	2.96	0.65	.67**	.15*	.49**	.32**	.73**					
Post/Follow-Up												
(7) Interesse Projekt	2.88	0.64	.33**	.02	.34**	.28**	.15*	.26**				
(8) Interesse Inhalt	2.40	0.69	.39**	.12	.38**	.11	.26**	.30**	.39**			
(9) Interesse Kontext	2.74	0.66	.36**	.19**	.38**	.16*	.20**	.24**	.39**	.72**		
Begleitend												
(10) Handlungsorientiertes Interesse	3.13	0.53	.35**	.01	.35**	.32**	.19**	.28**	.70**	.35**	.34**	
(11) Themenspezifisches Interesse	2.66	0.64	.49**	.13*	.47**	.24**	.28**	.37**	.61**	.50**	.47**	.60**

* $p < .05$, ** $p < .01$

Tabelle 11.2: Deskriptive Statistiken und Produkt-Moment-Korrelationen der Leistungsmaße zu den verschiedenen Messzeitpunkten

Merkmal	<i>M</i>	<i>SD</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Prä													
(1) KFT V	46.56	8.95											
(2) KFT Q	47.98	9.40	.24**										
(3) KFT N	45.63	9.18	.26**	.44**									
(4) Biologienote	2.23	0.78	.19**	.19**	.14*								
(5) Vorwissen	54.57	12.16	.26**	.13*	.28**	.18**							
Post													
(6) Reproduktion	68.35	14.42	.28**	.21**	.34**	.20**	.45**						
(7) Anwendung	59.57	14.55	.29**	.17**	.28**	.26**	.55**	.63**					
(8) Vernetzung	45.94	19.52	.28**	.19**	.33**	.32**	.38**	.68**	.54**				
Follow-Up													
(9) Reproduktion	65.87	13.43	.29**	.11	.27**	.26**	.46**	.71**	.57**	.59**			
(10) Anwendung	60.13	14.27	.29**	.13*	.27**	.19**	.51**	.59**	.67**	.51**	.67**		
(11) Vernetzung	32.99	20.12	.33**	.18**	.40**	.30**	.42**	.60**	.53**	.72**	.64**	.54**	
Begleitend													
(12) Themenspez. Wissen	73.43	12.01	.31**	.21**	.35**	.28**	.56**	.69**	.69**	.68**	.67**	.62**	.65**

* $p < .05$, ** $p < .01$

der Post- und Follow-Up-Daten zeigt jeweils leicht geringere Werte im sechs Monate nach der Interventionsphase durchgeführten Follow-Up-Test im Vergleich zu den Post-testwerten, d.h. das Wissen zu dem erhobenen Themenbereich hat innerhalb von sechs Monaten leicht abgenommen. Eine Betrachtung der zu den Sitzungen begleitend erhobenen Leistungsmaße zeigt, dass die Lernenden in den Leistungstests bezogen auf die jeweilige Sitzung im Mittel am besten abschneiden, direkt nach den Sitzungen also am meisten Wissen aufweisen. Die Korrelationen der abhängigen Variablen mit dem Vorwissen sind jeweils höher als die Korrelationen mit der Biologienote oder den kognitiven Fähigkeiten, was darauf zurückzuführen ist, dass der Vorwissenstest themenspezifisch konstruiert ist und dieselben Items enthält wie die Fachwissenstests zum Post- und Follow-Up-Messzeitpunkt. Die Leistungsmaße korrelieren zwischen $r = .11$ und $r = .71$ miteinander¹. Die höchsten Korrelationen zeigen sich bei den Leistungsmaßen des Post-tests mit den äquivalenten Tests aus dem Follow-Up-Test. Die Beziehung der abhängigen Interessens- und Leistungsvariablen wird ebenfalls untersucht. Das handlungs- und themenspezifische situationale Interesse korreliert schwach mit der aus den Sitzungen erhobenen Lernleistung ($.15 \leq r \leq .22$).

¹Gemäß Cohen (1988) geht man bei einem Korrelationskoeffizienten nach Pearson von $r = .10$ von geringen Zusammenhängen, bei $r = .30$ von mittleren und bei $r \geq .50$ von starken Zusammenhängen aus.

12 Wirkungen kontextorientierten Lernens

Um die Wirkungen kontextorientierten Lernens (fachlicher versus lebensweltlicher Kontext) zu untersuchen werden für die aus den Sitzungen begleitend erhobenen Variablen, d.h. das situationale Interesse und die themenspezifische Leistung, Kovarianzanalysen mit der Lerngruppe als Zufallsfaktor durchgeführt. Für die aus den Post- und Follow-Up-Tests erhaltenen Daten werden Kovarianzanalysen mit Messwiederholung (Zeit als Messwiederholungsfaktor) durchgeführt. Somit kann für jeden Test festgestellt werden, ob es Haupt- und Interaktionseffekte bezüglich des Faktors Kontextorientierung oder des Faktors Zeit gibt, d.h. ob es Veränderungen vom Post- zum Follow-Up-Messzeitpunkt gibt. Zusätzlich werden Kovarianzanalysen zur Aufklärung von Moderationseffekten durchgeführt. In alle Kovarianzanalysen gehen neben den Interessens- bzw. Leistungsmaßen als abhängige Variablen die Lerngruppe als geschachtelter Faktor und die Biologienote und die extrinsische Motivation als Kovariaten ein.

12.1 Effekte auf das situationale Interesse

Die Analysen zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse erbringen folgende Ergebnisse: Für das themenspezifische situationale Interesse zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Lernenden, die mit einem fachlichen Kontext lernen ($M = 2.61$, $SD = 0.74$) und solchen, die mit einem lebensweltlichen Kontext lernen ($M = 2.69$, $SD = 0.71$). Das gleiche Ergebnismuster zeigt sich auch für das handlungsorientierte situationale Interesse: Lernende, deren Aufgabenstellungen einen lebensweltlichen Bezug aufweisen ($M = 3.18$, $SD = 0.52$) zeigen nicht bedeutsam mehr Interesse an dem Bau des Funktionsmodells als Lernende, deren Aufgabenstellungen einen fachlichen Bezug haben ($M = 3.08$, $SD = 0.53$).

Das Ergebnis, dass durch lebensweltliche Kontexte keine bedeutsame Steigerung des situationalen Interesses möglich ist, ist konträr zu den Erwartungen und wird daher ge-

nauer untersucht. Es werden Moderatoranalysen mit möglichen Moderatorvariablen wie dem biologiespezifischen Interesse und anderen im Prätest erhobenen motivationalen Variablen sowie dem Interesse an den eingesetzten Themen und Kontexten durchgeführt. Besteht eine signifikante Interaktion zwischen den potentiellen Moderatorvariablen und der unabhängigen Variable – in diesem Fall der Kontextorientierung – so kann davon ausgegangen werden, dass diese Variablen den Einfluss kontextorientierten Lernens moderieren. Sofern dies zutrifft, können post hoc über eine Kategorisierung der Moderatorvariable (z.B. Mediansplit) bedingte Haupteffekte berechnet werden, um zu bestimmen, innerhalb welcher Ausprägung des Moderators ein Effekt zu verzeichnen ist.

Tabelle 12.1: Zellenbelegung (n Schüler) und dazugehörige Mittelwerte (Standardabweichungen) des Interesses an den eingesetzten lebensweltlichen Kontexten

Interesse Kontext	Kontextorientierung					
	Fachlich	n	Lebensweltlich	n	Gesamt	n
Niedrig	2.30 (0.44)	61	2.14 (0.50)	63	2.22 (0.47)	124
Hoch	3.22 (0.29)	60	3.27 (0.39)	64	3.25 (0.34)	124
Gesamt	2.76 (0.59)	121	2.71 (0.72)	127	2.74 (0.66)	248

Mit Ausnahme des zum Follow-Up-Messzeitpunkt erhobenen Interesses an den in der Intervention eingesetzten lebensweltlichen Kontexten zeigt sich für keine der geprüften Moderatorvariablen ein Interaktionseffekt mit der Kontextorientierung. Um auszuschließen, dass das Interesse an den eingesetzten Kontexten aufgrund der Treatmentzugehörigkeit, d.h. der in der Intervention eingesetzten fachlichen und lebensweltlichen Kontexte, unterschiedlich stark in den Untersuchungsgruppen ausgeprägt ist, wird ein t -Test durchgeführt, welcher zeigt ($t(246) < 1$), dass der Mittelwert des Interesses an den eingesetzten Kontexten in der Bedingung mit lebensweltlichen Kontexten ($M = 2.72$, $SD = 0.72$) nicht höher liegt als in der Bedingung mit fachlichen Kontexten ($M = 2.76$, $SD = 0.59$). Die Lernenden der Untersuchungsbedingung mit lebensweltlichen Kontexten scheinen also nicht durch die sechs Monate vor der im Follow-Up-Test durchgeführten Interessenserhebung stattfindende Intervention beeinflusst zu sein.

Die Kovarianzanalysen zeigen für das handlungsorientierte situationale Interesse einen Interaktionseffekt des Interesses an den eingesetzten Kontexten mit der Kontextorientierung ($F(13,141) = 2.74$, $p < .01$, $\eta^2 = .201$). Für das Interesse an den eingesetzten Kontexten wird daraufhin ein Mediansplit durchgeführt; die daraus resultierenden Zel-

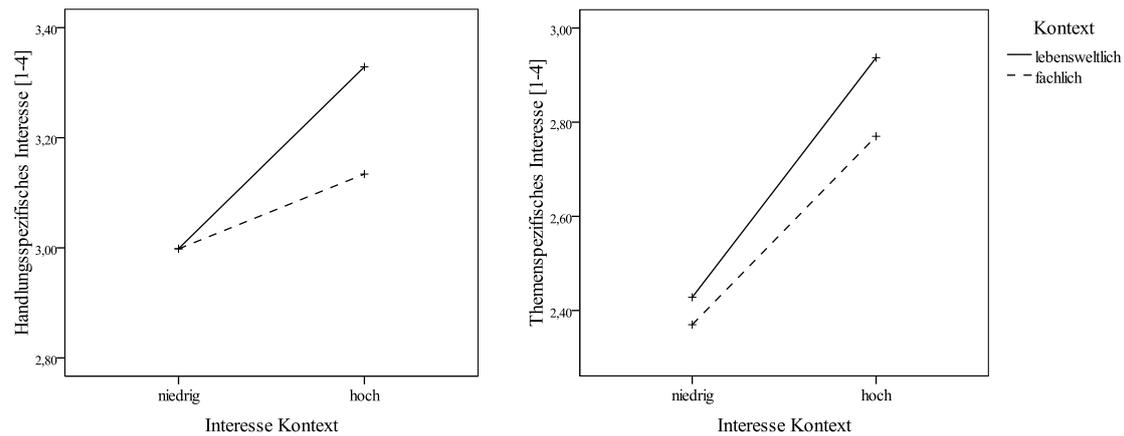


Abbildung 12.1: Moderationseffekt des Interesses am Kontext zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf das handlungs- und themenspezifische Interesse

lenbesetzungen und die dazu gehörenden deskriptiven Statistiken sind in Tabelle 12.1 dargestellt. Bei Betrachtung von Lernenden mit einem hohen Interesse an den eingesetzten Kontexten deutet sich an, dass diejenigen, die mit lebensweltlichen Kontexten lernen, ein höheres handlungsorientiertes situationales Interesse ($M = 3.33$, $SD = 0.42$) aufweisen als Lernende, die mit fachlichen Kontexten lernen ($M = 3.13$, $SD = 0.55$). Dieser Effekt lässt sich in einer Analyse zur Aufdeckung der bedingten Haupteffekte jedoch nicht statistisch absichern. Der Moderationseffekt für das themenspezifische situationale Interesse ist nur auf dem 10 %-Niveau signifikant ($F(13,141) = 1.36$, $p < .10$, $\eta^2 = .111$). Der bedingte Haupteffekt deutet wieder an, dass der Effekt nur für die Gruppe an hoch interessierten Schülern zutrifft, ist allerdings nicht von statistischer Bedeutsamkeit. Die Ergebnisse zum moderierenden Einfluss des Interesses an den eingesetzten Kontexten sind in Abbildung 12.1 dargestellt. Wie die Grafen zeigen, ist das situationale Interesse in der Bedingung mit lebensweltlichem Kontext jeweils höher. Es scheint, dass nur bei hohem Interesse an den eingesetzten Kontexten durch das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten ein höheres situationales Interesse zu verzeichnen ist.

12.2 Effekte auf die Lernleistung

Die Haupt- und Moderationseffekte kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung sind im Folgenden dargestellt. Da sich für die beiden im Fachwissenstest eingesetzten Subskalen Reproduktion und Anwendung in allen nachfolgenden Analysen keine unterschiedlichen Ergebnisse zeigen, werden diese beiden Subskalen zu einer Skala, die das

Fachwissen abbildet, zusammengefasst. Dies lässt sich auch über die hohen Korrelationen der beiden Subskalen rechtfertigen (siehe Tabelle 11.2). Die deskriptiven Ergebnisse der Leistungsmaße sind aufgeteilt nach der unabhängigen Variable Kontextorientierung in Tabelle 12.2 aufgeführt, wobei die Leistungsdaten aus Post- und Follow-Up-Test arithmetisch gemittelt sind.

Tabelle 12.2: Mittelwerte (Standardabweichungen) der Leistungsmaße aufgeteilt nach der unabhängigen Variable Kontextorientierung

Merkmal	Kontextorientierung	
	Fachlich	Lebensweltlich
Themenspez. Wissen	72.60 (12.32)	74.22 (11.69)
Fachwissen	63.96 (12.25)	65.28 (12.01)
Vernetzungsleistung	32.73 (18.84)	36.12 (17.81)

Obwohl das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten auf deskriptiver Ebene in allen eingesetzten Skalen zu einer höheren Lernleistung zu führen scheint als das Lernen mit rein fachlichen Kontexten, ist dieser Unterschied für die themenspezifische Leistung statistisch nicht abzusichern. Für das Fachwissen zeigt sich ebenfalls kein Haupteffekt für den Faktor Kontextorientierung, kein Haupteffekt für den Faktor Messzeitpunkt und auch kein Interaktionseffekt. Das bedeutet, dass das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten dem Lernen mit fachlichen Kontexten in der untersuchten Lernumgebung bezüglich der Lernleistung nicht bedeutsam überlegen ist. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass sich die Posttestleistungen nicht von den Follow-Up-Testleistungen unterscheiden, d.h. es ist kein signifikanter Wissensverfall innerhalb von sechs Monaten zu verzeichnen (siehe dazu Abbildung 12.2). Für die Vernetzungstests im Post- und Follow-Up-Test ergibt die Kovarianzanalyse mit Messwiederholung das folgende Ergebnis: Es zeigt sich kein Haupteffekt der Kontextorientierung, jedoch ein marginal signifikanter Haupteffekt für den Messzeitpunkt ($F(1,169) = 2.93, p < .10, \eta^2 = .017$) und ein marginal signifikanter Interaktionseffekt ($F(1,169) = 3.57, p < .10, \eta^2 = .021$) dergestalt, dass der Wissensverfall in der Untersuchungsgruppe mit fachlichem Kontext größer ist. Insgesamt lässt sich also festhalten, dass sowohl für das Fachwissen als auch die Vernetzungsleistung keine Haupteffekte für die Kontextorientierung festzustellen sind, d.h., obwohl Lernende in den Untersuchungsgruppen mit lebensweltlicher Kontextorientierung auf deskriptiver Ebene bessere Leistungen erzielen als Lernende, die mit fachlichen Kontexten lernen,

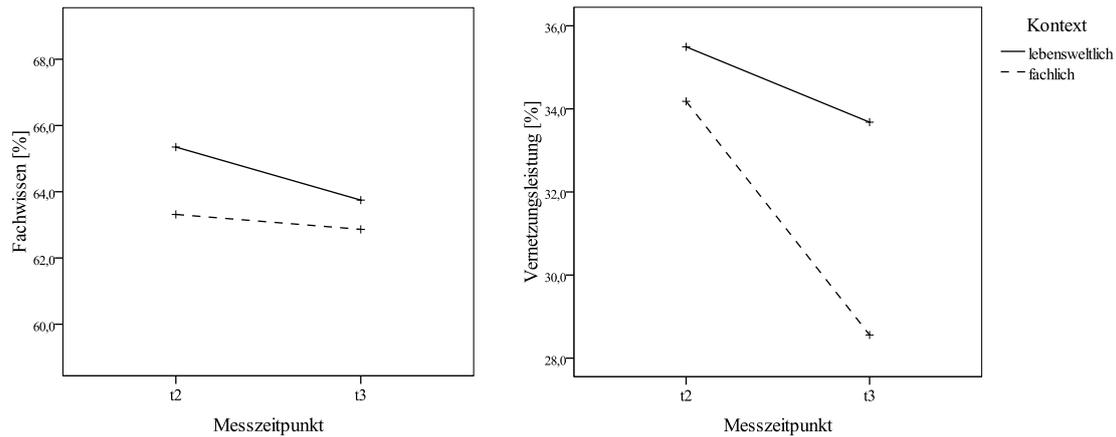


Abbildung 12.2: Einfluss der Kontextorientierung auf das Fachwissen und die Vernetzungsleistung zum Post- und Follow-Up-Test

ist dieser Unterschied für keines der eingesetzten Messinstrumente von statistischer Bedeutsamkeit. Außerdem zeigt sich für das Fachwissen kein Interaktionseffekt mit dem Messzeitpunkt, für die Vernetzungsleistung zeigt sich lediglich ein marginal signifikanter Unterschied dergestalt, dass der Wissensverfall für das Treatment mit fachlichen Kontexten stärker ausgeprägt ist.

Aufgrund des moderierenden Einflusses des Interesses an den eingesetzten Kontexten bezüglich der Wirkung kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse, wird dieser Moderationseffekt auch für die Lernleistung geprüft. Für die themenspezifische Leistung ist der Moderationseffekt marginal signifikant ($F(13,141) = 1.59, p < .10, \eta^2 = .128$), allerdings zeigen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede bei Betrachtung der einzelnen Gruppen (hohes Interesse an den Kontexten versus niedriges Interesse an den Kontexten). Für das Fachwissen und die Vernetzungsleistung zeigt sich kein Moderationseffekt durch das Interesse an den eingesetzten Kontexten.

12.3 Effekte auf das gezeigte Lernverhalten – Videoanalyse

Um neben den nach den Sitzungen und in Post- und Follow-Up-Tests erhobenen Daten weiteren Aufschluss über den Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung zu erhalten, werden die erhobenen Videodaten analysiert. Insgesamt 96 Schüler werden über die fünf Sitzungen hinweg videografiert, wovon die Hälfte der Untersuchungsbedingung mit lebensweltlichen Kontexten angehört.

Tabelle 12.3: Übersicht über die kodierten Aussagenkategorien

Aussagenkategorie	Beispielaussage
Fachinhalte	Das Herz ist ein Hohlmuskel.
Kontexte	Beim Sport, also wenn ich mich anstrenge, ist das auch so.
Verknüpfung von Fachinhalt und Kontext	Wenn du dir in den Finger, also in eine Kapillare, schneidest, fließt das Blut langsam.
Bau Funktionsmodell	Die Murmel muss in den Trichter.

Auf deskriptiver Ebene zeigt sich, dass im Mittel pro Sitzung 24.05 ($SD = 14.98$) Redeanteile, d.h. gesprochene, inhaltlich zu trennende Sinneinheiten, gemessen werden, wovon 19.52 ($SD = 12.20$) Aussagen sind. Die Anzahl der mündlichen Beiträge unterscheidet sich nicht zwischen den Untersuchungsgruppen. Für die formulierten Aussagen werden folgende Kategorien gebildet: Aussagen zu Fachinhalten, Aussagen zu Kontexten, Aussagen zum Bau des jeweiligen Funktionsmodells und Aussagen zur Vernetzung von Fachinhalt und Kontext (siehe Tabelle 12.3). Die Verteilung dieser vier Aussagentypen ist in Abbildung 12.3 aufgeteilt nach den beiden Untersuchungsgruppen dargestellt. Wie zu sehen ist, stehen Aussagen zum Bau des Funktionsmodells im Vordergrund, Aussagen zu Kontexten kommen in beiden Untersuchungsbedingungen eher selten vor.

Mittels Varianzanalysen wird geprüft, ob sich die beiden Untersuchungsgruppen hinsichtlich der Anzahl an Aussagen zu bestimmten Bereichen unterscheiden. Signifikante Gruppenunterschiede zeigen sich für die Kategorie Anzahl der Aussagen zu Kontexten ($F(1,66) = 7.66$, $p < .005$, $\eta^2 = .104$) dergestalt, dass Schüler, die mit lebensweltlichen Kontexten lernen, ungefähr doppelt so viele Aussagen zu Kontexten machen ($M = 0.47$, $SD = 0.60$) wie Schüler, die mit fachlichen Kontexten lernen ($M = 0.23$, $SD = 0.53$). Ein signifikanter Unterschied ergibt sich auch für die Anzahl an Aussagen zur Verknüpfung von Fachinhalten und Kontexten ($F(1,66) = 5.13$, $p < .05$, $\eta^2 = .072$) derart, dass Schüler, die mit lebensweltlichen Kontexten lernen, mehr Aussagen zur Verknüpfung von fachlichen und kontextuellen Aussagen machen ($M = 0.58$, $SD = 0.99$) als Schüler, die mit fachlichen Kontexten lernen ($M = 0.29$, $SD = 0.82$). Insgesamt ist zu beachten, dass in beiden Untersuchungsbedingungen relativ wenige Aussagen in Verbindung mit Kontexten getroffen werden. Das Ergebnis, dass Lernende der Bedingung mit lebensweltlichen Kontexten häufiger über Kontexte sprechen als die Schüler der Bedingung mit fachlichen Kontexten belegt, dass die Lernenden sich auch tatsächlich wie mit dem

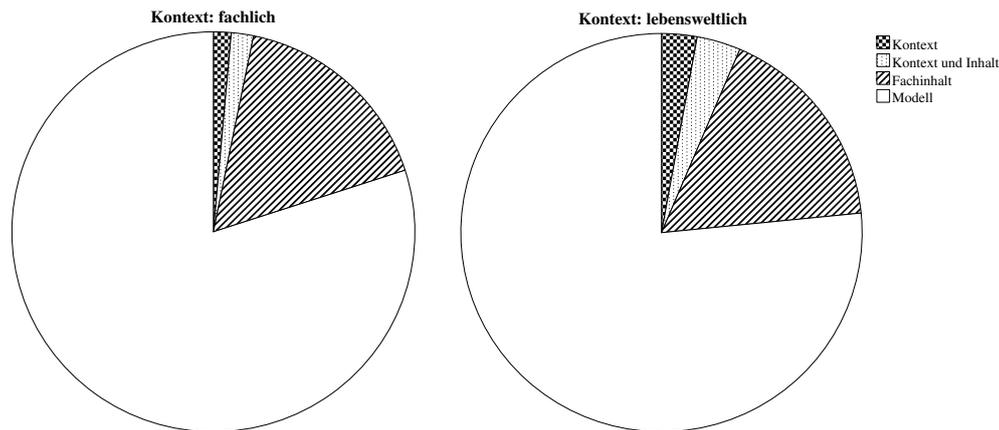


Abbildung 12.3: Anzahl der Aussagen, kategorisiert nach Inhalt und aufgeteilt nach Untersuchungsgruppe

Untersuchungsdesign intendiert mit den Lernmaterialien beschäftigen. Keine signifikanten Gruppenunterschiede zeigen sich für die Anzahl an Aussagen zu Fachinhalten oder zum Aufbau des Funktionsmodells.

Zur Überprüfung möglicher Zusammenhänge der prozessbegleitenden Videoanalyse und der papierbasierten Daten werden bivariate Korrelationen berechnet. Diese sind in Tabelle 12.4 dargestellt und zeigen, dass das handlungsorientierte Interesse mit der Anzahl an Aussagen zum Modellbau positiv korreliert. Das themenspezifische Interesse und die themenspezifische Leistung, die jeweils direkt nach den Sitzungen erhoben werden, sowie das Fachwissen und die Vernetzungsleistung korrelieren nur mit Aussagen, die sich auf die Fachinhalte der Sitzungen beziehen, positiv und von statistischer Bedeutsamkeit. Zusätzlich zeigt sich eine positive Korrelation der Vernetzungsleistung und der Anzahl an Aussagen, in denen Kontexte in Zusammenhang mit Fachinhalten gebracht werden, d.h. die mündlich geäußerte Vernetzung von Fachinhalten und Kontexten steht in einem positiven Zusammenhang zu der schriftlich erfassten Vernetzung von Fachinhalten. Keine weiteren Zusammenhänge lassen sich zwischen der Anzahl der getroffenen Aussagen zu Kontexten und Interessens- oder Leistungsdaten herstellen. Bei getrennter Betrachtung der einzelnen Untersuchungsgruppen zeigen sich für die Untersuchungsbedingung mit lebensweltlichen Kontexten zusätzlich positive Korrelationen zwischen der Anzahl an Aussagen zu Kontexten ($.42 \leq r \leq .49$; $p < .01$) bzw. Aussagen, in denen Kontexte und Fachinhalte verknüpft werden ($.34 \leq r \leq .52$; $p < .01$) und allen eingesetzten Leistungsmaßen. Diese Zusammenhänge sind für die Untersuchungsbedingung mit fachlichen Kontexten nicht nachzuweisen, d.h. nur sofern mit lebensweltlichen Kontexten gelernt

wird, ergibt sich ein Zusammenhang der Anzahl der Aussagen zu Kontexten und der Lernleistung.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass es keine Leistungsunterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen gibt und die Schüler der Untersuchungsgruppe mit lebensweltlichen Kontexten auch nicht mehr über die Fachinhalte sprechen, jedoch mehr über Kontexte. Über beide Untersuchungsbedingungen hinweg hängen die Lernleistung und das situationale Interesse nur mit der Anzahl an fachlichen Aussagen zusammen und nicht mit den kontextuellen Aussagen. Bei Betrachtung von Schülern, die mit lebensweltlichen Kontexten lernen, ergibt sich außerdem ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Aussagen zu Kontexten und der Lernleistung. Um mehr Aufschluss zum Einfluss der Häufigkeit der Aussagen auf die Lernleistung zu erhalten würden sich Mediationsanalysen mit z.B. dem Sobel-Test anbieten, welche allerdings nur durchgeführt werden können, sofern ein Einfluss der Prädiktorvariable, in diesem Fall der Kontextorientierung, auf die abhängige Variable, in diesem Fall die Lernleistung, vorliegt (Baron & Kenny, 1986), was auf die vorliegenden Daten nicht zutrifft.

Tabelle 12.4: Korrelationen der prozessbegleitenden Videodaten mit den papierbasierten Daten zu Interesse und Leistung

Merkmal	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Videodaten								
(1) Aussagen Fachinhalt								
(2) Aussagen Kontext	.27**							
(3) Aussagen Fachinhalt + Kontext	.27**	.85**						
(4) Aussagen Funktionsmodell	.49**	.15	.04					
Situationalles Interesse								
(5) Handlungsorientiertes Interesse	.10	.00	.02	.27**				
(6) Themenspezifisches Interesse	.08	-.07	-.04	.05	.62**			
Leistung								
(7) Themenspezifisches Wissen	.44**	.15	.11	.36**	.28**	.16		
(8) Fachwissen	.43**	.17	.14	.39**	.35**	.23*	.79**	
(9) Vernetzungsleistung	.45**	.18	.22*	.37**	.25*	.28**	.69**	.72**

* $p < .05$, ** $p < .01$

13 Wirkungen der Art der Wiederholung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zum Einfluss der Art der Wiederholung auf die Lernleistung dargestellt. In einem ersten Schritt wird untersucht, ob sich die Qualität der Wiederholungsart zwischen den Untersuchungsbedingungen (Zusammenfassung versus Concept Map) unterscheidet. Anschließend wird der Zusammenhang der Qualität der Art der Wiederholung mit der Lernleistung in einer schrittweisen Regressionsanalyse geprüft. Diese beiden Analysen werden auf Lerngruppenebene durchgeführt, da die Zusammenfassungen und Concept Maps als Produkt der kooperativen Wiederholungsphase entstehen und somit auch das Maß zur Qualität der Wiederholungsart auf Lerngruppenebene vorliegt. Für die anderen auf Individualebene erhobenen Variablen, die in diese Analysen eingehen, werden dazu pro Lerngruppe Mittelwerte gebildet. Außerdem werden Analysen auf Individualebene zum Einfluss der Art der Wiederholung auf die Lernleistung durchgeführt, wofür wie auch im vorigen Kapitel die Lerngruppe als geschachtelter Faktor und die Biologienote sowie die extrinsische Motivation als Kovariaten behandelt werden.

13.1 Qualität der Art der Wiederholung

Die Qualität der erstellten Zusammenfassungen bzw. Concept Maps ist über den prozentualen Mittelwert der über die fünf Sitzungen hinweg generierten Relationen definiert. Da die Zusammenfassungen bzw. Concept Maps in Lerngruppen erstellt werden, d.h. keine Individualdaten für die Qualität verfügbar sind, wird die Analyse zur Qualität der in den einzelnen Treatments erstellten Wiederholungen auf Lerngruppenebene durchgeführt. Eine univariate Kovarianzanalyse mit der Biologienote und der extrinsischen Motivation als Kovariaten zeigt, dass die Qualität der Concept Maps höher ist als die der Zusammenfassungen ($F(1,73) = 155.15$, $p < .001$, $\eta^2 = .680$). Das heißt, die in den Lerngruppen erstellten Concept Maps ($M = 45.75$, $SD = 11.25$) enthalten mehr inhalt-

lich richtige Relationen als die kooperativ erstellten Zusammenfassungen ($M = 13.67$, $SD = 13.04$).

13.2 Qualität der Wiederholung als Prädiktor für die Lernleistung

Die kognitiven Fähigkeiten, die Schulleistung und das Vorwissen können als Prädiktoren für die Lernleistung angenommen werden, wie die Korrelationen auf Individualebene in Tabelle 11.2 zeigen. Ob die Qualität der Wiederholung (gemessen als Anzahl richtiger Relationen) zusätzlich zu diesen Prädiktoren einen Einfluss auf die Lernleistung ausübt, wird mittels einer schrittweisen Regressionsanalyse geprüft. Die Analysen zur Lernleistung werden in diesem Fall ausschließlich mit den aus den fünf Sitzungen gewonnenen Leistungsdaten durchgeführt, was sich aus methodischer Perspektive deshalb anbietet, weil sowohl das Qualitätsmaß als auch das Leistungsmaß pro Sitzung vorliegen. Dazu werden für die themenspezifische Leistung sowie die Prädiktorvariablen pro Lerngruppe Mittelwerte gebildet, um für die schrittweise Regressionsanalyse Variablen auf Lerngruppenebene zu erhalten. Der Zusammenhang des Qualitätsmaßes und der Lernleistung wird also geprüft, nachdem die Effekte möglicher anderer Prädiktorvariablen (in diesem Fall das Treatment, die Biologienote, das Vorwissen und die kognitiven Fähigkeiten) statistisch entfernt wurden. Obwohl die Anzahl an Lerngruppen ($N = 77$) unter der empfohlenen Grenze des Verhältnisses von Fällen und Prädiktorvariablen liegt ($N \geq 50 + 8m$, wobei m die Anzahl der unabhängigen Variablen; siehe Tabachnick & Fidell, 2007), werden alle verfügbaren Prädiktoren für die Lernleistung in die Analyse mit aufgenommen.

In Tabelle 13.1 sind die Korrelationen nullter Ordnung auf Lerngruppenebene sowie die unstandardisierten Koeffizienten (B), die standardisierten Koeffizienten (β) und die inkrementellen quadrierten semipartiellen Korrelationen (sr^2) angegeben, nachdem alle Prädiktoren in das Modell eingegeben wurden. Die multiple Korrelation weist einen Wert von $R = .72$ mit $R^2 = .53$ und adjustiertem $R^2 = .49$ auf. Das zusätzliche Hinzufügen der Variable Qualität der Wiederholung im zweiten Schritt der sequentiellen Regression liefert einen statistischen Anstieg in R^2 ($F(1,71) = 7.63$, $p < .01$), was zeigt, dass die Qualität der Wiederholung mit einer Varianzaufklärung der Lernleistung von 5 % zusätzlich zum Treatment, der Biologienote, dem Vorwissen und den kognitiven Fähigkeiten einen statistisch signifikanten Einfluss auf die nach den fünf Sitzungen erhobene themenspezifische Leistung nimmt.

Tabelle 13.1: Sequentielle Regressionsanalyse der Wiederholungsqualität und anderer Prädiktorvariablen auf die Leistung

	Qualität	Treatment	Note	Vorwissen	KFT	Konstante
Leistung	.41**	.20*	.08	.62**	.42**	
Qualität		.80**	.02	.30**	.07	
Treatment			-.25*	.10	-.03	
Note				.18	.28**	
Vorwissen					.28**	
B	0.193	3.913	2.332	0.543	0.567	3.061
SE von B	0.070	2.784	1.529	0.110	0.165	9.769
β	.429	-.218	.143	.450	.302	
sr^2	.051	.013	.016	.163	.080	

* $p < .05$, ** $p < .01$

13.3 Effekte auf die Lernleistung

Wie gezeigt, nimmt die Qualität der Wiederholungsmaßnahme einen bedeutsamen Einfluss auf die Lernleistung. Neben dem Zusammenhang der Qualität der Wiederholung und der Lernleistung interessiert weiterhin, ob die Art der Wiederholung einen Einfluss auf die Lernleistung, insbesondere auch auf die Vernetzungsleistung, ausübt. Die Analysen und Ergebnisse zur Aufklärung dieser Frage sind in Absatz 13.3.1 dargestellt. Schließlich wird untersucht, welchen Einfluss die kognitiven Fähigkeiten auf diesen Zusammenhang ausüben und ob die Lerngruppenzusammensetzung in Abhängigkeit der kognitiven Fähigkeiten weitere Aufklärung zur Wirkung der Art der Wiederholung geben kann (siehe dazu Absatz 13.3.2). Die Analysen werden auf Individualebene durchgeführt, unter Berücksichtigung der Lerngruppe als geschachteltem Faktor sowie der Biologienote und der extrinsischen Motivation als Kovariaten. Für die themenspezifische Leistung werden Kovarianzanalysen mit der Lerngruppe als Zufallsfaktor, für die aus den Post- und Follow-Up-Tests erhaltenen Daten werden Kovarianzanalysen mit Messwiederholung (Messzeitpunkt als Messwiederholungsfaktor) durchgeführt.

13.3.1 Haupteffekte

Der Effekt der Art der Wiederholung auf die Lernleistung, d.h., ob kooperatives Schreiben von Zusammenfassungen und kooperatives Concept Mapping sich unterschiedlich auf die Lernleistung auswirken, wird mit Kovarianzanalysen getestet. Die deskriptiven Ergebnisse der Leistungsmaße sind aufgeteilt nach der Art der Wiederholung in Tabelle 13.2 dargestellt.

Tabelle 13.2: Mittelwerte (Standardabweichungen) der Leistungsmaße aufgeteilt nach der unabhängigen Variable Art der Wiederholung

Merkmal	Art der Wiederholung	
	Zusammenfassung	Concept Map
Themenspez. Wissen	72.19 (13.23)	74.69 (10.53)
Fachwissen	63.80 (13.01)	65.49 (11.13)
Vernetzungsleistung	32.96 (20.17)	35.98 (16.26)

Die Analyse zum Einfluss der Art der Wiederholung auf die themenspezifische Leistung ergibt, dass Lernende, die kooperativ Concept Maps erstellen, nach den Sitzungen jeweils besser abschneiden als Lernende, die kooperativ Zusammenfassungen schreiben ($F(1,85.50) = 5.22$, $p < .05$, $\eta^2 = .058$). Für das Fachwissen zeigt sich ein signifikanter Haupteffekt für die Art der Wiederholung ($F(1,169) = 7.12$, $p < .005$, $\eta^2 = .040$) zugunsten des Concept Mappings. Keine Effekte zeigen sich für den Messzeitpunkt oder die Interaktion von Messzeitpunkt und Art der Wiederholung. Das kooperative Concept Mapping führt demnach zu einem höheren Fachwissen als das kooperative Schreiben von Zusammenfassungen und das Wissen scheint über die sechs Monate bis zum Follow-Up-Messzeitpunkt relativ stabil zu bleiben, wie der nicht erbrachte Haupteffekt für die Zeit zeigt. Keine Veränderung zeigt sich außerdem zwischen den Untersuchungsbedingungen und dem Messzeitpunkt (siehe Abbildung 13.1). In dem Vernetzungstest schneiden Lernende, die Concept Maps erstellen, besser ab als Lernende, die Zusammenfassungen schreiben ($F(1,169) = 9.64$, $p < .005$, $\eta^2 = .054$). Zusätzlich ist ein marginal signifikanter Effekt über die Zeit zu verzeichnen ($F(1,169) = 2.91$, $p < .10$, $\eta^2 = .017$), der jedoch nicht mit dem Treatment interagiert. Die Ergebnisse zeigen, dass kooperatives Concept Mapping dem kooperativen Schreiben von Zusammenfassungen bezüglich der Wirkungen auf die Lernleistung in allen eingesetzten Messinstrumenten überlegen ist, wobei die Effektstärken im geringen bis mittleren Bereich liegen.

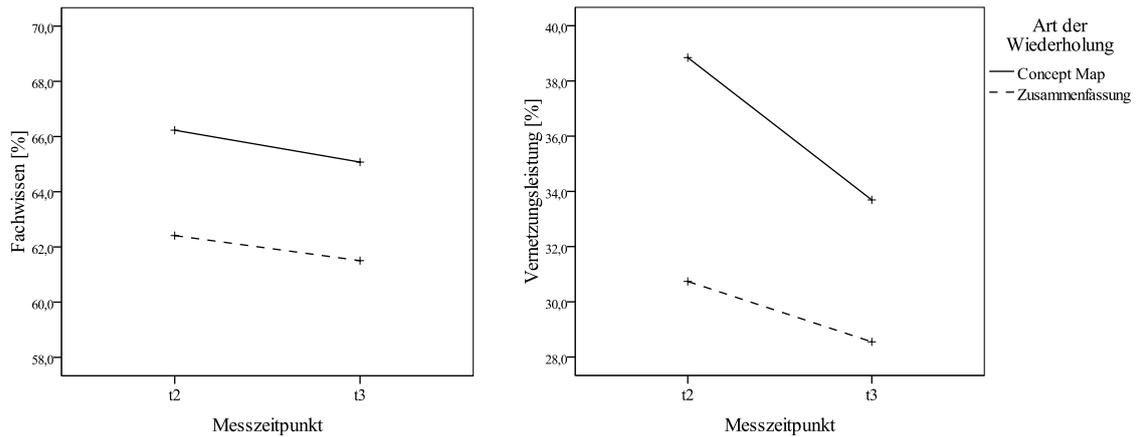


Abbildung 13.1: Einfluss der Art der Wiederholung auf das Fachwissen und die Vernetzungsleistung zum Post- und Follow-Up-Messzeitpunkt

13.3.2 Moderationseffekte und Subanalysen

Concept Maps und schriftliche Zusammenfassungen unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht. Ein bedeutender Unterschied ist das grafische Darstellungsformat von Concept Maps, welches besonders für Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten vorteilhaft wirken sollte (siehe dazu Absatz 3.2.1). Daher wird im Folgenden untersucht, welchen Einfluss die kognitiven Fähigkeiten auf die Wirkungen der Art der Wiederholung haben. Beim kooperativen Lernen sollte neben den kognitiven Voraussetzungen der einzelnen Lernenden die Zusammensetzung innerhalb der Lerngruppe von Bedeutung sein. Folglich wird untersucht, ob die Gruppenzusammensetzung einen moderierenden Einfluss auf die Wirkung der Art der Wiederholung hat.

Kognitive Fähigkeiten als Moderator

Um den erwarteten Moderationseffekt der kognitiven Fähigkeiten auf den Einfluss der Art der Wiederholung bezüglich der Lernleistung zu untersuchen, werden Kovarianzanalysen auf Individualebene durchgeführt. Dazu werden die Lernenden in Schüler mit hohen kognitiven Fähigkeiten und solche mit niedrigen kognitiven Fähigkeiten eingeteilt. Die Einteilung der Lernenden wird derart bewerkstelligt, dass alle Zellen möglichst gleich stark besetzt sind, wie in Tabelle 13.3 (Zellenbelegung und kognitive Fähigkeitswerte der Lernenden in den einzelnen Untersuchungsgruppen) dargestellt ist.

Kovarianzanalysen mit der unabhängigen Variable Art der Wiederholung und den kognitiven Fähigkeiten als mögliche Moderatorvariable zeigen einen Interaktionseffekt für

die direkt nach den Sitzungen gemessene Leistung ($F(1,167) = 8.58, p < .005, \eta^2 = .049$) und die Leistung im Vernetzungstest ($F(1,167) = 8.98, p < .005, \eta^2 = .051$). Für das Fachwissen zeigen sich keine signifikanten Interaktionseffekte.

Tabelle 13.3: Zellenbelegung (n Schüler) und dazugehörige Mittelwerte (Standardabweichungen) der kognitiven Fähigkeiten

Kognitive Fähigkeiten	Art der Wiederholung					
	Zsfg.	n	CM	n	Gesamt	n
Niedrig	41.24 (4.23)	64	42.42 (4.14)	62	41.33 (4.17)	126
Hoch	52.46 (3.72)	61	52.13 (3.65)	61	52.30 (4.17)	122
Gesamt	46.72 (6.89)	125	46.73 (6.63)	123	46.72 (6.75)	248

Mittels Analysen zur Aufdeckung der bedingten Haupteffekte wird untersucht, ob die Moderation in der erwarteten Richtung auftritt. Die zu diesen Analysen deskriptiven Statistiken der Lernenden geringer und hoher kognitiver Fähigkeiten aus beiden Untersuchungsgruppen sind in Tabelle 13.4 dargestellt. Die Analysen zeigen jeweils nur in der Gruppe der Lernenden mit geringen kognitiven Fähigkeiten signifikante Effekte. Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten, die kooperativ Concept Maps erstellen, schneiden in den Leistungstests direkt nach den Sitzungen besser ab als Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten, die kooperativ Zusammenfassungen erstellen ($F(1,167) = 22.49, p < .001, \eta^2 = .119$). Dieses Ergebnis zeigt sich auch für das Fachwissen ($F(1,167) = 8.75, p < .005, \eta^2 = .050$) und die Vernetzungsleistung ($F(1,167) = 19.35, p < .001, \eta^2 = .104$). Das heißt, Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten profitieren vom kooperativen Erstellen von Concept Maps.

Tabelle 13.4: Mittelwerte (Standardabweichungen) der Leistungsmaße, aufgeteilt nach kognitiven Fähigkeiten und Art der Wiederholung

Merkmal	Geringe kognitive Fähigkeiten		Hohe kognitive Fähigkeiten	
	Zsfg.	CM	Zsfg.	CM
Themenspez. Wissen	66.85 (12.49)	73.23 (10.82)	77.79 (11.64)	76.18 (10.09)
Fachwissen	59.20 (12.33)	63.05 (10.22)	68.63 (12.00)	67.98 (11.55)
Vernetzungsleistung	24.32 (14.97)	36.76 (17.58)	42.03 (21.03)	38.25 (14.60)

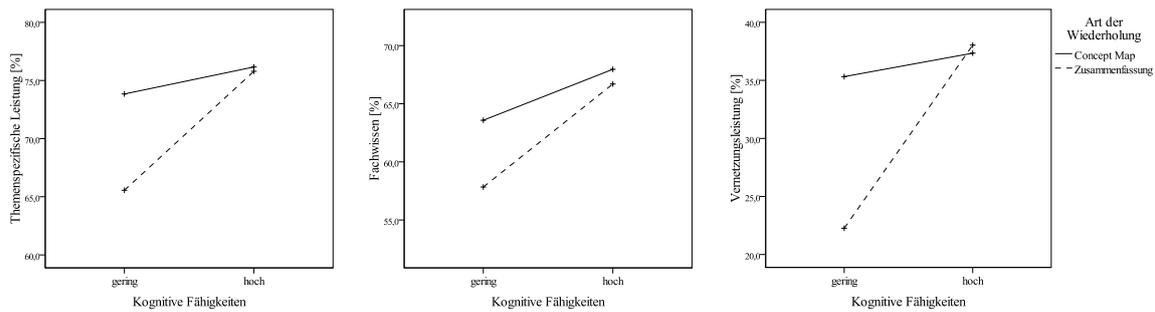


Abbildung 13.2: Einfluss kognitiver Fähigkeiten auf den Effekt der Art der Wiederholung bezüglich der Lernleistung

Die Ergebnisse dieser Moderatoranalysen sind in Abbildung 13.2 grafisch dargestellt. In allen Grafen ist ein Interaktionseffekt zu erkennen, der für die Vernetzungsleistung mit ungefähr 10 %-Punkten Unterschied in den berechneten bedingten Haupteffekten am größten ist.

Gruppenzusammensetzung als Moderator für Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten

Aufgrund des gewählten kooperativen Settings und der hier dargestellten Moderation der kognitiven Fähigkeiten auf den Effekt der Wiederholungsart liegt die Frage auf der Hand, welchen Einfluss die Lerngruppenzusammensetzung hat. Es wird vermutet, dass bezüglich des Einflusses der Art der Wiederholung die Gruppenzusammensetzung insbesondere für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten von Bedeutung ist, da – wie vorne dargestellt – der Effekt des Concept Mappings auf diese Lernenden zurückzuführen ist. Mittels Moderatoranalysen soll geprüft werden, ob es bezüglich des Einflusses der Art der Wiederholung auf die Lernleistung für die Lernenden geringer kognitiver Fähigkeiten einen Unterschied macht wie deren Lerngruppen zusammengesetzt sind, d.h., ob sie in Gruppen mit anderen Schülern geringer kognitiver Fähigkeiten zusammengesetzt sind oder ob sie gemeinsam mit Lernenden höherer kognitiver Fähigkeiten lernen.

Für Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten wird dazu in einem ersten Schritt festgestellt, ob sie sich in einer homogenen Lerngruppe (nur Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten) oder einer heterogenen Lerngruppe (auch Lernende mit hohen kognitiven Fähigkeiten, die den anderen Gruppenmitgliedern Hilfestellungen geben können) befinden. Dazu wird jedem Gruppenmitglied eine neue Variable zugewiesen, welche dem höchsten Wert der kognitiven Fähigkeiten eines Gruppenmitgliedes innerhalb einer Gruppe entspricht. Anhand dieser Variable wird eingeteilt, ob die Lernenden mit

Tabelle 13.5: Zellenbelegung (n Schüler) für Art der Wiederholung nach Kategorisierung der Lerngruppen in homogene und heterogene Lerngruppen

Lerngruppen- zusammensetzung	Art der Wiederholung		
	Zsfg.	CM	Gesamt
Homogen	31	31	62
Heterogen	33	31	64
Gesamt	64	62	126

geringen kognitiven Fähigkeiten in homogenen oder heterogenen Gruppen lernen, d.h. höhere Werte weisen die Lernenden heterogenen Lerngruppen zu, niedrige Werte bedeuten, dass die Lernenden sich in homogenen Lerngruppen befinden (siehe Tabelle 13.5 für die Zellenbesetzung nach Zuweisung der Lernenden zu den verschiedenen Arten der Lerngruppenzusammensetzung). Die deskriptiven Statistiken für alle eingesetzten Instrumente zur Leistungsmessung sind aufgetrennt nach diesen Gruppen in Tabelle 13.6 angegeben. Während die Treatmentunterschiede bei heterogen zusammengesetzten Gruppen mit Ausnahme der Vernetzungsleistung nur leicht ausgeprägt sind, zeigen sich bei den homogen zusammengesetzten Lernenden größere Treatmentunterschiede.

Tabelle 13.6: Mittelwerte (Standardabweichungen) der Leistungsmaße, aufgeteilt nach der Art der Lerngruppenzusammensetzung und der Art der Wiederholung

Merkmal	Homogene Lerngruppe		Heterogene Lerngruppe	
	Zsfg.	CM	Zsfg.	CM
Themenspez. Wissen	63.55 (13.76)	73.80 (10.09)	69.96 (10.45)	72.65 (11.64)
Fachwissen	56.41 (13.31)	63.22 (9.93)	61.83 (10.88)	62.88 (10.67)
Vernetzungsleistung	21.18 (13.32)	30.43 (17.42)	27.27 (16.02)	37.10 (17.38)

Für die nach den fünf Sitzungen erfasste themenspezifische Leistung zeigt sich in einer Moderatoranalyse ein signifikanter Interaktionseffekt mittlerer Effektstärke der Lerngruppenzusammensetzung und der Art der Wiederholung ($F(1,57) = 6.47$, $p < .05$, $\eta^2 = .102$). Eine anschließende Analyse zur Aufdeckung der bedingten Haupteffekte zeigt, dass der Effekt der Art der Wiederholung für Lernende geringerer Fähigkeiten in homogen zusammengesetzten Lerngruppen signifikant und von hoher Stärke ist

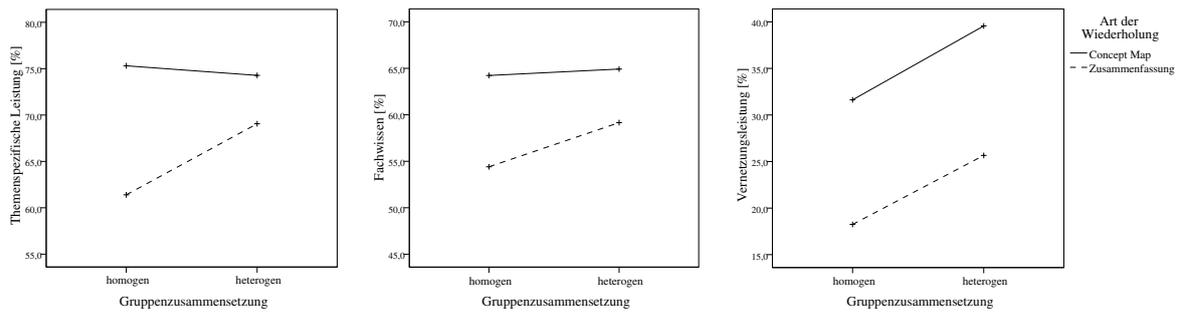


Abbildung 13.3: Einfluss der Gruppenzusammensetzung auf die Leistungseffekte der Art der Wiederholung für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten

($F(1,57) = 28.33, p < .001, \eta^2 = .332$), während der Effekt für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten, die in heterogenen Gruppen lernen, schwächer ausgeprägt ist ($F(1,57) = 4.51, p < .05, \eta^2 = .073$). Das heißt, Lernende mit geringen kognitiven Fähigkeiten profitieren von kooperativem Concept Mapping im Vergleich zu kooperativem Schreiben von Zusammenfassungen am meisten, wenn sie in homogenen Lerngruppen zusammengesetzt sind. Der Effekt der Art der Wiederholung ist für diese Lernenden von hoher Stärke.

Die Moderatoranalysen können für das Fachwissen und die Vernetzungsleistung keine signifikante Interaktion der Moderatorvariable Lerngruppenzusammensetzung und der unabhängigen Variable Art der Wiederholung aufdecken. Bei Betrachtung der bedingten Haupteffekte zeigt sich sowohl für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten in homogen zusammengesetzten Lerngruppen als auch in heterogen zusammengesetzten Gruppen ein Vorteil des Concept Mappings. Diese Effekte sind durchweg alle von mittlerer bis hoher Effektstärke. Für das im Nachhinein erfasste Fachwissen und die Vernetzungsleistung scheint Concept Mapping für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten somit dem Schreiben von Zusammenfassungen überlegen zu sein, unabhängig von der Gruppenzusammensetzung. Eine grafische Darstellung dieser Ergebnisse findet sich in Abbildung 13.3. Hier ist für die themenspezifische Leistung zu sehen, dass der Leistungsunterschied zwischen dem Concept Mapping und dem Schreiben von Zusammenfassungen in den homogen zusammengesetzten Gruppen am größten ist.

14 Interaktionseffekt der Kontextorientierung und der Art der Wiederholung

Wie die Analysen in Absatz 12.2 zeigen, führt das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten nicht zu bedeutsam höheren Lernleistungen als das Lernen mit fachlichen Kontexten. Ob Concept Mapping im Vergleich zum Schreiben von Zusammenfassungen beim Lernen mit lebensweltlichen Kontexten leistungssteigernd wirken kann, wird im Folgenden untersucht. Zur Prüfung der Interaktionshypothese von Kontextorientierung und der Wiederholungsart wird zunächst für die direkt nach den Sitzungen gemessene Lernleistung eine Kovarianzanalyse durchgeführt. In diese Analyse gehen die themenspezifische Leistung als abhängige Variable, die Kontextorientierung und die Art der Wiederholung als unabhängige Variablen, die Lerngruppe als geschachtelter Zufallsfaktor und die beiden Kovariaten Biologienote und extrinsische Motivation ein. Entsprechend werden für die Skalen zur Messung des Fachwissens und der Vernetzungsleistung Kovarianzanalysen mit Messwiederholung berechnet. Außerdem werden geplante Einzelvergleiche (Kontraste) berechnet, um Wirksamkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungsgruppen, die von Interesse sind, zu untersuchen. Im Speziellen sind dies Einzelvergleiche der Untersuchungsgruppen B (lebensweltlicher Kontext und Zusammenfassung) und D (lebensweltlicher Kontext und Concept Mapping) zur Prüfung, ob die Art der Wiederholung beim Lernen mit lebensweltlichen Kontexten einen Effekt auf die Lernleistung hat und der Untersuchungsgruppen C (fachlicher Kontext und Concept Mapping) und D (lebensweltlicher Kontext und Concept Mapping) zur Prüfung, ob kooperatives Concept Mapping besonders lernförderlich wirkt, wenn es in Kombination mit lebensweltlichen Kontexten im Vergleich zu fachlichen Kontexten eingesetzt wird.

Die Kovarianzanalysen zur Aufklärung möglicher Interaktionseffekte der Kontextorientierung und der Art der Wiederholung kommen weder für die themenspezifische Leistung noch für das Fachwissen zu statistisch signifikanten Ergebnissen. Trotz eines nicht

signifikanten F -Wertes für die Interaktion der beiden Faktoren ist der Einzelvergleich für den Einfluss der Art der Wiederholung innerhalb der Bedingung mit lebensweltlicher Kontextorientierung für beide Skalen signifikant, was zeigt, dass neben einem signifikanten Haupteffekt für die Art der Wiederholung (siehe Absatz 13.3.1) auch innerhalb der Bedingung mit lebensweltlicher Kontextorientierung ein Effekt der Wiederholung zugunsten des Concept Mappings nachzuweisen ist. Für die themenspezifische Leistung und das Fachwissen wird der erwartete Kontrast zwischen den Untersuchungsgruppen C und D jedoch nicht erbracht, d.h. Schüler, die mit lebensweltlichen Kontexten lernen und Concept Maps erstellen, schneiden nicht besser ab als Schüler, die mit fachlichen Kontexten lernen und Concept Maps erstellen (siehe Tabelle 14.1).

Tabelle 14.1: Einzelvergleiche der Untersuchungsgruppen D und B sowie der Untersuchungsgruppen D und C

Einzelvergleiche	M_{diff}	ψ	p	d
Treatment D - B				
Themenspez. Wissen	1.50	2.13	*	0.18
Fachwissen	0.68	1.99	*	0.08
Vernetzung	5.28	5.20	***	0.42
Treatment D - C				
Themenspez. Wissen	0.61	0.35	.68	0.08
Fachwissen	0.29	0.86	.36	0.04
Vernetzung	5.67	3.48	*	0.50

* $p < .05$, *** $p < .001$

Für die Vernetzungstests zeigt sich in einer zweifaktoriellen Kovarianzanalyse mit Messwiederholung ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen den beiden Faktoren Kontextorientierung und Art der Wiederholung ($F(1,169) = 3.42, p < .05, \eta^2 = .020$). Zudem sind beide Kontraste für die Vernetzungstests signifikant (siehe Tabelle 14.1), womit sich für die Vernetzungsleistung der erwartete Interaktionseffekt in der vermuteten Ausprägung ergibt: Die Kombination von lebensweltlichen Kontexten und Concept Mapping ist lernförderlicher als die Kombination von fachlichen Kontexten und Concept Mapping und außerdem als der Einsatz lebensweltlicher Kontexte in Verbindung mit schriftlichen Zusammenfassungen. Abbildung 14.1 illustriert den Interaktionseffekt und verweist darauf, dass die Lernenden in der Bedingung Concept Mapping besser abschnei-

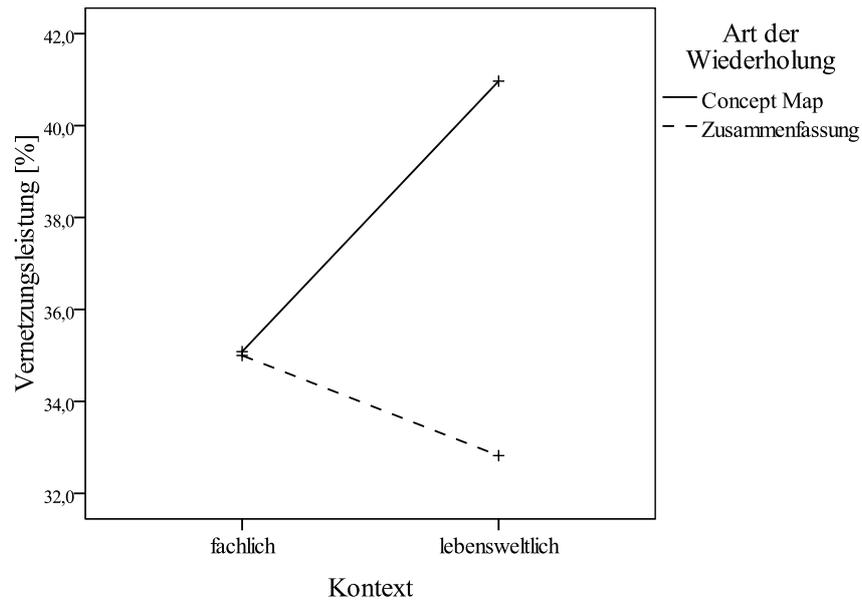


Abbildung 14.1: Interaktionseffekt der Kontextorientierung und Art der Wiederholung

den, wenn sie mit lebensweltlichen versus mit fachlichen Kontexten lernen. Weiterhin ist zu sehen, dass die Lernenden in der Bedingung mit lebensweltlicher Kontextorientierung besser abschneiden, wenn sie Concept Maps erstellen versus Zusammenfassungen schreiben.

Insgesamt zeigen die hier durchgeführten Analysen, dass sich trotz nicht signifikanter Interaktionseffekte bei Betrachtung der Einzelvergleiche signifikante Unterschiede herausstellen. Dieses Ergebnis unterstreicht die von Keselman et al. (1998) aufgestellte Forderung geplante Einzelvergleiche zu berechnen.

15 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Aufgrund vergleichsweise gering ausgeprägter Interessen und schlechter Leistungen in den naturwissenschaftlichen Fächern wurden in einer Vielzahl von Implementierungsprojekten zu kontextorientiertem Lernen Bemühungen unternommen, naturwissenschaftliche Inhalte interessanter zu gestalten und das Verständnis der Lernenden zu erhöhen. Für den Biologieunterricht ist das Interesse zwar höher ausgeprägt als für den Chemie- und Physikunterricht, jedoch zeigt sich für alle drei Naturwissenschaften ein Interessensverfall im Verlauf der Schulzeit. Problematisch für den Biologieunterricht gestaltet sich außerdem die Verknüpfung verschiedener Fachinhalte oder die Anwendung biologischer Sachverhalte. Obwohl das Interesse der Schüler an Biologie relativ gut untersucht ist, mangelt es dennoch an detaillierten Studien, die Erkenntnisse bezüglich des situationalen Interesses der Lernenden oder auch bezüglich des Einflusses individueller Dispositionen liefern.

Zur Erhöhung des Interesses der Lernenden durch kontextorientiertes Lernen liegen in Biologie noch vergleichsweise wenig Studienergebnisse vor. Unklar ist, ob die Interessanztheit biologischer Fachinhalte durch die Anreicherung mit lebensweltlichen Kontextinformationen gesteigert werden kann oder ob durch das per se relativ hohe Interesse an biologischen Fachinhalten keine weitere bedeutsame Interessenssteigerung ermöglicht werden kann, auch wenn diese Inhalte in lebensweltliche Kontexte eingebettet werden. Empirische Untersuchungen zum Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung in Biologie stellen ein Desiderat der biologiepädagogischen Forschung dar und die vereinzelten Studien kommen entsprechend der theoretischen Unklarheiten zu widersprüchlichen Befunden (Bennett & Holman, 2002). Während einerseits erwartet wird, dass durch ein gesteigertes Interesse oder aufgrund der durch Kontexte strukturierten Erarbeitung der Fachinhalte erhöhte Leistungen erreicht werden, wird andererseits kritisiert, dass zu interessant gestaltete Kontexte möglicherweise vom eigentlichen Inhalt ablenken und außerdem durch die Verknüpfung von Kontexten mit Fachinhalten die

Komplexität erhöht und damit das Durchdringen der Fachinhalte erschwert wird. Problematisch bei der Interpretation bisheriger Befunde ist zunächst, dass keine einheitlichen oder sehr weit gefasste Kontextdefinitionen vorgenommen wurden und das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten außerdem häufig mit kooperativen Lernformen oder stärker lernerzentrierten Aufgaben wie dem eigenständigen Experimentieren kombiniert wurde, weshalb keine eindeutigen Aussagen zum Einfluss der Kontextorientierung getroffen werden können.

Um die Lernförderlichkeit von kontextorientiertem Lernen zu unterstützen bieten sich verschiedene Möglichkeiten zur Wiederholung der Fachinhalte an. Concept Maps gelten als eine vielseitig einsetzbare und effektive Lernmethode, die jedoch noch relativ wenig Verwendung in der Unterrichtspraxis findet. Studien zu naturwissenschaftlichen und vor allem biologischen Fachinhalten zeigen einen Vorteil des Concept Mappings für den Erwerb, die Anwendung und die Vernetzung von Wissen. Wenn in der Literatur von positiven Effekten berichtet wird, wird jedoch oft nicht unterschieden, ob Concept Maps selbst generiert werden und ob sie individuell oder in kooperativer Gruppenarbeit erstellt werden (Nesbit & Adesope, 2006). Bisher wurden Concept Maps meist mit passiven Lernaktivitäten wie dem Zuhören von Lehrervorträgen oder Vorlesungen verglichen und es wurden kaum Anstrengungen unternommen, kooperatives Concept Mapping mit dem kooperativen Schreiben von Zusammenfassungen vergleichend zu untersuchen. Zusätzlich scheint die Effektivität von Concept Maps von den individuellen Lernvoraussetzungen abhängig zu sein, was zu komplexen Wirkungsmustern beim kooperativen Lernen führen kann, die bisher jedoch nicht empirisch untersucht wurden. Ein generelles Problem beider Forschungsgebiete – der Forschung zum kontextorientierten Lernen als auch zum Concept Mapping – ist, dass in den Experimentalbedingungen häufig kooperativ gelernt wird, während in den Kontrollbedingungen meist individuell gelernt wird.

Ziele und Durchführung der Studie

Diese Studie ist einerseits durch die ambivalenten Wirkungen kontextorientierten Lernens, insbesondere was die Effekte auf die Lernleistung der Lernenden betrifft, und andererseits durch die Forschungslücken zum Concept Mapping motiviert. Ziel dieser Studie ist es, Aufschluss zur Wirkung kontextorientierten Lernens und dem Einfluss von Concept Mapping im Vergleich zum schriftlichen Zusammenfassen in Abhängigkeit mehrerer Moderatorvariablen zu erhalten. Zur Untersuchung des Einflusses kontextorientierten Lernens wird eine enge Kontextdefinition gewählt, die sich auf die aktuelle und persönliche Lebenswelt der Lernenden, d.h. auf Aktivitäten außerhalb des Unter-

richts mit der Familie oder Freunden, bezieht. In dieser zu einem biologischen Fachinhalt durchgeführten Studie wird postuliert, dass das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten das situationale Interesse steigern kann und einen Einfluss auf die Lernleistung nimmt, wobei zu letzterer Wirkung keine gerichteten Annahmen aufgestellt werden. Weiterhin wird vermutet, dass durch das Concept Mapping im Vergleich zum Schreiben von Zusammenfassungen höhere Lernleistungen erreicht werden können und dass dieser Effekt von den kognitiven Fähigkeiten und der Lerngruppenzusammensetzung beim kooperativen Lernen abhängt. Außerdem wird angenommen, dass die Kombination von kooperativem Lernen mit lebensweltlichen Kontexten und Concept Mapping zu erhöhten Leistungen führt.

Zum Ausgleich der bisherigen interventionsbedingten Forschungsdefizite wird eine zweifaktorielle Studie durchgeführt, in der in allen realisierten Untersuchungsgruppen kooperativ gelernt wird. Die experimentelle Interventionsstudie findet in der achten Jahrgangsstufe des Gymnasiums statt, wobei die teilnehmenden Schüler in Lerngruppen von drei bis fünf Schülern zunächst kooperativ Funktionsmodelle zum Herz und Blutkreislauf erstellen. In dieser Phase wird die unabhängige Variable Kontextorientierung (fachlich versus lebensweltlich) variiert, in einer anschließenden Wiederholungsphase die unabhängige Variable Art der Wiederholung (Zusammenfassung versus Concept Map). Die Interventionsphase hat einen Umfang von insgesamt fünf Sitzungen, auf die jeweils ein Fragebogen zum situationalen Interesse und ein Leistungstest folgen. Weitere Einfluss- und abhängige Variablen werden mit begleitenden Tests und Videoaufnahmen sowie mit Prä-, Post- und Follow-Up-Tests erhoben (siehe Abbildung 5.2).

Methodik

Das Design der Studie birgt gewisse methodische Vor- und Nachteile in sich, die im Folgenden zusammenfassend dargestellt und diskutiert werden. Im Gegensatz zu den meisten der bisherigen Studien, die das Interesse meist nur retrospektiv erfassten und die Leistungsmessung in Posttests realisierten, werden in dieser Studie zusätzlich prozessbegleitende Variablen wie das situationale Interesse, die themenspezifische Leistung und die Art und Häufigkeit der von den Lernenden getroffenen Aussagen während der Lernphase erhoben. Dadurch können weitere Analysen angestellt werden, um den Einfluss kontextorientierten Lernens näher zu untersuchen und beschreiben.

Die Gestaltung kooperativer Lernsettings bedingt unweigerlich eine Abhängigkeit der gewonnenen Individualdaten von den Ergebnissen auf Lerngruppenebene und damit das auswertungstechnische Dilemma, ob auf Individualebene, auf Gruppenebene oder sogar

auf beiden Ebenen auszuwerten ist. Der Abhängigkeit der Individual- von Lerngruppendaten kann man gerecht werden, indem die Lerngruppe als geschachtelter (Zufalls-) Faktor behandelt wird. Dieses Vorgehen ermöglicht die Auswertung auf Individualebene unter Berücksichtigung der Lerngruppenebene, ohne dass alle Analysen zweifach – auf Individual- und Lerngruppenebene – durchzuführen sind. Das kooperative Lernen bedingt jedoch stets weitere Abhängigkeiten von Variablen, deren Einfluss nicht gänzlich kontrolliert oder ausgeschlossen werden kann. Die interpersonelle Kommunikation sowie bestimmte Gruppendynamiken können z.B. einen Einfluss auf motivationale und kognitive Variablen nehmen, der nicht statistisch berücksichtigt werden kann. Neben dieser methodischen Gegebenheit eröffnet das hier gewählte kooperative Lernsetting aber auch die Möglichkeit, detaillierte Analysen zum Einfluss der Lerngruppenzusammensetzung auf die durch die Art der Wiederholung erwirkten Leistungseffekte anzustellen.

Die parallel angelegte Studie zu einem chemischen Fachinhalt, an der dieselben Schüler teilnehmen (Fechner, 2009), bietet außerdem die einmalige Möglichkeit zum methodischen Vergleich der fachspezifischen Ergebnisse. Da die Ergebnisse zum Einfluss beider unabhängigen Variablen in den untersuchten Fächern unterschiedlich ausgeprägt sind, können methodische Defizite als Ursache für die innerfachlichen Ergebnisse ausgeschlossen werden (siehe zur Diskussion anhand der fundierten Daten- und Ergebnislage folgende Kapitel).

Aus methodischer Sicht weist die Studie somit ein kontrolliertes Design auf, um den Einfluss der beiden unabhängigen Variablen auf das Interesse und die Lernleistung erfassen zu können. Allerdings bedeuten der Einsatz einer Sequenz von fünf Interaktionsboxen, die begleitende Videografie und der Einsatz des umfangreichen Testinstrumentariums einen erheblichen organisatorischen und personellen Aufwand. Um detaillierte Aussagen zum Einfluss der beiden unabhängigen Variablen zu erhalten, scheint die begleitende Videoaufnahme zwar ein geeignetes Messinstrument, allerdings könnte darüber nachgedacht werden eine Sitzung genauer in den Blick zu nehmen und dafür Videoaufnahmen mit einer größeren Stichprobe zu generieren.

15.1 Deskriptive Ergebnisse

Die Ergebnisse der Interessensforschung in Biologie zeigen ein verhältnismäßig hohes Interesse für biologische Themen (Häußler & Hoffmann, 1998; Osborne, Simon & Collins, 2003), vor allem für humanbiologische Themen (Löwe, 1992), was auch die Ergebnisse dieser Studie mit hohen Werten für das individuelle Interesse an humanbiologischen

Fachinhalten bestätigen. Die hier gewählte Stichprobe fügt sich somit bezüglich des ausgeprägten Fachinteresses in das in der Literatur beschriebene Bild zu den Interessen in den naturwissenschaftlichen Fächern ein. Weiterhin ist sowohl das begleitend erfasste situationale als auch das nach der Intervention retrospektiv erhobene Interesse für die Handlungen und die eingesetzten Kontexte größer als für die eingesetzten Themen und Inhalte, was in Einklang zu den Untersuchungen von Häußler (1987) und Hoffmann und Lehrke (1986) steht. Die an dieser Studie teilnehmenden Lernenden der achten Jahrgangsstufe weisen – vermutlich durch die Einführung des Themas in Jahrgangsstufe fünf – bereits vor der Intervention ein relativ hohes themenspezifisches Wissen auf. Umso beeindruckender ist, dass durch die Intervention dennoch eine bedeutsame Leistungssteigerung erreicht wird, was zeigt, dass der Einsatz der Interaktionsboxen zum Thema Herz und Blutkreislauf lernförderlich wirkt.

15.2 Einfluss kontextorientierten Lernens

Ein grundlegendes Ziel dieser Studie ist es, die Wirkungen kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse und die Lernleistung zu untersuchen. Der in der Studie untersuchte Einfluss kontextorientierten Lernens wirft zum Teil erwartungswidrige Ergebnisse auf. Dies deutet sich bereits in der Pilotstudie an, die das gleiche Design aufweist wie die Hauptstudie, jedoch eine relativ kleine Stichprobengröße von insgesamt 40 Schülern umfasst, die alle das gleiche Gymnasium besuchen und im Durchschnitt ein Jahr jünger als die Schüler der Hauptuntersuchung sind. Die Stichprobe der Pilotstudie kann daher vermutlich nicht als repräsentativ angesehen werden. Die Ergebnisse der Pilotstudie deuten nicht auf einen Einfluss kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse hin und lassen negative Wirkungen des Lernens mit lebensweltlichen Kontexten im Vergleich zum Lernen mit fachlichen Kontexten auf die Lernleistung vermuten. Es sei jedoch angemerkt, dass diese Ergebnisse aufgrund der kleinen Stichprobe nur als erste Hinweise gewertet und als nicht maßgebend angesehen werden. Zudem liegt der Fokus dieser Pilotstudie stärker auf einer Evaluation der Lernmaterialien, des Testinstrumentariums und des Untersuchungsablaufs als auf der spezifischen Aufdeckung von Effekten. Aufgrund dieser unerwarteten ersten Ergebnisse werden dennoch zusätzliche lebensweltliche Kontexte konstruiert, in einer Evaluationsstudie auf ihre Interessantheit hin geprüft und daraufhin für die Hauptuntersuchung implementiert. Somit wird einer Evaluation der Kontexte durch die Lernenden nachgegangen (siehe Absatz 2.1.2), was sich – wie die Diskussion der folgenden Ergebnisse darlegt – als sinnvoll erweist.

Einfluss auf das situationale Interesse

In der Hauptstudie kann entgegen der Erwartungen weder für das handlungsorientierte noch für das themenspezifische Interesse ein Einfluss der unabhängigen Variable kontextorientiertes Lernen nachgewiesen werden, was möglicherweise auf ein bereits hoch ausgeprägtes Interesse am Fach und an den eingesetzten Themen zurückzuführen ist. Aufgrund der ausbleibenden Effekte kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse werden zur genaueren Untersuchung der Wirkungen kontextorientierten Lernens mehrere Moderatoranalysen durchgeführt, die zeigen, dass einzig das Interesse an den in der Studie implementierten lebensweltlichen Kontexten einen moderierenden Einfluss auf die Wirkung kontextorientierten Lernens ausübt. Die Untersuchung der bedingten Haupteffekte ergibt keine signifikanten Ergebnisse, allerdings deutet sich an, dass nur bei einem hoch ausgeprägten Interesse an den lebensweltlichen Kontexten eine Steigerung des situationalen Interesses zu verzeichnen ist. Das heißt, Schüler, die kein ausreichend hohes Interesse an den Kontexten aufweisen, mit denen sie lernen, zeigen auch kein erhöhtes situationales Interesse – weder am Lernen mit den Interaktionsboxen (handlungsorientiertes Interesse), noch an den Inhalten (inhaltsspezifisches Interesse). Dies kann als erster Hinweis dafür gewertet werden, dass das spezifische Interesse an den eingesetzten Kontexten einen Einfluss auf die Wirkung der Kontexte bezüglich des situationalen Interesses nimmt. Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass die eingesetzten lebensweltlichen Kontexte besonders interessant sein sollten, um eine Steigerung des situationalen Interesses zu erreichen. Darauf verweisen auch die Ergebnisse der Untersuchung von Fechner (2009), die zeigen, dass das situationale Interesse stärker gesteigert werden kann, wenn lebensweltliche Kontexte eingesetzt werden, die von den Lernenden für interessanter erachtet werden als fachliche Kontexte.

Einfluss auf die Lernleistung

Bezüglich der Lernleistung werden aufgrund der in der Literatur vorzufindenden ambivalenten Ergebnisse zum kontextorientierten Lernen keine gerichteten Unterschiedshypothesen zwischen den Untersuchungsgruppen aufgestellt. Für die themenspezifische Leistung, die direkt im Anschluss an die einzelnen Sitzungen erhoben wird, für das Fachwissen sowie für die Vernetzungsleistung, die jeweils im Post- und Follow-Up Test erfasst werden, ergeben sich keine signifikanten Treatmentunterschiede zwischen fachlichem versus lebensweltlichem Lernen. Bedauerlicherweise lassen sich die Ergebnisse zu den zwei Subskalen Reproduktion und Anwendung, die zur Erfassung des Fachwissens

eingesetzt werden, nicht voneinander unterscheiden. Die beiden Subskalen des Fachwissenstests werden eingesetzt, um für das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten, das eine Anwendungssituation darstellt, auf Unterschiede bezüglich der Reproduktions- oder Anwendungsleistung zu testen, was allerdings nicht der Fall ist. Die Lösungswahrscheinlichkeit der Items mit Anwendungsbezug liegt nur 5 % niedriger als die der Items mit rein fachlichen Inhalten. Wie gezeigt werden kann, korrelieren die beiden Subskalen hoch miteinander und lassen sich auch in einer Faktorenanalyse nicht in zwei Faktoren auftrennen, weshalb nicht weiter zwischen diesen beiden Wissensbereichen unterschieden wird. Für die im Post- und Follow-Up-Test erhobenen Daten wird zusätzlich geprüft, ob es einen Effekt für die Zeit oder einen Interaktionseffekt zwischen der Untersuchungsbedingung und dem Messzeitpunkt gibt. Für das Fachwissen ist dies nicht der Fall, was bedeutet, dass kein signifikanter Wissensabfall zwischen dem Posttestzeitpunkt, der eine Woche nach der Intervention stattfindet, und dem Follow-Up-Testzeitpunkt gibt, der sechs Monate später durchgeführt wird. Dies zeigt, dass durch das eigenständige kooperative Lernen mit den Interaktionsboxen Wissen zum Thema Herz und Blutkreislauf aufgebaut und über sechs Monate aufrecht erhalten werden kann. Der Einsatz der Interaktionsboxen stellt sich aus dieser Perspektive als besonders sinnvoll für die Förderung von kurz- und langfristigem Fachwissen dar. Für die Vernetzungsleistung deutet sich jedoch ein Haupteffekt für die Zeit und ein Interaktionseffekt von Zeit und Kontextorientierung dergestalt an, dass der Wissensverfall in der Untersuchungsgruppe mit fachlichen Kontexten größer ist. Dies kann als Hinweis dafür gewertet werden, dass das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten förderlich für die Behaltensleistung und damit auch für das kumulative Lernen ist, das laut Seel (2003) „zum Aufbau komplexer und überdauernder Wissensstrukturen und Fertigkeiten beiträgt“ (S. 24).

Da der Einfluss kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse durch das Interesse an den eingesetzten lebensweltlichen Kontexten moderiert wird, wird auch für die Lernleistung eine Moderatoranalyse durchgeführt, die jedoch keinen zusätzlich Aufschluss bringt. Gemäß des Zusammenhangs von situationalem Interesse und der Lernleistung könnte man vermuten, dass der Einfluss kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung durch das situationale Interesse mediiert wird (siehe dazu auch Absatz 2.2.2), wie es sich in der Studie zu einem chemischen Fachinhalt nachweisen ließ (Fechner, 2009). Dies lässt sich jedoch aufgrund des fehlenden Haupteffekts kontextorientierten Lernens auf die Lernleistung statistisch nicht prüfen (Baron & Kenny, 1986).

Einfluss auf das gezeigte Lernverhalten – Videoanalyse

Um den Einfluss kontextorientierten Lernens in Biologie detaillierter untersuchen zu können, werden von einem Teil der Lerngruppen Videoaufnahmen erstellt und ausgewertet. Dies dient der Bestimmung der Anzahl an Aussagen zu Kontexten, Fachinhalten, der Kombination von Kontexten und Fachinhalten sowie zum Aufbau der Funktionsmodelle. Ein Vergleich der Untersuchungsgruppen indiziert, dass Schüler, die mit lebensweltlichen Kontexten lernen, auch häufiger über diese und auch über den Zusammenhang von Kontexten und Fachinhalten sprechen. Dieses Ergebnis kann als Treatmentcheck gewertet werden: Lernende verhalten sich entsprechend der vorgegebenen Materialien in den jeweiligen Untersuchungsgruppen, d.h. werden lebensweltliche Kontexte angeboten, so werden diese auch häufiger in den Gesprächen der Lerngruppen thematisiert, also wird häufiger über diese kommuniziert. Keine Treatmentunterschiede sind jedoch in der Anzahl der Aussagen zu Fachinhalten oder dem Modellaufbau zu verzeichnen.

Die Korrelationsanalysen zum Zusammenhang von situationalem Interesse, der Lernleistung und den Gesprächsinhalten in der Lernphase zeigen, dass die Anzahl an Aussagen zu Fachinhalten positiv mit dem themenspezifischen situationalen Interesse und der Lernleistung korreliert und außerdem die Anzahl der Aussagen zur Verknüpfung von Fachinhalten und Kontexten in einem positiven Zusammenhang mit der Vernetzungsleistung steht. Dieses Ergebnis zeigt, dass die während des Lernprozesses erhobenen Daten inhaltlich logisch mit den nach der Lernphase erhobenen Daten zum situationalen Interesse und der Lernleistung zusammenhängen, d.h. wird viel über Fachinhalte gesprochen, so ist auch das themenspezifische situationale Interesse stärker ausgeprägt und die Lernenden erreichen eine höhere Lernleistung. Die Anzahl an Aussagen zu lebensweltlichen Kontexten korreliert nur in der Untersuchungsgruppe, die mit diesen Kontexten lernt, positiv mit der Lernleistung. Das bedeutet, dass Lernende, die das Lernangebot lebensweltlicher Kontexte ermöglicht bekommen und auch wahrnehmen, d.h. sich mehr mit diesen Kontexten beschäftigen und über sie sprechen, auch bessere Leistungen erzielen. Dass dieser Zusammenhang nicht für alle Lernenden, sondern nur für diejenigen der Untersuchungsgruppe mit lebensweltlichen Kontexten gilt, liegt vermutlich an der insgesamt zu geringen Anzahl an Aussagen zu Kontexten. Die Ergebnisse der prozessbegleitend erhobenen Daten deuten darauf hin, dass das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten zu einer intensiveren Beschäftigung mit diesen Kontexten führt, was wiederum mit der Lernleistung in einem positiven Zusammenhang steht. Dennoch ist es nicht gelungen durch das Lernangebot lebensweltlicher Kontexte die Kommunikation über Fachinhalte zu fördern, welche wiederum mit der Lernleistung zusammenhängt.

Zusammenfassende Diskussion

Die Ergebnisse zum Einfluss kontextorientierten Lernens in Biologie sind eher ernüchternd und werden daher im Folgenden hinsichtlich verschiedener Ursachen diskutiert. Mit Rückbezug auf Abbildung 2.1 zeigt sich für den eingesetzten Fachinhalt und die verwendeten Kontexte, dass das individuelle Interesse und das Vorwissen relativ hoch ausgeprägt sind. Als Kontexte, die mittels eines einleitenden und illustrierten Textes implementiert sind, werden solche gewählt, die persönlich bedeutsam sind und den Bereichen Gesundheit und Hobbys zuzuordnen sind. Die angestrebte Interessens- und Leistungssteigerung kann jedoch nicht erreicht werden. Mögliche Gründe für die mangelnden Effekte können in der Wahl eines humanbiologischen Themas liegen, welches es eventuell nicht ermöglichte, das Interesse zusätzlich durch das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten zu fördern (vgl. dazu Annahmen zur inhaltlichen Nähe verschiedener Kontexte und Inhalte von Häußler & Hoffmann, 1998). Zu humanbiologischen Themen ist einerseits vermutlich viel anknüpfungsfähiges alltagsweltliches Vorwissen vorhanden, andererseits ist die Trennung von Fachinhalt und Kontext bei solchen Themen eher schwer zu vollziehen. Vermutlich sind andere Inhalte wie z.B. die Photosynthese weniger stark mit Kontexten verknüpft und sollten daher explizit von Kontexten abgetrennt werden können (siehe hierzu auch Sandmann & Sumfleth, 2009). Die relative Nähe von Kontext und Fachinhalt scheint nicht nur ein Indikator für die Konstruktionsmöglichkeiten von Kontexten zu sein, sondern wirkt sich auch auf das interessens- und leistungsfördernde Potenzial von Kontexten aus. Dazu ist festzuhalten, dass die Konstruktion von fachlichen und lebensweltlichen Kontexten zu dem gewählten Thema Herz und Blutkreislauf nur schwer trennscharf zu bewerkstelligen ist, da durch die Wahl eines humanbiologischen Themas zum Teil die Trennung von fachlichen und lebensweltlichen Kontexten nicht immer eindeutig zu treffen scheint. Als Ausweg aus diesem Konstruktionsdilemma werden die fachlichen Kontexte als eher abstrakte Kontexte zum Säugetier konstruiert, während die lebensweltlichen Kontexte eine konkrete Anwendungssituation wie zum Beispiel die Thrombose beim Langstreckenflug inne haben. Die Konstruktion von für die Schüler interessanten lebensweltlichen Kontexten und die Trennung fachlicher von lebensweltlichen Kontexten lässt sich vermutlich bei Themen aus Inhaltsbereichen, die als eher uninteressant wahrgenommen werden wie z.B. der Botanik, leichter bewerkstelligen; folglich sind hier auch größere Unterschiede zu erwarten.

Die fehlende Wirksamkeit kontextorientierten Lernens auf das situationale Interesse und die Leistung sollte jedoch nicht in einer zu knappen Implementierung der Kontexte, die auf den Aufgabenkarten vorgenommen ist, begründet liegen. Darauf weisen mehrere

Resultate hin: Die Ergebnisse der Videoanalyse zeigen, dass in der Untersuchungsbedingung mit lebensweltlichen Kontexten mehr über diese gesprochen wird, d.h. die lebensweltlichen Kontexte werden als solche wahrgenommen und diskutiert. Ebenso zeigen die Ergebnisse der parallel angelegten Studie zu einem chemischen Fachinhalt, dass auch hier insgesamt relativ wenig über die Kontexte gesprochen wird, dennoch lassen sich in dieser Studie Effekte auf das situationale Interesse und die Leistung nachweisen (Fechner, 2009). Dies lässt vermuten, dass die Wirksamkeit kontextorientierten Lernens weniger an der Implementierung der Kontexte festgemacht werden kann, sondern dass die Effekte vielmehr themenspezifisch innerhalb eines Faches und fachspezifisch ausgeprägt sind. Eine andere mögliche Erklärung für die ausbleibenden Effekte könnte jedoch darin gesehen werden, dass die Kontexte zum Teil nur einen Aufhänger für die Aufgabenstellung darstellen, d.h. es erfolgt keine echte Einbettung des Fachinhalts in den Kontext. Dies ist in der Chemiestudie zwar meist auch der Fall, allerdings ist der Kontext den Lernenden hier vermutlich präsenter, da dieser teilweise durch Experimentiergegenstände wie z.B. chemische Reinigungsmittel vergegenständlicht ist. Das bedeutet, dass der Kontext in der Chemiestudie durch das Experimentiermaterial stets gegenwärtig ist, auch wenn die Lernenden inhaltlich experimentieren.

Obwohl die Ergebnisse dieser Studie keinen Vorteil für den Einsatz lebensweltlicher Kontexte im Biologieunterricht belegen, können die Befürchtungen von Lehrkräften, dass lebensweltliche Kontexte vom Erwerb der eigentlichen Fachinhalte ablenken und sogar zu schlechteren Leistungen führen, mit dieser Studie entkräftet werden.

15.3 Einfluss der Art der Wiederholung

Um das kontextorientierte Lernen zu unterstützen, wird in diese Studie eine Wiederholungsphase integriert, in der das kooperative Schreiben von Zusammenfassungen mit dem kooperativen Concept Mapping verglichen wird. Die Ergebnisse zeigen, dass die Qualität der Concept Maps höher ist als die der Zusammenfassungen und die Qualität der Wiederholung zusätzlich zu Prädiktorvariablen wie dem Vorwissen oder den kognitiven Fähigkeiten einen Einfluss auf die Lernleistung ausübt. Bei der Auswertung der erstellten Wiederholungen fällt auf, dass die Lerngruppen, die Concept Maps erstellen, auf die inhaltlichen Relationen fokussieren, während die Lerngruppen, die Zusammenfassungen erstellen, auch prozessbezogene Beschreibungen vornehmen, d.h. in ihrer Zusammenfassung auch auf das Lernen mit den Funktionsmodellen eingehen. Dies unterstreicht die Feststellung von Gao et al. (2007), dass Lernende beim kooperativen Concept Mapping

auf inhaltliche Relationen fokussieren und kann als mögliche Erklärung für die geringere Qualität der Zusammenfassungen auf fachinhaltlicher Ebene gesehen werden. Nicht ausschlaggebend für die unterschiedliche Qualität sollte das Training zum Concept Mapping sein. Dazu ist zunächst anzumerken, dass die Methode des Concept Mappings offensichtlich nur sehr selten bis gar nicht im regulären Biologieunterricht zum Einsatz kommt und den Lernenden daher vermutlich völlig unbekannt ist. Das Training kann deshalb als obligatorisch angesehen werden, da die Lernenden ohne das Training vermutlich nicht im Stande wären, ein Concept Map zu erstellen (siehe auch Empfehlungen von Hilbert & Renkl, 2008; Jüngst & Schrittmacher, 1995).

Erwartungsgemäß erbringen die Lernenden, die Concept Maps erstellen, höhere Leistungen als Lernende, die Zusammenfassungen schreiben. Die Effektstärken liegen sowohl für das Fachwissen als auch für die Vernetzungsleistung im geringen bis mittleren Bereich, was auch auf andere Studien zu biologischen Fachinhalten zutrifft (Nesbit & Adesope, 2006). In dieser Studie kann somit nachgewiesen werden, dass kooperatives Concept Mapping auch anderen kooperativen Lernaktivitäten überlegen ist und sogar bei der Selbstkonstruktion von Concept Maps Effektstärken bis in den mittleren Bereich hinein erzielt werden können. Der Vorteil des kooperativen Concept Mappings im Vergleich zum kooperativen Schreiben von Zusammenfassungen sollte nicht der zusätzlichen Vorgabe der Begriffe in der Concept Mapping Bedingung geschuldet sein. Erstens wird auch den Schülern in der anderen Untersuchungsgruppe Zugriff auf die Begriffe gewährt, welche auf den Informationskarten farblich hervorgehoben sind, und zweitens können als Begründung hierfür die Studienergebnisse der Chemie (Fechner, 2009) angeführt werden: Auch dort werden die Begriffe zusätzlich zu den Informationskarten als Liste vorgegeben, damit die Schüler diese auf die Aufkleber für das Concept Map schreiben können. In der Studie zu dem chemischen Fachinhalt ergibt sich jedoch kein Vorteil des Concept Mapping bezüglich der Lernleistung.

Trainingseffekte oder Effekte begründet durch die Vorgabe der Begriffe, die in der Concept Mapping Bedingung zusätzlich zu der Hervorhebung auf den Informationskarten angeboten werden, können somit aus drei Gründen ausgeschlossen werden. Erstens ist das Training unter der Voraussetzung, dass die Methode des Concept Mappings den Schülern unbekannt ist, nötig. Zweitens unterscheiden sich die Untersuchungsbedingungen D und E nicht signifikant voneinander, d.h. das zweimalige Training, das der vorge-schalteten Studie in Chemie geschuldet ist, führt nicht zu besseren Leistungen. Drittens zeigen sich keine Gruppenunterschiede in der Studie der Chemie, die das gleiche Design und Vorgehen wie diese Studie aufweist.

Concept Mapping beim kontextorientierten Lernen

Die Ergebnisse zum Einfluss der Art der Wiederholung zeigen, dass die Vernetzungsleistung nicht bedeutend besser durch Concept Mapping gefördert werden kann als der Erwerb von Fachwissen, allerdings zeigt sich für die Vernetzungsleistung ein bedeutsamer Interaktionseffekt des kontextorientierten Lernens und der Art der Wiederholung. Dieser Interaktionseffekt ist dergestalt ausgeprägt, dass Lernende, die mit lebensweltlichen Kontexten lernen, bessere Leistungen erzielen, wenn sie Concept Maps anstelle von schriftlichen Zusammenfassungen erstellen. Zusätzlich erbringen Lernende, die Concept Maps erstellen, bessere Leistungen sofern sie mit lebensweltlichen Kontexten anstelle von fachlichen Kontexten lernen. Dieses Ergebnis veranschaulicht, dass trotz der ausbleibenden Effekte des Lernens mit lebensweltlichen Kontexten der Erwerb von Vernetzungswissen gesteigert werden kann, sofern das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten mit kooperativem Concept Mapping kombiniert wird. Das Fachwissen betreffend ergeben sich nur für die Kontraste der Untersuchungsgruppen, in denen der lebensweltliche Kontext konstant gehalten ist und die Art der Wiederholung variiert, signifikante Mittelwertsunterschiede. Das heißt, für den Erwerb von Fachwissen kann beim Lernen mit Concept Maps keine zusätzliche Leistungssteigerung erreicht werden, indem mit lebensweltlichen anstatt von fachlichen Kontexten gelernt wird. Die Betrachtung dieser Ergebnisse zeigt also, dass Concept Mapping – zumindest in der Kombination mit kontextorientiertem Lernen – besonders zur Förderung von strukturiertem und vernetztem Fachwissen beitragen kann, wie auch schon Lehman et al. (1985) und Markow und Lonning (1998) anmerkten und was in Einklang zur Idee des kumulativen Lernens (Seel, 2003) steht.

Moderationseffekte

Zusätzlich zu den Haupteffekten der Art der Wiederholung werden Moderator- und Subanalysen durchgeführt, da basierend auf Ergebnissen aus der Literatur (siehe dazu zusammenfassend Nesbit & Adesope, 2006) vermutet wird, dass der Effekt des kooperativen Erstellens von Concept Maps im Vergleich zum kooperativen Erstellen von Zusammenfassungen von den individuellen Voraussetzungen der Lernenden und der Lerngruppenzusammensetzung abhängt. Die Analysen bestätigen die Annahme, dass die kognitiven Fähigkeiten den Zusammenhang der Art der Wiederholung und der Lernleistung moderieren. Sie untermauern damit die Relevanz der Berücksichtigung individueller Lernvoraussetzungen wie den kognitiven Fähigkeiten. Die Moderationseffekte sind signifikant

und von geringer bis mittlerer Größe, die bedingten Haupteffekte erbringen nur für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten Effekte, die von mittlerer bis großer Stärke sind. Das bedeutet, dass die grafischen Eigenschaften von Concept Maps im Vergleich zu textbasierten Zusammenfassungen besonders dann zum Tragen kommen, wenn die kognitiven Fähigkeiten der Lernenden schwach ausgeprägt sind. Dieses Ergebnis zu den Effekten selbst erstellter Zusammenfassungen bzw. Concept Maps erweitert die Befunde von Rewey et al. (1992), die vorgegebene Concept Maps für das Lernen in Dyaden einsetzten und zeigen konnten, dass Concept Maps für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten gegenüber Fließtext lernförderlich ist.

Da das Concept Mapping besonders für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten lernförderlich ist, wird der Effekt in Abhängigkeit der Lerngruppenzusammensetzung für diese Schüler näher untersucht. Es wird angenommen, dass die kognitiven Fähigkeiten der Lernenden in Hinblick auf die Lerngruppenzusammensetzung beim kooperativen Lernen einen Einfluss auf die Wirkung der Art der Wiederholung nehmen. Die Ergebnisse bestätigen den postulierten Interaktionseffekt der Moderatorvariable Art der Lerngruppenzusammensetzung und der Prädiktorvariable Art der Wiederholung für die themenspezifische Leistung, allerdings ergeben die Berechnungen zu den bedingten Haupteffekten, dass sowohl Lernende in homogen zusammengesetzten Lerngruppen als auch in heterogen zusammengesetzten Lerngruppen von Concept Mapping gegenüber dem Schreiben von Zusammenfassungen profitieren. Während der Einfluss der Art der Wiederholung auf die themenspezifische Leistung für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten in homogenen Lerngruppen von hoher Stärke ist, zeigt sich ein Effekt von nur mittlerer Stärke für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten in heterogen zusammengesetzten Lerngruppen. Die Ergebnisse zeigen somit, dass das Concept Mapping für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten prinzipiell lernförderlich ist und nur bedingt von der Lerngruppenzusammensetzung abhängt.

16 Implikationen und Ausblick

Diese Arbeit leistet sowohl theoretische als auch praktische fachdidaktische Erträge für die Forschung zum kontextorientierten Lernen und dem Einsatz von Concept Maps als Wiederholungsmethode. Zudem ergeben sich aus den Ergebnissen dieser Studie Ansätze für mögliche Folgeuntersuchungen, die den Einfluss der untersuchten unabhängigen Variablen weiter aufklären sowie themen- und fachspezifisch ausdifferenzieren könnten.

16.1 Fachdidaktische Implikationen

Mit dieser Studie gelingt es, einen Beitrag zur empirischen Prüfung des Einflusses kontextorientierten Lernens in Biologie zu liefern und durch den Vergleich zu der in Chemie durchgeführten Studie (Fechner, 2009) fachspezifisch abzugrenzen. Während das kontextorientierte Lernen meist nur mit Evaluationen von Implementierungsstudien untersucht wurde und daher gewissen methodischen Defiziten unterliegt, wird der Einfluss kontextorientierten Lernens in Biologie in dieser Studie experimentell geprüft. Die Studie liefert damit einen biologiedidaktischen Beitrag zur empirischen Untersuchung des Einflusses kontextorientierten Lernens. Darüber hinaus wird der Einfluss von Kontexten mit der begleitenden Erhebung von situationalem Interesse sowie der Erfassung von prozessbegleitenden Maßen durch Videoaufnahme und -analyse untersucht.

Hinsichtlich der in der Literatur vorzufindenden widersprüchlichen Befundlage zu kontextorientiertem Lernen implizieren die vorliegenden Ergebnisse, dass der Einsatz lebensweltlicher Kontexte beim Lernen mit einem humanbiologischen Thema nur unter Berücksichtigung der individuellen Interessen eine Wirkung auf das situationale Interesse und die Lernleistung ausübt. Aufschlussreich ist darüber hinaus, dass die Implementierung einer Wiederholung, in diesem Fall des Concept Mappings, beim kontextorientierten Lernen zu erhöhten Vernetzungsleistungen führt. Dieses Ergebnis ist von erhöhter Relevanz, da es dem kontextorientierten Lernen durch die lernförderliche Kombination mit anderen Unterstützungsmaßnahmen eine Rechtfertigung verschafft.

Zusätzlich implizieren die Ergebnisse, dass kooperatives Concept Mapping in Biologie

verglichen mit kooperativem Schreiben von Zusammenfassungen lernförderlich ist und dieser Effekt besonders für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten gilt. Diese Studie leistet somit einen Beitrag zur Aufklärung des Einflusses der kognitiven Fähigkeiten beim Concept Mapping, da in dieser Studie das *Erstellen* von Concept Maps untersucht wird, während bisherige Studien meist nur das *Durcharbeiten* vorgefertigter Concept Maps in Abhängigkeit der kognitiven Fähigkeiten untersuchten. Ein oft vernachlässigter Aspekt beim kooperativen Lernen ist der Einfluss der Lerngruppenzusammensetzung, welcher in dieser Studie für das kooperative Wiederholen untersucht wird. Es kann festgestellt werden, dass Concept Mapping für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten lernförderlich ist und die Lerngruppenzusammensetzung diesen Effekt dahingehend moderiert, dass Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten, die in homogen zusammengesetzten Lerngruppen lernen, am meisten von Concept Mapping im Vergleich zum Schreiben von Zusammenfassungen profitieren. Allerdings gilt die Lernförderlichkeit nicht ausschließlich für Lernende geringer kognitiver Fähigkeiten in homogen zusammengesetzten Lerngruppen.

Neben den theoretischen Erträgen für die Biologiedidaktik, die in dieser Studie erbracht werden, wird außerdem ein Beitrag zur Material- und Testentwicklung geleistet: Mit der Entwicklung und Testung von fünf aufeinander aufbauenden Interaktionsboxen zum Thema Herz und Blutkreislauf wird eine Sequenz an Lernmaterialien erstellt, mit der sich Lernende kooperativ und aktiv Wissen zu diesem Themenbereich aneignen können. Unabhängig von den Untersuchungsbedingungen erbringen die Schüler eine deutliche Leistungssteigerung aufgrund des Einsatzes der Interaktionsboxen. Es gelingt somit eine Lernumgebung zu schaffen, in der Lernende eigenständig in Kleingruppen Funktionsmodelle zum Herz und Blutkreislauf erstellen und reflektieren können. Weiterhin kann der von Neuroth (2002) entwickelte und von Fechner (2009) auf einen weiteres chemisches Inhaltsgebiet übertragene Vernetzungstest für einen biologischen Fachinhalt adaptiert werden. Damit wird ein Beitrag zur Entwicklung adäquater Messinstrumente zur Erfassung der durch Concept Mapping erworbenen Vernetzungsleistung erbracht (Lehman et al., 1985; Markow & Lonning, 1998; Schmid & Telaro, 1990).

Trotz der eher ernüchternden Ergebnisse zum Einfluss kontextorientierten Lernens wird das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten als wünschenswerte Implikation in den Biologieunterricht gesehen, da damit der Forderung nach in den Bildungsstandards verankerten Anwendungsbezügen nachgekommen werden kann, die u.a. aufgrund von schlechten PISA-Resultaten immer wieder aufkommt. Zudem ist festzuhalten, dass in dieser Studie negative Wirkungen kontextorientierten Lernens, wie sie immer wieder von Lehrenden und Kritikern befürchtet werden, ausgeschlossen werden können. Kontextori-

entiertes Lernen sollte also in keinem Nachteil für die Lernenden resultieren. Schließlich zeigt sich das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten in Kombination mit Concept Mapping sogar lernförderlich bezüglich der Vernetzungsleistung. Bevor von kontextorientiertem Lernen in Biologie abgesehen wird, sollte daher besser über zusätzliche Unterstützungsmaßnahmen wie z.B. das hier dargestellte Concept Mapping nachgedacht werden.

Die Studie impliziert weiterhin, dass Concept Mapping als ein sinnvolles Instrument im Biologieunterricht gesehen werden kann um Fachinhalte zu wiederholen. Die Ergebnisse sollten Schulpraktiker dazu ermuntern, die Methode Concept Mapping im Biologieunterricht zu trainieren und einzusetzen. Der Trainingsaufwand in dieser Studie liegt mit 20 Minuten in einem Rahmen, der auch im Regelunterricht realisierbar und von langfristiger Effizienz sein sollte, so dass eine Implementierung der Methode Das Concept Mapping empfiehlt sich außerdem für kooperatives Lernen, insbesondere bei eigenständiger Gruppenzusammensetzung, welche nach Ciani et al. (2008) zu positiveren Emotionen führt als die Einteilung durch die Lehrkraft. Begründet liegt dies darin, dass im Gegensatz zu einer Gruppeneinteilung durch die Lehrkraft die eigenständige Gruppenzusammensetzung eher in homogenen Lerngruppen geringer kognitiver Fähigkeiten resultiert, welche für das Schreiben von Zusammenfassungen eher ungünstig sind und sich daher speziell für das Concept Mapping anbieten.

16.2 Forschungsdesiderata und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit zeigt sich das erwartungswidrige Ergebnis, dass beim Lernen eines humanbiologischen Themas lebensweltliche Kontexte im Vergleich zu fachlichen Kontexten nicht förderlich auf das situationale Interesse oder die Lernleistung wirken. Dieses Ergebnis ist allerdings nicht generalisierbar, ohne dass weitere Untersuchungen durchgeführt werden, die u.a. auch Themenbereiche aus Inhaltsgebieten, die als weniger interessant wahrgenommen werden, in den Blick nehmen. Ausgehend von der in Absatz 2.2.1 dargestellten Literatur zum Interesse in den Naturwissenschaften und bezüglich der Resultate dieser Studie wird angenommen, dass kontextorientiertes Lernen nicht nur fachspezifisch (siehe auch Haugwitz, Fechner, Sandmann & Sumfleth, 2008), sondern auch innerhalb eines Faches themenspezifisch unterschiedlich ausgeprägt ist. Daher sind über diese Studie hinaus Untersuchungen angezeigt, die weitere Inhaltsbereiche in den Blick nehmen, da erwartet wird, dass Untersuchungen zu Themen, bei denen die Trennung von fachlichen Inhalten und lebensweltlichen Bezügen klarer vorzu-

nehmen ist, zu anderen Ergebnissen kommen (vgl. Häußler & Hoffmann, 1998). Darauf lassen auch die Ergebnisse von Schmiemann (2008) schließen, die zeigen, dass Schüler der Jahrgangsstufe acht beim Konzept Blutkreislauf vornehmlich ein alltagssprachliches Kompetenzniveau erreichen, während die Mehrzahl der Schüler dieser Jahrgangsstufe bei anderen biologischen Konzepten (Vererbung, Entwicklung) ein fachsprachliches Begriffsniveau erlangen. Dies lässt Rückschlüsse darauf zu, dass das Thema Blutkreislauf sowohl einem alltagsweltlichen als auch einem fachlichen Konzept zuzuordnen ist und außerdem lebensweltliche Kontexte schlecht von fachlichen Kontexten abgegrenzt werden können. Eine erste Möglichkeit den Einfluss kontextorientierten Lernens in Abhängigkeit verschiedener Inhalte aufzuklären bietet sich durch die Anwendung *eines* Kontextes auf *verschiedene* Fachinhalte (Sandmann & Sumfleth, 2009). Durch die Konstanzhaltung der Kontextvariable sollte herausgefunden werden können, inwiefern Kontexte bei verschiedenen Fachinhalten wirken. Darüber hinaus stehen Untersuchungen zu Strukturmerkmalen von Fachinhalt und Kontext noch aus.

Neben der diskutierten Nähe von Kontext und Fachinhalt könnte auch die Lernumgebung selbst eine Rolle für die Wirkungen beim kontextorientierten Lernen spielen. In der vorliegenden Untersuchung werden Interaktionsboxen eingesetzt, deren Fokus auf dem praktischen Bau und Verständnis eines Funktionsmodells liegt. Der auf den Aufgabenkarten implementierte Kontext könnte eher als Einleitung in den Fachinhalt verstanden werden und bleibt möglicherweise während des Lernprozesses eher außen vor. Dem könnte mit papierbasierten Lernmaterialien wie etwa Beispielaufgaben (siehe Sandmann & Sumfleth, 2009) vermutlich entgegengewirkt werden. Durch die Einbettung der Fachinhalte in lebensweltliche Kontexte könnten die Lernenden entlang des Textes durch den stets am Kontext orientierten Fachinhalt geleitet werden.

Zu beachten hierbei wäre jedoch, dass gerade kooperative Lernformen Kommunikation sowohl über Fachinhalte und auch über Kontexte erlauben, weshalb sie nicht generell als nachteilig gegenüber papierbasierten Materialien zum individuellen Lernen gesehen werden sollten. So sollten die Lernenden bei dem hier eingesetzten Lernen mit Interaktionsboxen durch den Einbezug und den Austausch verschiedener Vorwissensquellen dazu angeregt werden mehr über die Fachinhalte und Kontexte zu diskutieren und nachzudenken. Die Ergebnisse zum Zusammenhang der prozessbegleitenden Videodaten, dem situationalen Interesse und der Lernleistung zeigen, dass in der Untersuchungsbedingung mit lebensweltlicher Kontextorientierung über die lebensweltlichen Kontexte gesprochen wird und die Häufigkeit dieser Aussagen mit der Lernleistung in dieser Untersuchungsbedingung korreliert. Außerdem korreliert die Anzahl an fachinhaltlichen Aussagen mit

der Lernleistung und dem situationalen Interesse, allerdings erfolgen durch das Lernen mit lebensweltlichen Kontexten nicht mehr fachinhaltliche Aussagen. Ein Ziel, das die Forschung zum kontextorientierten Lernen daher verfolgen sollte, wäre es durch die Implementierung lebensweltlicher Kontexte die Kommunikation zu Kontexten und v.a. auch Fachinhalten zu fördern. Dies würde auch in Einklang zu den Bildungsstandards stehen, die Kommunikation (sach- und fachbezogene Informationserschließung und -austausch) als einen Kompetenzbereich für das Fach Biologie definieren (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 2005). Demnach können die Schüler Vorwissen, auch im Sinne von Alltagswissen, zur Verarbeitung biologischer Informationen verwenden. Möglicherweise kann kooperatives kontextorientiertes Lernen durch ein Aufgreifen von Alltagswissen die Lernenden dazu anregen, mehr über Kontexte als auch über Konzepte zu kommunizieren. Ermöglicht werden könnte dies z.B. durch Kontexte, die von größerer persönlicher Bedeutsamkeit sind oder eine höhere Aufmerksamkeit der Lernenden auf sich ziehen (siehe dazu Lubben et al., 1996, die zeigen, dass konfliktbehaftete Kontexte als besonders interessant wahrgenommen werden). Um dies zu bewerkstelligen bedarf es daher zunächst der Entwicklung von Kontexten und vor allem der Evaluation der Kontexte durch Lernende. Schließlich sind weitere Untersuchungen angezeigt, um manifeste Aussagen zum Einfluss kontextorientierten Lernens unter Berücksichtigung verschiedener Inhalte, Kontexte, daran bestehender Interessen und resultierender Kommunikation machen zu können.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Forschung zu den Wirkungen kontextorientierten Lernens noch am Anfang steht, da einerseits noch wenige experimentelle Studien vorliegen und diese andererseits aufgrund der Realisierung in diversen Settings noch keine klaren Aussagen zum Einfluss auf Interesse und Lernleistung machen können. Möglicherweise ist dies auch einer uneinheitlichen Kontextdefinition geschuldet, so dass unterschiedliche Kontexte auch verschiedene Wirkungen haben können. Wie die Studie aus der Chemie zeigt (Fechner, 2009), können Kontexte, die als lebensweltlich relevante und interessante Kontexte konstruiert sind, unterschiedlich starke Effekte hervorrufen. Dieses Ergebnis spricht dafür, bestimmte Konstruktionskriterien für Kontexte empirisch zu beschreiben, validieren und umzusetzen.

Die Studie kann differenzierte Hinweise zur Wirksamkeit von kooperativem Concept Mapping, insbesondere was die Abhängigkeit von kognitiven Fähigkeiten und der Lerngruppensammensetzung betrifft, ableiten. Während über alle Lernenden hinweg relativ niedrige Effektstärken kooperativen Concept Mappings im Vergleich zu kooperativem Schreiben von Zusammenfassungen zu verzeichnen sind, stellt sich die Frage, wie die Me-

thode des Concept Mappings lernförderlicher gestaltet werden kann. Denkbar wäre, den Lernenden die Begriffe zur Erstellung von Concept Maps nicht explizit vorzugeben, so dass diese in Einklang mit dem Generationseffekt kognitiv stärker aktiv sein müssen, um ein Concept Map zu erstellen (Bertsch et al., 2007). Dadurch würden außerdem die Lernbedingungen zwischen dem Schreiben von Zusammenfassungen und dem Erstellen von Concept Maps noch stärker aneinander angepasst. Um detaillierte Aussagen zur Ursache der Wirkungsgefüge beim kooperativen Wiederholen geben zu können, sind prozessbegleitende Datenerhebung wie die Videoanalyse angeraten, womit die Untersuchung von Prozessen stärker in den Blick genommen werden kann, was z.B. Schmid und Telaro (1990) für relevanter als das resultierende Concept Map halten. Damit könnte gezielt Aufschluss dazu gewonnen werden, welche Rollen Lernende hoher oder geringer kognitiver Fähigkeiten beim kooperativen Concept Mapping bzw. Schreiben von Zusammenfassungen übernehmen und welchen Einfluss dies auf die Lernleistung der Einzelnen nimmt. Durch solche prozessbeschreibenden Maße könnten mögliche Ansatzpunkte identifiziert werden, um das kooperative Lernen stärker zu fördern.

Literaturverzeichnis

- Ahlberg, M. (2004). Varieties of concept mapping. In A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Hrsg.), *Using concept maps as a research tool in science education research. Proceedings of the first international conference on concept mapping*. Pamplona, Spain.
- Aikenhead, G. (1994). What is STS teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Hrsg.), *STS education: International perspectives on reform* (S. 47–59). New York: Teachers College Press.
- Austin, L. B. & Shore, B. M. (1995). Using concept mapping for assessment in physics. *Physics Education*, 30, 41–45.
- Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Baron, R. M. & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173–1182.
- Basque, J. & Lavoie, M.-C. (2006). Collaborative concept mapping in education: Major research trends. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Hrsg.), *Concept Maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the second international conference on concept mapping*. San José, Costa Rica.
- Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (2000). *TIMSS/III. Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Band 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit*. Opladen: Leske+Budrich.
- Bayrhuber, H., Bögeholz, S., Eggert, S., Elster, D., Grube, C., Höble, C. et al. (2007). Biologie im Kontext – Erste Forschungsergebnisse. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 60, 304–313.
- Bayrhuber, H., Bögeholz, S., Elster, D., Hammann, M., Höble, C., Lücken, M. et al. (2007). Biologie im Kontext. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unter-*

- richt*, 60, 282–286.
- Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I. & Waddington, D. (2005). Context-based and conventional approaches to teaching chemistry: Comparing teachers' views. *International Journal of Science Education*, 27, 1521–1547.
- Bennett, J., Hogarth, S. & Lubben, F. (2003). A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science: Review summary. In *Research evidence in education library*. London: EPPI Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education.
- Bennett, J. & Holman, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of chemistry: What are they and what are their effects? In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. van Driel (Hrsg.), *Science & technology education library* (S. 165–184). Dordrecht: Kluwer Academics Publisher.
- Bennett, J., Holman, J., Lubben, F., Nicolson, P. & Otter, C. (2005). Science in context: The Salters Approach. In P. Nentwig & D. Waddington (Hrsg.), *Making it relevant: Context based learning of science* (S. 121–154). Münster: Waxmann.
- Bennett, J. & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28, 999–1015.
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347–370.
- Bennett, J., Lubben, F., Hogarth, S. & Campbell, A. (2005). Systematic reviews of research in science education: rigour or rigidity? *International Journal of Science Education*, 27, 387–406.
- Bertsch, S., Pesta, B. J., Wiscott, R. & McDaniel, M. A. (2007). The generation effect: A meta-analytic review. *Memory and Cognition*, 35, 201–210.
- Bjork, R. A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In J. Metcalfe & A. Shimamura (Hrsg.), *Metacognition: Knowing about knowing* (S. 185–205). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Briscoe, C. & LaMaster, S. U. (1991). Meaningful learning in college Biology through concept mapping. *The American Biology Teacher*, 53, 214–219.
- Brown, D. S. (2003). A group approach to concept mapping. *The American Biology*

- Teacher*, 65, 192–197.
- Bruhn, J., Fischer, F., Gräsel, C. & Mandl, H. (2000). Kooperatives Lernen mit Mapping-Techniken. In F. Fischer & H. Mandl (Hrsg.), *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken* (S. 119–133). Göttingen: Hogrefe.
- Buckley, B. C. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in biology. *International Journal of Science Education*, 22, 895–935.
- Bunting, C., Coll, R. K. & Campbell, A. (2006). Student views of concept mapping use in introductory tertiary biology classes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 641–668.
- Campbell, B., Lubben, F. & Dlamini, Z. (2000). Learning science through contexts: Helping pupils make sense of everyday situations. *International Journal of Science Education*, 22, 239–252.
- Cañas, A. J. (2003). *A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support* (Bericht). Pensacola FL: The Institute for Human and Machine Cognition.
- Chiu, C.-H. (2004). Evaluating system-based strategies for managing conflict in collaborative concept mapping. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 124–132.
- Chmielewski, T. L. & Dansereau, D. F. (1989). Enhancing the recall of text: Knowledge mapping training promotes implicit transfer. *Journal of Educational Psychology*, 90, 407–413.
- Chularut, P. & DeBacker, T. K. (2004). The influence of concept mapping on achievement, self-regulation, and self-efficacy in students of English as a second language. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 248–263.
- Ciani, K. D., Summers, J. J., Easter, M. A. & Sheldon, K. M. (2008). Collaborative learning and positive experiences: does letting students choose their own groups matter? *Educational Psychology*, 28, 627–641.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2. Aufl.). New York: Academic Press.
- Dahnke, H., Fuhrmann, A. & Steinhagen, K. (1998). Entwicklung und Einsatz von Computersimulation und Concept Mapping als Erhebungsinstrumente bei Vorstellungen zur Wärmephysik eines Hauses. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(2), 67–80.
- De Bock, D., Verschaffel, L., Janssens, D., van Dooren, W. & Claes, K. (2003). Do realistic contexts and graphical representations always have a beneficial impact on students' performance? Negative evidence from a study on modelling non-linear

- geometry problems. *Learning and Instruction*, 13, 441–463.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by 'collaborative learning'? In P. Dillenbourg (Hrsg.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (S. 1–19). Oxford: Elsevier.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A. & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada & P. Reimann (Hrsg.), *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science* (S. 189–211). Oxford: Elsevier.
- Donaldson, T. S. (1968). Robustness of the F-test to errors of both kinds and the correlation between the numerator and denominator of the F-ratio. *Journal of the American Statistical Association*, 63, 660–676.
- Duit, R. (2006). Initiativen zur Verbesserung des Physikunterrichts in Deutschland. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 2, 83–96.
- Duit, R., Mikelskis-Seifert, S. & Wodzinski, C. T. (2007). Physics in context – a program for improving physics instruction in Germany. In R. Pintó & D. Couso (Hrsg.), *Contributions from science education research* (S. 119–130). The Netherlands: Springer.
- Engeln, K. (2004). Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Studien zum Physiklernen* (Bd. 36). Berlin: Logos Verlag.
- Esiobu, G. & Soyibo, K. (1995). Effects of concept and vee mappings under three learning modes on students, cognitive achievement in ecology and genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 971–995.
- Fechner, S. (2009). Effects of context-oriented learning on student interest and achievement in chemistry education. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Berlin: Logos Verlag.
- Fey, A., Gräsel, C., Puhl, T. & Parchmann, I. (2004). Implementation einer kontextorientierten Unterrichtskonzeption für den Chemieunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 33, 238–256.
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS: and sex and drugs and rock 'n' roll*. (3. Aufl.). London: Sage.
- Finke, E. (1999). Faktoren der Entwicklung von Biologieinteressen in der Sekundarstufe I. In R. Duit & J. Mayer (Hrsg.), *Studien zur naturwissenschaftsdidaktischen Lern- und Interessensforschung* (S. 103–117). Kiel: IPN.

- Finkelstein, N. (2005). Learning physics in context: A study of student learning about electricity and magnetism. *International Journal of Science Education*, 27, 1187–1209.
- Fischler, H. & Peuckert, J. (2000a). Concept Mapping in Forschungszusammenhängen. In H. Niedderer & H. Fischler (Hrsg.), *Studien zum Physiklernen: Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie* (Bd. 1, S. 1–23). Berlin: Logos Verlag.
- Fischler, H. & Peuckert, J. (2000b). Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie. In H. Niedderer & H. Fischler (Hrsg.), *Studien zum Physiklernen* (Bd. 1). Berlin: Logos Verlag.
- Foos, P. (1995). The effects of variation in text summary opportunities on test performance. *Journal of Experimental Education*, 63, 89–95.
- Francisco, J., Nakhleh, M., Nurrenbern, S. & Miller, M. (2002). Assessing student understanding of general chemistry with concept mapping. *Journal of Chemical Education*, 79, 248–257.
- Freeman, L. A. & Jessup, L. (2004). The power and benefits of concept mapping: Measuring use, usefulness, ease of use, and satisfaction. *International Journal of Science Education*, 26, 151–169.
- Friend, R. (2001). Effects of strategy instruction on summary writing of college students. *Contemporary Educational Psychology*, 26, 3–24.
- Gao, H., Shen, E., Losh, S. & Turner, J. (2007). A review of studies on collaborative concept mapping: What have we learned about the technique and what is next? *Journal of Interactive Learning Research*, 18, 479–492.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of „context“ in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28, 957–976.
- Gilbert, J. K. (2008). Visualization: An emergent field of practice and enquiry in science education. In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Hrsg.), *Visualization: Theory and practice in science education* (S. 3–24). The Netherlands: Springer.
- Gilbert, J. K. & Osborne, R. J. (1980). The use of models in science and science teaching. *International Journal of Science Education*, 2, 2–13.
- Gillies, R. M. (2003). Structuring cooperative group work in classrooms. *International Journal of Educational Research*, 39, 35–49.
- Glass, G. V., Peckham, P. & Sanders, J. R. (1972). Consequence of failure to meet assumptions underlying the fixed effects analyses of variance and covariance. *Review of Educational Research*, 42, 237–288.

- Glemnitz, I. (2007). Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht – Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Studien zum Physik- und Chemielernen* (Bd. 62). Berlin: Logos Verlag.
- Gräber, W. (1995). Schülerinteressen und deren Berücksichtigung im STS-Unterricht: Ergebnisse einer empirischen Studie zum Chemieunterricht. *Empirische Pädagogik*, 9, 221–238.
- Hager, W. (2000). Planung von Untersuchungen zur Prüfung von Wirksamkeits- und Wirksamkeitsunterschiedshypothesen. In W. Hager, J.-L. Patry & H. Brezing (Hrsg.), *Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen* (S. 202–239). Bern: Hans Huber.
- Hall, R. H. & O'Donnell, A. M. (1996). Cognitive and affective outcomes of learning from knowledge maps. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 94–101.
- Hardy, I. & Stadelhofer, B. (2006). Concept Maps wirkungsvoll als Strukturierungshilfen einsetzen. Welche Rolle spielt die Selbstkonstruktion? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20, 175–187.
- Harp, S. & Mayer, R. E. (1998). How seductive details do their damage: A theory of cognitive interest in science learning. *Journal of Educational Psychology*, 90, 414–434.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22, 1011–1026.
- Haugwitz, M., Fechner, S., Sandmann, A. & Sumfleth, E. (2008). *Zum Einfluss von Kontext und Concept Maps auf Lernerfolg und Interesse in Biologie und Chemie* (DFG-Zwischenbericht im Rahmen der Forschergruppe Naturwissenschaftlicher Unterricht). Universität Duisburg-Essen.
- Haugwitz, M. & Sandmann, A. (2009). Collaborative modelling of the vascular system – Designing and evaluating a new learning method for secondary students. *Manuscript submitted for publication*.
- Heller, K. A. & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision (KFT 4-12+R)*. Göttingen: Hogrefe.
- Henderleiter, J. & Pringle, D. (1999). Effects of context-based laboratory experiments on attitudes of analytical chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 76, 100–106.
- Hidi, S. & Berndorff, D. (1998). Situational interest and learning. In A. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and learning. Procee-*

- dings of the Secon-conference on interest and gender* (S. 74–90). Kiel: IPN.
- Hilbert, T. & Renkl, A. (2008). Concept mapping as a follow-up strategy to learning from texts: What characterizes good and poor mappers? *Instructional Science*, *36*, 53–73.
- Hill, M. (1991). Writing summaries promotes thinking and learning across the curriculum – but why are they so difficult to write? *Journal of Reading*, *34*, 536–539.
- Hofacker, S. (2007). *Entwicklung und Erprobung eines Lehrganges mit Interaktionsboxen für die Klassenstufe 8 zum Thema Blutkreislauf*. Unveröffentlichte Examensarbeit, Universität Duisburg-Essen.
- Hoffmann, L. & Lehrke, M. (1986). Eine Untersuchung von Schülerinteressen an Physik und Technik. *Zeitschrift für Pädagogik*, *32*, 189–204.
- Holmbeck, G. N. (1997). Toward terminological, conceptual and statistical clarity in the study of mediators and moderators: Examples from the child-clinical and pediatric psychology literature. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *65*, 599–610.
- Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *13*, 71–86.
- Horton, P. B., McConney, A., Gallo, M., Woods, A. L., Senn, G. J. & Hamelin, D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Science Education*, *77*, 95–111.
- Hoz, R., Tomer, Y. & Tamir, P. (1990). The relation between disciplinary and pedagogical knowledge and the length of teaching experience of biology and geography teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*, 973–985.
- Häußler, P. (1987). Measuring students' interest in physics – Design and results of a cross-sectional study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, *9*, 79–92.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschafts-didaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1998). Chancengleichheit für Mädchen im Physikunterricht – Ergebnisse eines erweiterten BLK-Modellversuchs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *4*(1), 51–67.
- Jegade, O., Alaiyemola, F. & Okebukola, P. A. (1990). The effect of concept mapping on students' anxiety and achievement in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*, 951–960.
- Jonassen, D., Reeves, T., Hong, N., Harvey, D. & Peters, K. (1997). Concept mapping as

- cognitive learning and assessment tools. *Journal of Interactive Learning Research*, 8, 289–308.
- Jähmig, S. (2007). *Instrumentenentwicklung und Evaluation eines Lehrgangs mit Interaktionsboxen für die Klassenstufe 8 zum Thema Blutkreislauf*. Unveröffentlichte Examensarbeit, Universität Duisburg-Essen.
- Jüngst, K. (1995). Studien zur didaktischen Nutzung von Concept Maps. *Unterrichtswissenschaft*, 3, 229–250.
- Jüngst, K. & Schrittmacher, P. (1995). Wissensstrukturdarstellung: Theoretische Ansätze und praktische Relevanz. *Unterrichtswissenschaft*, 23, 194–207.
- Kauertz, A., Bremerich-Vos, A. & Fischer, H. (2009). *Kontexte und Physikkompetenz* (DFG-Antrag im Rahmen der Forschergruppe Naturwissenschaftlicher Unterricht). Universität Duisburg-Essen.
- Keselman, H. J., Huberty, C. J., Lix, L. M., Olejnik, S., Cribbie, R. A., Donahue, B. et al. (1998). Statistical practices of educational researchers: An analysis of their ANOVA, MANOVA, and ANCOVA analyses. *Review of Educational Research*, 68, 350–368.
- Kinchin, I. M. (2000). Concept mapping in biology. *Journal of Biological Education*, 34, 61–68.
- Kinchin, I. M., De-Leij, F. A. A. M. & Hay, D. (2005). The evolution of a collaborative concept mapping activity for undergraduate microbiology students. *Journal of Further and Higher Education*, 29, 1–14.
- Kinchin, I. M. & Hay, D. (2005). Using concept maps to optimize the composition of collaborative student groups: A pilot study. *Journal of Advanced Nursing*, 51(2), 182–187.
- Kinchin, I. M., Hay, D. & Adams, A. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational Research*, 42, 43–57.
- King, D. (2007). Teacher beliefs and constraints in implementing a context-based approach in chemistry. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association*, 53, 14–18.
- Klieme, E. & Stanat, P. (2002). Zur Aussagekraft internationaler Schulleistungsvergleiche: Befunde und Erklärungsansätze am Beispiel von PISA (2002). *Bildung und Erziehung*, 55, 25–44.
- Kline, T. J. B. (2005). *Psychological Testing. A practical approach to design and evaluation*. California: Sage Publications.

- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 14, 23–40.
- Krapp, A. (1999). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 23–40.
- Krapp, A. (2001). Interesse. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (Bd. 2, S. 286–294). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12, 383–409.
- Krapp, A. (2007). An educational–psychological conceptualisation of interest. *International Journal of Educational and Vocational Guidance*, 7, 5–21.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (1992). *Interesse, Lernen, Leistung: Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Lernforschung*. Münster: Aschendorff.
- Lambiotte, J. & Dansereau, D. F. (1992). Effects of knowledge maps and prior knowledge on recall of science lecture content. *Journal of Experimental Education*, 60, 189–201.
- Lambiotte, J., Dansereau, D. F., Cross, D. R. & Reynolds, S. B. (1989). Multirelational semantic maps. *Educational Psychology Review*, 1, 331–367.
- Larkin, J. H. & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, 65–99.
- Laukenmann, M., Bleicher, M., Fuß, S., Gläser-Zikuda, M., Mayring, P. & von Rhöneck, C. (2000). Eine Untersuchung zum Einfluss emotionaler Faktoren auf das Lernen im Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 6, 139–155.
- Lawless, C., Smee, P. & O’Shea, T. (1998). Using concept sorting and concept mapping in business and public administration, and in education: An overview. *Educational Research*, 40, 219–235.
- Lazarowitz, R. & Hertz-Lazarowitz, R. (1979). Choices and preferences of science subjects by junior high school students in Israel. *Journal of Research in Science Teaching*, 16, 317–323.
- Lee, H.-S. & Bulter, N. (2003). Making authentic science accessible to students. *International Journal of Science Education*, 25, 923–948.
- Lehman, J., Carter, C. & Kahle, J. (1985). Concept mapping, vee mapping, and achievement: Results of a field study with black high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 663–673.
- Lou, Y., Abrami, P. C., Spence, J. C., Poulsen, C., Chambers, B. & d’Appolonia, S.

- (1996). Within-class grouping: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66, 423–458.
- Lubben, F., Campbell, B. & Dlamini, B. (1996). Contextualising science teaching in Swaziland: Some student reactions. *International Journal of Science Education*, 18, 311–320.
- Löwe, B. (1992). *Biologieunterricht und Schülerinteresse an Biologie*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Mandl, H. & Fischer, F. (2000a). Mapping-Techniken und Begriffsnetze in Lern- und Kooperationsprozessen. In H. Mandl & F. Fischer (Hrsg.), *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken* (S. 3–12). Göttingen: Hogrefe.
- Mandl, H. & Fischer, F. (Hrsg.). (2000b). *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. Göttingen: Hogrefe.
- Markow, P. G. & Lonning, R. A. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1015–1029.
- Mayer, J. & Ziemek, H.-P. (2006). Offenes Experimentieren. *Unterricht Biologie*, 317, 4–12.
- Mayoh, K. & Knutton, S. (1997). Using out-of-school experience in science lessons: Reality or rhetoric? *International Journal of Science Education*, 19, 849–867.
- Millar, R. (2005). Contextualised science courses: Where next? In P. Nentwig & D. Waddington (Hrsg.), *Making it relevant: Context based learning in science* (S. 323–346). Münster: Waxmann.
- Ministerium für Schule und Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). (2002). *Biologie. Sekundarstufe I. Gymnasium. Richtlinien und Lehrpläne*. Frechen: Ritterbach.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85, 424–436.
- Möbel, W. (2001). Kumulatives Lernen – Verknüpfung von Wissen durch Begriffsnetze. *Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule*, 7, 5–7.
- Nentwig, P. & Waddington, D. H. (2005). *Making it relevant: Context based learning of science*. Münster: Waxmann.
- Nesbit, J. C. & Adesope, O. O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 76, 413–448.
- Neuroth, J. (2002). *Triaden-Test als Methode zur Ermittlung des Verknüpfungsgrades des Schülerwissens – Eine Verfahrensmodifikation zum Verknüpfungstest*. Unver-

- öffentliche Examensarbeit, Universität Essen.
- Neuroth, J. (2007). Concept Mapping als Lernstrategie. Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Studien zum Chemie- und Physiklernen* (Bd. 64). Berlin: Logos Verlag.
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2006). *The theory underlying concept maps and how to construct them* (Bericht). Pensacola, Florida: Florida Institute for Human and Machine Cognition (IHMC).
- Novak, J. D. & Gowin, B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- O'Donnell, A. M., Dansereau, D. F. & Hall, R. H. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educational Psychology Review*, 14, 71–86.
- OECD. (2006). *Evolution of student interest in science and technology studies: Policy report*. <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf>.
- OECD. (2007). *Pisa 2006 – Schulleistungen im internationalen Vergleich. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Okebukola, P. A. (1992). Concept mapping with a cooperative learning flavour. *The American Biology Teacher*, 54, 218–221.
- Okebukola, P. A. & Jegede, O. J. (1988). Cognitive preference and learning mode as determinants of meaningful learning through concept mapping. *Science Education*, 72, 153–170.
- Osborne, J. & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the school science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23, 441–467.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049–1079.
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., Ralle, B. et al. (2006). Chemie im Kontext – A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28, 1041–1062.
- Patterson, M. E., Dansereau, D. F. & Newbern, D. (1992). Effects of communication aids and strategies on cooperative teaching. *Journal of Educational Psychology*, 84, 453–461.
- Pintrich, P. (1989). The dynamic interplay of student motivation and cognition in the college classroom. In C. Ames & M. L. Maehr (Hrsg.), *Advances in motivation and achievement* (S. 117–160). Greenwich, CT: JAI Press.

- Radmacher, S. A. & Latosi-Sawin, E. (1995). Summary writing: A tool to improve student comprehension and writing in psychology. *Teaching of Psychology*, 22, 113–115.
- Ramsden, J. (1997). How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+? *International Journal of Science Education*, 19, 697–710.
- Raudenbush, S. W. & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear Models. Application and data analysis methods* (2. Aufl.). London: Sage.
- Renkl, A., Mandl, H. & Gruber, H. (1996). Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31, 115–121.
- Rennie, L. J. & Parker, L. H. (1996). Placing physics problems in real-life context: Students' reactions and performance. *Australian Science Teachers Journal*, 42, 55–59.
- Rewey, K. L., Patterson, M. E., Dees, S. M., Skaggs, L. P. & Pitre, U. (1992). Scripted cooperation and knowledge map supplements: Effects on the recall of biological and statistical information. *Journal of Experimental Education*, 60, 93–107.
- Rheinberg, F. & Wendland, M. (2003). *Itemübersicht zum Fragebogen PMI-M* (DFG-Projekt: Veränderung der Lernmotivation in Mathematik und Physik: Eine Komponentenanalyse und der Einfluss elterlicher und schulischer Kontextfaktoren). Universität Potsdam, Institut für Psychologie.
- Rimmele, R. (2004). *Videograph*. Kiel: IPN.
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G. & Stavy, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 500–529.
- Roth, W.-M. & Roychoudhury, A. (1993). The concept map as a tool for the collaborative construction of knowledge: A microanalysis of high school physics students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 503–534.
- Rubba, P. A., McGuyer, M. & Wahlund, T. M. (1991). The effects of infusing STS vignettes into the genetics unit of biology on learner outcomes in STS and genetics: A report of two investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 537–552.
- Ruiz-Primo, M. & Shavelson, R. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 569–600.
- Rumann, S. (2005). Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Studien zum Chemie- und Physiklernen* (Bd. 45). Berlin: Logos Verlag.

- Sandmann, A. & Sumfleth, E. (2009). *Systematisch variierte Kontexte und ihr Einfluss auf das Lernen biologischer und chemischer Konzepte* (DFG-Antrag im Rahmen der Forschergruppe Naturwissenschaftlicher Unterricht). Universität Duisburg-Essen.
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaft*, 12, 45–66.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299–323.
- Schiefele, U. (1998). Individual interest and learning – What we know and what we don't know. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and Learning. Proceedings of the Seeon-conference on interest and gender* (S. 91–104). Kiel: IPN.
- Schiefele, U., Krapp, A. & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 25(2), 120–148.
- Schmelzer, R. (2008). *Videoanalyse kontextorientierter Kleingruppenarbeit in Biologie*. Unveröffentlichte Examensarbeit, Universität Duisburg-Essen.
- Schmid, R. & Telaro, G. (1990). Concept mapping as an instructional strategy for high school biology. *Journal of Educational Research*, 84, 78–85.
- Schmiemann, P. (2008). *Modellierung von Schülerkompetenzen im Bereich des biologischen Fachwissens*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- Schminke, M., Pfeiffer, P. & Haag, L. (2007). Mehr Interesse am Chemieunterricht durch Praxisorientierung? *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 60, 177–185.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y. & Lee, H.-Y. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1436–1460.
- Schwartz-Bloom, R. D. & Halpin, M. J. (2003). Integrating pharmacology topics in high school biology and chemistry classes improves performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 922–938.
- Seel, N. M. (2003). *Psychologie des Lernens*. München: Ernst Reinhardt Verlag.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2006). Stability of teaching patterns in physics instruction: Findings from a video study. *Learning and Instruction*, 16, 228–240.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepu-

- blik Deutschland (Hrsg.). (2005). *Bildungsstandards Biologie*. München: Luchterhand.
- Shavelson, R. J., Lang, H. & Lewin, B. (1994). *On concept maps as potential "authentic" assessments in science* (Bericht). Los Angeles: CRESST/University of Santa Barbara.
- Slavin, R. E. (1991). Synthesis of research on cooperative learning. *Educational Leadership*, 48, 71–82.
- Slavin, R. E. (1996). Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 43–69.
- Slotte, V. & Lonka, K. (1999). Spontaneous concept maps aiding the understanding of scientific concepts. *International Journal of Science Education*, 21, 515–531.
- Smith, G. & Matthews, P. (2000). Science, technology and society in transition year: A pilot study. *Irish Educational Studies*, 19, 107–119.
- Stanat, P. et al. (Hrsg.). (2002). *PISA 2000: Die Studie im Überblick: Grundlagen, Methoden und Ergebnisse*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Stark, R., Gruber, H. & Mandl, H. (1998). Motivationale und kognitive Passungsprobleme beim komplexen situierten Lernen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 44, 202–215.
- Stoyanova, N. & Kommers, P. (2002). Concept mapping as a medium of shared cognition in computer-supported collaborative problem solving. *Journal of Interactive Learning Research*, 13(1/2), 111–133.
- Stracke, I. (2004). *Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie. Empirische Untersuchungen am Beispiel des chemischen Gleichgewichts*. Münster: Waxmann.
- Sumfleth, E., Rumann, S. & Nicolai, N. (2004). Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht. *Essener Unikate*, 24, 74–85.
- Sumfleth, E. & Wild, E. (2001). *Schulische und familiale Bedingungen des Lernens und Lernmotivation im Fach Chemie: Evaluation eines integrierten Interventionskonzeptes zur Säure-Base-Thematik*. (Zwischenbericht an die DFG)
- Taasoobshirazi, G. & Carr, M. (2008). A review and critique of context-based physics instruction and assessment. *Educational Research Review*, 3, 155–167.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5. Aufl.). Boston: Allyn and Bacon.
- Taber, K. S. (1994). Student reaction on being introduced to concept mapping. *Physics Education*, 29, 276–281.

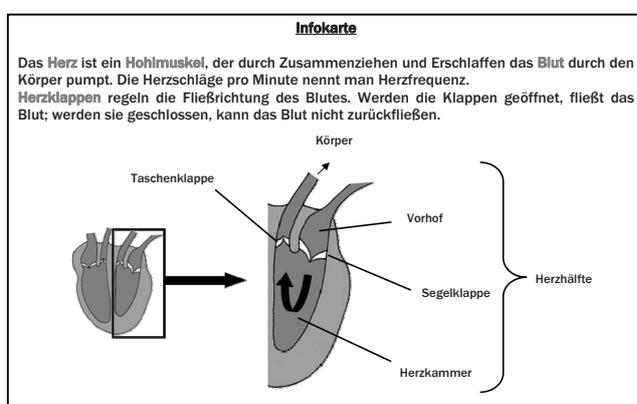
- Toth, E. E., Suthers, D. D. & Lesgold, A. M. (2002). "Mapping to know": The effects of representational guidance and reflective assessment on scientific inquiry. *Science Education*, 86, 264–286.
- Tsai, C.-C. (2000). The effects of STS-oriented instruction on female tenth graders' cognitive structure outcomes and the role of student scientific epistemological beliefs. *International Journal of Science Education*, 22, 1099–1115.
- Van Oers, B. (1998). From context to contextualizing. *Learning and Instruction*, 8, 473–488.
- Van Boxtel, C., van der Linden, J., Roelofs, E. & Erkens, G. (2002). Collaborative concept mapping: Provoking and supporting meaningful discourse. *Theory into Practice*, 41, 40–46.
- Vogt, H., Belzen, A. Upmeier zu, Schröer, S. & Hoek, I. (1999). Unterrichtliche Aspekte im Fach Biologie, durch die Unterricht aus Schülersicht als interessant erachtet wird. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 5(3), 75–85.
- Waddington, D. (2005). Context-based learning in science education: A review. In P. Nentwig & D. Waddington (Hrsg.), *Making it relevant: Context based learning of science* (S. 305–321). Münster: Waxmann.
- Wadouh, J. (2008). *Vernetzung und kumulatives Lernen im Biologieunterricht der Gymnasialklasse 9*. urn:nbn:de:hbz:465-20090317-135634-8, Zugriff am 27.04.2009.
- Weinstein, C. E. & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategie. In M. C. Wittrock (Hrsg.), *Handbook of research in teaching* (S. 315–327). New York: Macmillan.
- Whitelegg, E. & Edwards, C. (2001). Beyond the laboratory – learning physics using real-life contexts. In H. Behrendt et al. (Hrsg.), *Research in science education – past, present, and future* (S. 337–342). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Whitelegg, E. & Parry, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: Meanings, issues and practice. *Physics Education*, 34, 68–72.
- Wierstra, R. F. A. & Wubbels, T. (1994). Student perception and appraisal of the learning environment: Core concepts in the evaluation of the PLON physics curriculum. *Studies in Educational Evaluation*, 20, 437–455.
- Wilkinson, I. A. G. & Fung, I. Y. Y. (2002). Small-group composition and peer effects. *International Journal of Educational Research*, 37, 425–447.
- Winn, W. (1991). Learning from maps and diagrams. *Educational Psychology Review*, 3, 211–247.
- Winther, A. A. & Volk, T. L. (1994). Comparing achievement of inner-city high school

- students in traditional versus STS-based chemistry courses. *Journal of Chemical Education*, 71, 501–505.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Göttingen: Hogrefe.
- Yager, R. & Weld, J. (1999). Scope, sequence and co-ordination: The Iowa Project, a national reform effort in the USA. *International Journal of Science Education*, 21, 169–194.

A Lernmaterialien

Informations- und Aufgabenkarten der einzelnen Sitzungen

Informations- und Aufgabenkarten zu Sitzung 1



Aufgabenkarte

Baut mit den Materialien aus der Box ein Modell zur Pumpfunktion des Säugetierherzens.

- 1: Findet heraus, wie ihr die Flüssigkeit von einem Gefäß in das andere pumpen könnt und beobachtet genau, wie die Teile des Modells funktionieren.
- 2: Ordnet die Materialien des funktionierenden Modells den Teilen des Säugetierherzens zu.

Aufgabenkarte

Tina will mit ihrem Opa ein Wettrennen machen. Doch Tinas Opa fasst sich an sein Herz und sagt, dass seine Pumpe das nicht mehr mitmacht. Tina kommt ins Grübeln und fragt sich, warum man das Herz eigentlich Pumpe nennt. Baut mit den Materialien aus der Box ein Modell zur Pumpfunktion eures Herzens.

- 1: Findet heraus, wie ihr die Flüssigkeit von einem Gefäß in das andere pumpen könnt und beobachtet genau, wie die Teile des Modells funktionieren.
- 2: Ordnet die Materialien des funktionierenden Modells den Teilen eures Herzens zu.

Informations- und Aufgabenkarten zu Sitzung 2

Infokarte

Das **Herz** pumpt mit jedem Herzschlag **Blut** durch den Körper. In manchen Blutgefäßen entstehen dabei Druckwellen, die man als **Puls** bezeichnet und messen kann.

Infokarte

Die Blutgefäße, die das Blut vom Herzen wegführen, heißen **Arterien**. Mit zunehmender Entfernung vom Herzen verzweigen sich die Arterien in **Kapillaren**. **Kapillaren** sind feinste Blutgefäße, die haardünn und elastisch sind.

Aufgabenkarte

Wenn Säugetiere sich verletzen, fließt das Blut an manchen Stellen stoßartig und nicht gleichmäßig heraus.

Baut mit den Materialien aus der Box ein Modell, mit dem ihr herausfinden könnt, in welchen Blutgefäßen das Blut pulsiert.

1: Beobachtet, was ihr am großen Schlauch spürt, wenn ihr den Ball unter Wasser zusammendrückt. Für das Endstück eures Modells habt ihr drei verschiedene Möglichkeiten, von denen nur eine richtig ist. Beobachtet, wie das Wasser jeweils aus dem Modell fließt und begründet, welche Möglichkeit die Beste ist.

2: Ordnet die Teile des Modells denen im Säugetierkörper zu.

Aufgabenkarte



Jonas ist mit dem Fahrrad unterwegs und stürzt. Er verletzt sich am Handgelenk und sein Blut fließt stoßartig aus dem Handgelenk heraus. Überlegt euch, warum das Blut stoßweise und nicht gleichmäßig aus seinem Handgelenk fließt.

Baut mit den Materialien aus der Box ein Modell, mit dem ihr herausfinden könnt, in welchen Blutgefäßen das Blut pulsiert.

1: Beobachtet, was ihr am großen Schlauch spürt, wenn ihr den Ball unter Wasser zusammendrückt. Für das Endstück eures Modells habt ihr drei verschiedene Möglichkeiten, von denen nur eine richtig ist. Beobachtet, wie das Wasser jeweils aus dem Modell fließt und begründet, welche Möglichkeit die Beste ist.

2: Ordnet die Teile des Modells denen in eurem Körper zu.

Informations- und Aufgabenkarten zu Sitzung 3

Infokarte

Die dünnen Kapillaren verdicken sich zum Herzen hin allmählich zu größeren Blutgefäßen. Diese Blutgefäße, die das Blut zum **Herzen** hinführen, nennt man **Venen**. Venen besitzen **Venenklappen**, die das Zurückfließen des Blutes verhindern. Seitlich von den Venen liegen **Muskeln**.

Infokarte

Der **Druck**, den das Herz durch das Pumpen ausübt, hat keinen Einfluss auf die Kapillaren und Venen. Das **Blut** fließt hier gleichmäßig und der Blutdruck ist geringer als in den Arterien.

Aufgabenkarte

Überlegt euch, wie das Blut wieder zurück zum Säugetierherzen transportiert wird.

Baut dazu mit den Materialien aus der Box ein Modell, das zeigt, wie das Blut in den Venen zum Säugetierherzen zurück transportiert wird.

1: Überlegt euch, wie ihr den Druck erzeugen könnt, um die Flüssigkeit nach oben zu transportieren.

2: Ordnet die einzelnen Teile des funktionierenden Modells denen im Säugetierkörper zu und beobachtet genau, wie sie arbeiten.

Aufgabenkarte



Tanja ist mit ihren Freunden auf einem Konzert. Schon lange vor der Einlasszeit stehen sie dicht gedrängt mit den anderen Fans vor der Halle. Nach mehreren Stunden spüren sie, dass ihre Beine schwer werden. Überlegt euch, warum sich das Blut in den Beinen staut und wie es wieder zurück zum Herzen transportiert wird.

Baut dazu mit den Materialien aus der Box ein Modell, das zeigt, wie das Blut in den Venen zu eurem Herzen zurück transportiert wird.

1: Überlegt euch, wie ihr den Druck erzeugen könnt, um die Flüssigkeit nach oben zu transportieren.

2: Ordnet die einzelnen Teile des funktionierenden Modells denen in eurem Körper zu und beobachtet genau, wie sie arbeiten.

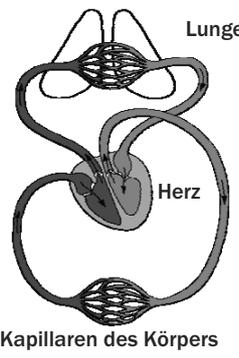
Informations- und Aufgabenkarten zu Sitzung 4

Infokarte

Der Körper benötigt u.a. **Sauerstoff** zur Energiegewinnung. Der Sauerstoff wird in der **Lunge** aufgenommen.

Über einen **Kreislauf** wird der Sauerstoff im Blut durch den **Körper** transportiert und in den **Kapillaren** an Muskeln und Körperteile abgegeben.

Sauerstoffarmes Blut
 Sauerstoffreiches Blut



Infokarte

Die Blutgefäße, die das Blut vom Herzen **weg**führen, heißen **Arterien**. Sie führen meistens sauerstoffreiches Blut. Eine **Ausnahme** bildet die Arterie, die das Blut vom Herzen weg zur Lunge transportiert: Sie führt sauerstoffarmes Blut (**Lungenarterie**).

Die Blutgefäße, die das Blut zum Herzen **hin**führen, nennt man **Venen**. Sie führen meistens sauerstoffarmes Blut. Eine **Ausnahme** bildet die Vene, die das Blut von der Lunge zum Herzen hin transportiert: Sie führt sauerstoffreiches Blut (**Lungenvene**).

Aufgabenkarte

Das Blut transportiert Sauerstoff, der in den Säugetiermuskeln zur Energiegewinnung verwendet wird. Überlegt euch, welchen Weg der Sauerstoff durch den Körper nimmt.

Baut dazu ein Modell, das den Kreislauf des Blutes darstellt und das zeigt, wie der Sauerstoff im Körper transportiert wird.

1. Beobachtet genau, was passiert, wenn ihr die Bälle pumpt.
- 2: Ordnet die einzelnen Teile des Modells denen im Säugetierkörper zu.

Aufgabenkarte



Fußballspieler spielen 2 mal 45 min auf einem großen Fußballfeld. Dabei müssen sie viel und schnell laufen und verbrauchen viel Energie. Das Blut transportiert Sauerstoff, der in den Muskeln der Fußballspieler zur Energiegewinnung verwendet wird. Überlegt euch, welchen Weg der Sauerstoff durch den Körper nimmt.

Baut dazu ein Modell, das den Kreislauf des Blutes darstellt und das zeigt, wie der Sauerstoff im Körper transportiert wird.

1. Beobachtet genau, was passiert, wenn ihr die Bälle pumpt.
- 2: Ordnet die einzelnen Teile des Modells denen in eurem Körper zu.

Tipp: Pumpt die Bälle **ganz vorsichtig** und immer **abwechselnd**.

Informations- und Aufgabenkarten zu Sitzung 5

Infokarte

Blutverklumpungen können die Blutgefäße verstopfen. Muskelbewegungen und eine ausreichende Aufnahme von Flüssigkeit verhindern, dass das Blut verklumpt. Um **dickflüssiges Blut** zum Herzen zu pumpen, ist ein größerer Blutdruck nötig. Zudem besteht die Gefahr, dass die Venenklappen durch den Druck kaputt gehen.

Infokarte

Für den **Rückfluss** des Blutes aus den **Venen** zum Herzen sind Muskelbewegungen verantwortlich. Durch die Aktivität der **Muskeln** wird das Blut zum Herzen gepumpt.

Aufgabenkarte

Wenn Säugetiere lange Zeit bewegungslos verharren, arbeiten deren Muskeln nicht genug, um das Blut durch die Venen aus den Beinen zum Herzen zu pumpen. Das Blut kann verklumpen, wodurch die Venen verstopfen.

Baut noch einmal das Venenmodell der Säugetiere aus Box 3.

1: Untersucht, was in den Venen passiert, wenn das Blut dickflüssig ist. Beschreibt, was bei langer Regungslosigkeit ohne Muskelbewegung mit dem Blut in den Venen geschieht. Reduziert dazu den Druck auf das Venenmodell.

2: Wenn ihr genug dicke Flüssigkeit in das Venenmodell gepumpt habt, verdünnt die Flüssigkeit. Beschreibt, was nun beim Pumpen geschieht.

3: Ordnet die einzelnen Teile des Modells denen im Säugetierkörper zu.

Aufgabenkarte



Bei langen Flugreisen nach Amerika oder Australien solltet ihr viel trinken, weil ihr lange Zeit fast bewegungslos auf den Sitzen verharren müsst. Auch in der Schule, wenn ihr viel sitzt, ist es wichtig, dass ihr euch in den Pausen bewegt und genügend trinkt.

Durch das lange Sitzen können eure Muskeln nicht genug arbeiten, um das Blut durch die Venen aus den Beinen zum Herzen zu pumpen. Das Blut kann verklumpen, wodurch die Venen verstopfen. Um Blutverklumpungen zu vermeiden, solltet ihr euch ausgewogen ernähren, Sport treiben, keine zu enge Kleidung tragen und euch bei langem Sitzen zwischendurch bewegen.



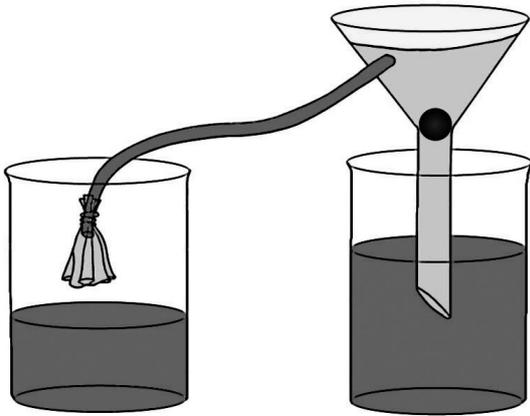
Baut noch einmal das Venenmodell aus Box 3.

1: Untersucht, was in den Venen passiert, wenn das Blut dickflüssig ist. Beschreibt, was bei langem Sitzen ohne Muskelbewegung mit dem Blut in den Venen geschieht. Reduziert dazu den Druck auf das Venenmodell.

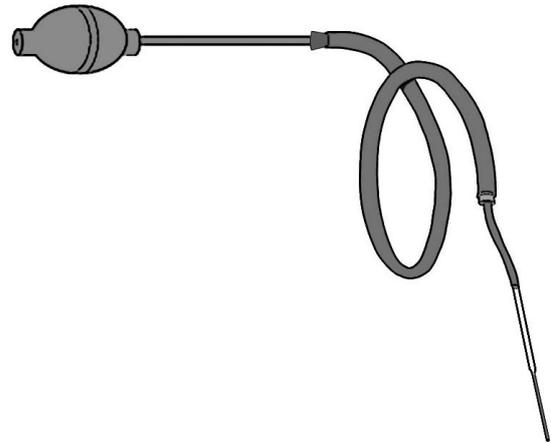
2: Wenn ihr genug dicke Flüssigkeit in das Venenmodell gepumpt habt, verdünnt die Flüssigkeit. Beschreibt, was nun beim Pumpen geschieht.

3: Ordnet die einzelnen Teile des Modells denen in eurem Körper zu.

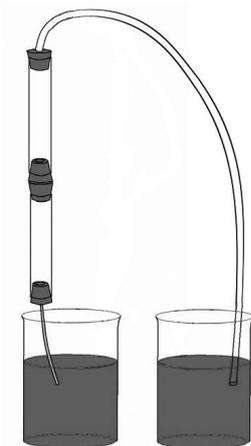
Abbildungen der Funktionsmodelle



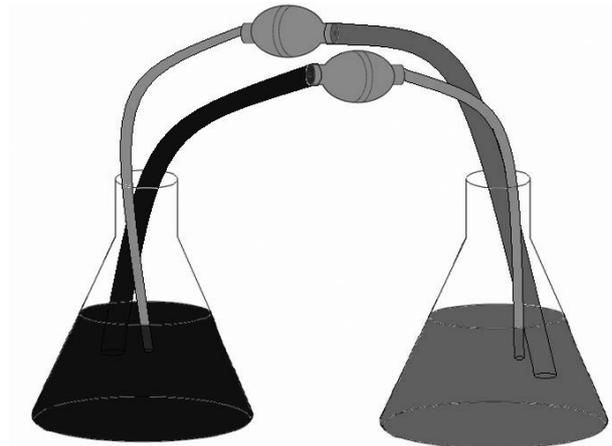
(a) Modell zur Pumpfunktion des Herzens
(Sitzung 1)



(b) Modell zur Funktion von Arterien und Kapillaren
(Sitzung 2)



(c) Modell zur Funktion der Venen
(Sitzung 3 und 5)



(d) Modell zum Sauerstoffaustausch (Sitzung 4)

Abbildung 16.1: Abbildungen der Funktionsmodelle

Beispielseite des Notizheftes



Versuchsaufbau



Beobachtung



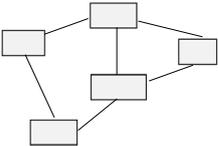
Zuordnung

Trainingsmappe für das Concept Mapping

UNIVERSITÄT
**DUISBURG
ESSEN**

 **nwu-essen**
Forschungsgruppe & Graduiertenkolleg
Naturwissenschaftlicher Unterricht

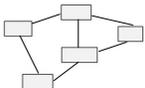
**CONCEPT MAPPING –
EINE ART SICH AN EIN THEMA ZU ERINNERN**



Bitte erst umblättern, wenn ich das Zeichen dafür gebe!

Was ist ein Concept Map?

Man nennt Concept Maps auch Begriffsnetze:
 Sie bestehen aus Begriffen, die mit beschrifteten Pfeilen verbunden sind.
 Die beschrifteten Pfeile stellen Zusammenhänge zwischen den Begriffen dar.



- Concept = Begriff
- Map = Plan, Landkarte → Gedankenlandkarte
- Mapping = die Tätigkeit, die Gedankenlandkarte zu erstellen

Wozu brauche ich ein Concept Map?

- Wiederholung von schon gelernten Begriffen aus den letzten Stunden
- Besseres Verstehen der Zusammenhänge von gelernten Begriffen
- Kurze und knappe Darstellung von gelernten Zusammenhängen

Bitte erst umblättern, wenn ich das Zeichen dafür gebe!

Wie erstelle ich ein Concept Map?



1. Das Thema des Concept Maps wird festgelegt (z.B. Inhalt der letzten Stunde)
2. a) Ihr bekommt Begriffe (Substantive), die für dieses Thema wichtig sind, vorgegeben
 b) Schreibt diese Begriffe dann auf die Aufkleber
3. Ordnet die Begriffe auf einem Blatt so an, dass dabei Begriffe, die zusammen passen, nahe beieinander liegen; klebt die Aufkleber dann auf
4. Verbindet die Begriffe mit Pfeilen, bei denen ihr Zusammenhänge seht; versucht so viele Begriffe wie möglich zu verbinden
5. Beschriftet die Pfeile mit Verben, die ihren Zusammenhang klar machen. Versucht so, alle Begriffe anzuordnen und miteinander in Beziehung zu setzen
6. Zuletzt schaut ihr euer Concept Map noch mal an und lest es noch einmal durch



Bitte erst umblättern, wenn ich das Zeichen dafür gebe!

Wir gehen die Schritte nun mal an einem Beispiel durch:

1. Schritt: Thema festlegen
 ⇒ Greifvögel

2. Schritt: Begriffe sammeln und auf Aufkleber schreiben

- Adler
- Greifvogel
- Krallen
- Beute

3. Schritt: Aufkleber auf der Seite/ dem Blatt anordnen



Bitte erst umblättern, wenn ich das Zeichen dafür gebe!

Bitte erst umblättern, wenn ich das Zeichen dafür gebe!

4. Schritt: mit Pfeilen Zusammenhänge anzeigen und dabei schon überlegen, wie ihr die Pfeile beschriften könntet

```

    graph TD
      Adler --> Krallen
      Adler --> Beute
      Greifvogel --> Beute
      Krallen --> Beute
    
```

Bitte erst umblättern, wenn ich das Zeichen dafür gebe!

5. Schritt: Pfeile mit Verben beschriften

```

    graph TD
      Adler -- "hat scharfe" --> Krallen
      Greifvogel -- "ist ein" --> Adler
      Greifvogel -- "fängt" --> Beute
      Adler -- "fängt" --> Beute
      Krallen -- "halten" --> Beute
    
```

6. Schritt: Concept Map noch einmal durchlesen

Bitte erst umblättern, wenn ich das Zeichen dafür gebe!

Nun dürft ihr selbst ein Concept Map erstellen. Ihr bekommt dafür ein Thema und Begriffe vorgegeben, die ihr schon kennt. Lest euch die Begriffe gut durch und überlegt zusammen, wie ihr sie am besten anordnet. Ihr könnt jeden Schritt, den ihr hinter euch habt, in dem Kästchen dahinter abhaken. ☑

1. Thema: Reptilien
2. wichtige Begriffe auf Aufkleber schreiben:
 - Reptilien
 - Echsen
 - Land
 - Eier
3. Aufkleber auf dem Blatt anordnen
4. Begriffe durch Pfeile verbinden
5. Pfeile beschriften
6. Map durchlesen und prüfen

Bitte erst umblättern, wenn ich das Zeichen dafür gebe!

Hier ist ein Beispiel, wie ihr die Begriffe hättet verbinden können. Es ist allerdings nur eine Art, wie ihr das Concept Map erstellen könnt. Lest euch dieses Concept Map durch und vergleicht euer Concept Map damit.

Hättet ihr in eurem Map noch mehr Pfeile einzeichnen können?

```

    graph TD
      Echte -- "leben oft an" --> Land
      Echte -- "sind" --> Reptilien
      Echte -- "legen manchmal" --> Eier
      Reptilien -- "leben oft an" --> Land
      Reptilien -- "legen manchmal" --> Eier
      Eier -- "werden gelegt an" --> Land
    
```

Anleitung für die Wiederholungsphase

Wiederholungsphase

Ihr habt nun ca. 15 Minuten Zeit, schriftlich zusammen zu fassen, was ihr heute gemacht habt.
Dazu dürft ihr alle Materialien in der Box benutzen, aber keine Versuche mehr durchführen.

Concept Mapping als Wiederholung

Ihr habt nun ca. 15 Minuten Zeit, selbst ein Concept Map zu erstellen. Das Concept Map soll sich auf das Thema der Gruppenarbeit beziehen und ihr bekommt Begriffe vorgegeben, die ihr heute gelernt habt. Natürlich dürft ihr auch eigene Begriffe einfügen. Ihr könnt dazu besonders die Infokarten zur Hilfe nehmen, aber nicht mehr experimentieren.

Lest euch die Begriffe gut durch und überlegt zusammen, wie ihr sie am besten anordnet. Ihr könnt jeden Schritt, den ihr hinter euch habt, in dem Kästchen dahinter abhaken.

1. Thema: Pumpfunktion eures Herzens
2. wichtige Begriffe auf Aufkleber schreiben:
 - Herz
 - Hohlmuskel
 - Blut
 - Herzklappen
 - ...
3. Aufkleber sinnvoll auf dem Blatt anordnen
(Begriffe, die zusammenpassen, nahe beieinander)
4. Begriffe durch Pfeile verbinden
5. Pfeile beschriften
6. Map durchlesen und prüfen

Exemplarisches Concept Map

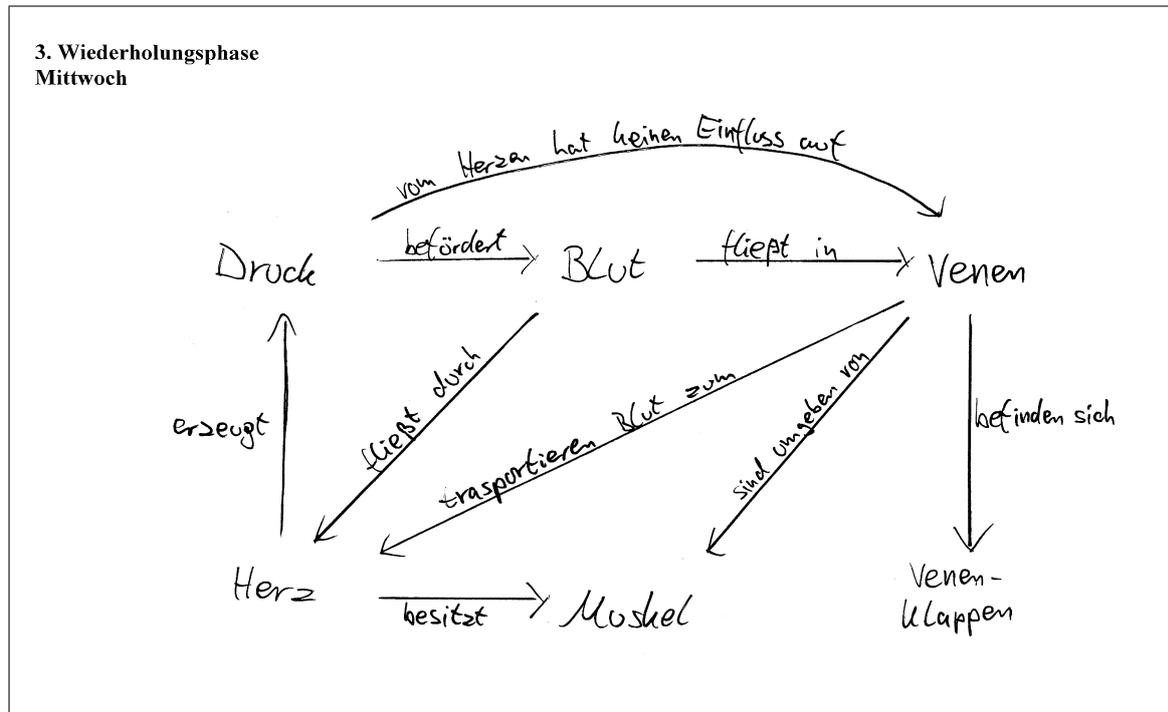


Abbildung 16.2: Beispiel eines in einer Lerngruppe zum Thema von Sitzung 3 (Venen) erstellten Concept Maps

Feedback

Feedback-Karten zum Modell

Das Modell von Arterie und Kapillare
Puls am Handgelenk messbar

Arterie: Puls messbar
Puls am Handgelenk messbar
Herzhalfte
Kapillare
Kein Puls
Puls am Finger nicht messbar

Der Blutkreislauf

Herzhalfte
Lungenarterie
Lungenvene
Arterie
Vene
Sauerstoffreiches Blut zur Energiegewinnung
Lunge
Körper
Sauerstoffarmes Blut

Das Modell zur Pumpfunktion des menschlichen Herzens:

Herzmuskel
Herzhalfte
Vorhof
Segelklappe
Blut
Taschenklappe
Herzkammer

Das Venen-Modell

Muskel
Venenklappe
Vene
Körper
Blut
Herz

Feedback-Karten zur Zusammenfassung

Das **Säugetierherz** ist ein **Hohlmuskel**, der das **Blut** in den Körper pumpt. Das Herz besitzt **Herzklappen**. Sind die Herzklappen geöffnet, kann das Blut fließen.

Die Blutgefäße, die das Blut vom **Säugetierherzen** wegführen, heißen **Arterien**. Mit zunehmender Entfernung vom Säugetierherzen verzweigen sich die Arterien in dünne **Kapillaren**.

Durch den Herzschlag wird das Blut gepumpt und ein **Puls** erzeugt. Der Druck bzw. Puls ist in den Arterien messbar, in den Kapillaren allerdings nicht mehr, da das **Blut** hier nicht mehr stoßweise, sondern gleichmäßig fließt.

Seitlich von den **Venen** liegen **Muskeln**. Die Muskeln erzeugen einen **Druck**, der das **Blut** durch die Venen pumpt.

Venen besitzen **Venenklappen**. Sind die Venenklappen geöffnet, kann das Blut fließen.

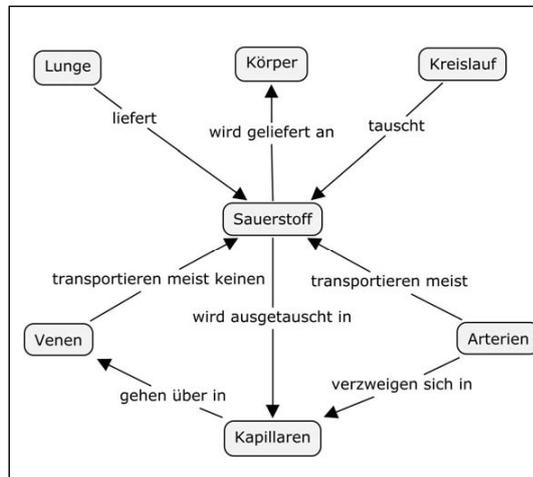
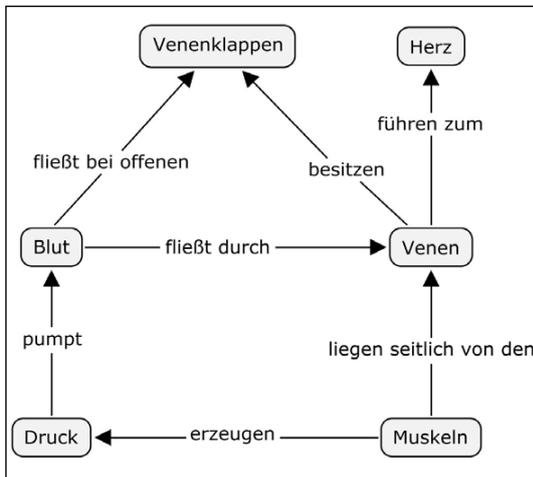
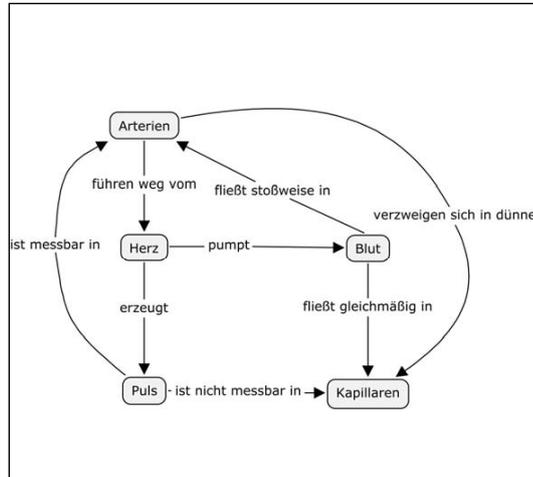
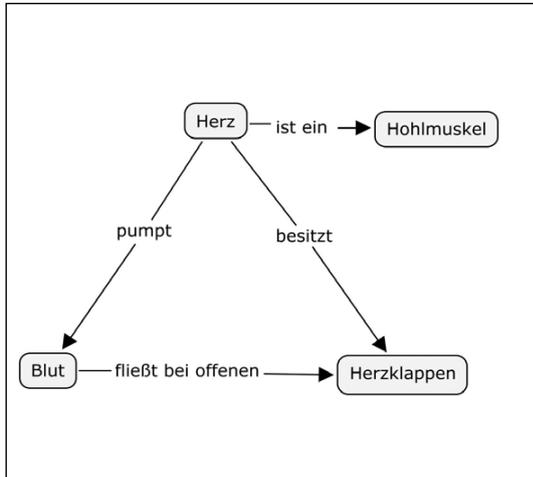
Das Blut gelangt von den Venen zum **Säugetierherzen**.

Sauerstoffreiches Blut wird meistens über die **Arterien** transportiert. Arterien verzweigen sich in **Kapillaren**, wo der Sauerstoff zur Energiegewinnung an den **Körper** abgegeben wird.

Das Blut ist dann sauerstoffarm und wird über die **Venen** zum Herzen gepumpt. Von hier aus gelangt das sauerstoffarme Blut in die **Lunge**, wo es mit **Sauerstoff** beladen wird.

Das sauerstoffreiche Blut wird zum Säugetierherzen hin transportiert. Hier schließt sich der **Kreislauf** und beginnt wieder von vorne.

Feedback-Karten zum Concept Mapping



B Eingesetzte Messinstrumente

Interesse Prätest



Liebe Schülerinnen und Schüler,

mit diesem Fragebogen möchten wir etwas über eure Interessen im Fach Biologie erfahren. Wir wollen eure persönliche Meinung erfahren, es handelt sich dabei um keine Leistungsüberprüfung. Eure Antworten werden nicht weitergegeben. Bei den folgenden Aussagen sollt ihr von den verschiedenen Antwortmöglichkeiten immer die ankreuzen, die am ehesten eure Meinung wiedergibt. Bitte versucht, euch dabei immer möglichst spontan zu entscheiden.

Wichtig ist, dass du immer nur ein Kästchen ankreuzt.

Wenn du nicht weißt, welches Kästchen du ankreuzen sollt, dann entscheide dich für das Kästchen, das deiner Meinung am nächsten kommt.

Denke daran: **Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten.**

Wir wünschen dir viel Spaß dabei!

1392137567

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Gib hier bitte an, inwiefern folgende Aussagen auf dich zutreffen.	Stimmt gar nicht	Stimmt wenig	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
Im Biologieunterricht fühle ich mich wohl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde es gut, wenn ich etwas darüber lerne, was Biologie mit meinem Leben zu tun hat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich ein Experiment durchführe, dann kann es sein, dass ich nicht merke, wie die Zeit vergeht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was wir im Biologieunterricht machen, interessiert mich nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde Experimente besonders gut, wenn ich sie auch zu Hause wiederholen kann, weil die Sachen dort auch zu finden sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mich mit biologischen Aufgabenstellungen zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biologie gehört zu meinen Lieblingsfächern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde die Themen interessant, die wir in Biologie machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich mich mit Biologie beschäftige, lasse ich mich von nichts stören.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8021137563

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Gib auch hier bitte an, inwiefern folgende Aussagen auf dich zutreffen.	Stimmt gar nicht	Stimmt wenig	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
Ich freue mich meistens auf die nächste Biologiestunde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde Themen besonders interessant, wenn ich etwas über Dinge lerne, die mir auch im Alltag begegnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ab und zu schaue ich mir in meinem Biologiebuch an, was als nächstes dran kommt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich mich mit Biologie beschäftige, vergesse ich alles um mich rum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Themen, die mir Dinge aus meinem Leben erklären, finde ich besonders interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Am liebsten würde ich mich gar nicht mit Biologie beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Themen, die ich auch außerhalb der Schule benötige, finde ich gut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das, was man in Biologie lernt, kann man gut gebrauchen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5835137563

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Jeder von euch kennt das: In allen Klassen gibt es Schüler, die im Unterricht viel mitmachen und andere, die oft gar nichts sagen. Wir wollen in diesem Teil des Fragebogens gerne von dir wissen, wie das bei dir ist.

Warum strengst du dich im Biologieunterricht an?	Stimmt gar nicht	Stimmt wenig	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
... weil mich Biologie interessiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... weil ich möchte, dass mein Biologielehrer mit mir zufrieden ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... weil ich den Stoff verstehen möchte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... weil von mir erwartet wird, dass ich mich im Unterricht anstrengende.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... weil mir der Biologieunterricht Spaß macht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... weil die Beschäftigung mit biologischen Themen und Gegenständen für mich wichtig ist, unabhängig von Schule und anderen Personen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... weil es mir wichtig ist, die Experimente zu begreifen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... damit mich die anderen in der Klasse gut finden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... weil mir biologische Experimente Spaß machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... damit mich meine Eltern loben, wenn ich eine gute Note habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5791137564

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Wie siehst du dich selbst?

Wenn ich mich anstrengende...	Stimmt gar nicht	Stimmt wenig	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
... kann ich die Fragen des Biologielehrers immer beantworten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... komme ich im Biologieunterricht problemlos mit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... finde ich für fast alle biologischen Probleme eine Lösung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Manche Fächer findet man ziemlich schwer und in anderen wiederum kommt man besser zurecht. Wie geht es dir mit Biologie?

	Stimmt gar nicht	Stimmt wenig	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
Ich bin in Biologie gut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biologie fällt mir leicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn der Biologielehrer eine Frage stellt, weiß ich meistens die richtige Antwort.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Biologie bin ich gut, auch ohne dass ich dafür lerne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Biologieunterricht mitzukommen fällt mir leicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biologieaufgaben kann ich gut lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0028137562



In diesem Teil geht es um die **Schule**. Du kennst das bestimmt auch: Bei manchen Lehrern macht der Unterricht Spaß und man kann alles gut verstehen. Bei anderen Lehrern ist es unheimlich langweilig oder man versteht fast gar nichts.

Wir wollen wissen, wie du deinen **Biologieunterricht** erlebst.

Im Biologieunterricht...	Stimmt gar nicht	Stimmt wenig	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
... bekomme ich ausreichend Gelegenheit, das Gelernte zu üben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... sind die Übungsaufgaben meist so gestellt, dass sie weder zu einfach, noch zu schwer für mich sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... weiß ich nie so genau, wie mein Lehrer meine Antwort findet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... kann mein Lehrer gut erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... erklärt mein Lehrer besonders an schwierigen Stellen ganz langsam und sorgfältig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... geht mir oft alles viel zu schnell.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ihr arbeitet im Unterricht sicherlich öfter auch mal in Gruppen. Wie gefällt dir **Gruppenarbeit**?

	Stimmt gar nicht	Stimmt wenig	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
Meine Mitschüler hören mir zu, wenn ich in einer Gruppenarbeit etwas zu sagen habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bei einer Gruppenarbeit arbeite ich gut mit meinen Mitschülern zusammen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn jemand in einer Gruppenarbeit nicht mehr mitkommt, helfe ich gern weiter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich arbeite gern mit meinen Mitschülern in Gruppen zusammen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche **Note** hattest du im letzten Zeugnis in

Biologie	<input type="checkbox"/>	Chemie	<input type="checkbox"/>
Mathematik	<input type="checkbox"/>	Deutsch	<input type="checkbox"/>

Situationales Interesse

Items zum handlungsorientierten situationalen Interesse

Beim Experimentieren habe ich mich wohl gefühlt.
Die Experimente haben mir Spaß gemacht.
Ich freue mich auf die nächste Kleingruppenphase.
Die Gruppenarbeit war langweilig.
Beim Experimentieren ist die Zeit sehr schnell vergangen.

Items zum themenspezifischen situationalen Interesse

Nach dem Lesen der Aufgabenkarte fand ich das Thema sehr interessant.
Das Thema war interessant, weil es mit meinem Leben zu tun hat.
Das Thema heute war für mich wichtig, da ich einen Einblick bekommen habe, wo Biologie in meinem Alltag vorkommt.
Ich habe heute etwas darüber gelernt, was Biologie mit meinem Leben zu tun hat.
Das Thema heute fand ich gut, weil ich es auch außerhalb der Schule benötige.
Der Inhalt der Gruppenarbeit war für mich persönlich von Bedeutung.
Das Thema heute erscheint mir persönlich wichtig.
Ich finde es wichtig, solche Themen wie heute kennen zu lernen.
Was ich über das Thema erfahren habe bringt mir was.

Retrospektiv erfasstes Interesse

Interesse an der Intervention

Ich habe mich immer auf den nächsten Projekttag gefreut.
Ich finde die Themen spannend, die wir im Biologieprojekt gemacht haben.
Ich habe an dem Biologieprojekt nur teilgenommen, weil ich dafür Geld bekomme.
Das Experimentieren hat mir Spaß gemacht.
Das Biologieprojekt hat mir Spaß gemacht.

Interesse an den eingesetzten Themen

Itemstamm: Es interessiert mich herauszufinden,
wie das Säugetierherz funktioniert.
in welchen Blutgefäßen der Säugetiere das Blut pulsiert.
wie das Blut in den Venen zum Säugetierherz zurück transportiert wird.
wo der Sauerstoff im Säugetierkörper transportiert wird.
wie es zu Blutverklumpungen kommen kann.

Interesse an den eingesetzten Kontexten

Itemstamm: Es interessiert mich herauszufinden,
warum das menschliche Herz auch Pumpe genannt wird.
warum das Blut bei Verletzungen manchmal schnell und manchmal langsam raus fließt.
warum mir bei langem Stehen die Beine weh tun können.
warum Fußballer so lange Energie haben.
was bei langen Flugzeugreisen mit meinem Blut passieren kann.

Leistung Prätest

1782350983



Liebe Schülerin, lieber Schüler,

mit diesem Fragebogen möchten wir erfahren, welches Vorwissen du im Bereich Herz und Blutkreislauf hast. Wahrscheinlich hast du das Thema noch nicht in der Schule gehabt. Das ist aber nicht schlimm. Lies dir die Fragen einfach aufmerksam durch und versuche so viele wie möglich zu beantworten.

Deine Lehrerin oder dein Lehrer wird nichts über das Ergebnis dieser Antworten erfahren, da du für sie anonym bleibst. Wir haben lediglich einen Code, der dir zugeteilt wurde.

Nun aber zum Beantworten der Aufgaben: Du musst nicht viel schreiben, sondern hinter jede Antwort ein Kreuz setzen, ob du zustimmst oder nicht. Nach jeder Frage können eine oder mehrere Antworten richtig sein, du kannst dich also in jeder Zeile neu entscheiden, ob du Ja oder Nein ankreuzt.

Damit du das vorher schon einmal geübt hast, hier eine Beispielfrage, die leicht zu beantworten ist:

Sind folgende Tiere Greifvögel?	Ja	Nein
Bussard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grünfink	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amsel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Und denke dran: Jede Zeile muss mit Ja oder Nein beantwortet werden!

7610350989



Welche Aufgaben hat das Herz?	Ja	Nein
Aufnahme von Sauerstoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reinigung des Blutes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koordination der Muskelbewegungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Antrieb des Blutkreislaufs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche der folgenden Aussagen treffen zu?	Ja	Nein
Das Herz hat zwei verschiedene Arten von Klappen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Herzklappen bestimmen die Herzfrequenz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Segelklappe trennt Herzkammer und Vorhof.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Taschenklappe trennt die beiden Vorhöfe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Funktionen haben die Herzklappen?	Ja	Nein
Sie bestimmen, wie viel Blut in das Herz gelangt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sie befördern das Blut aus dem Herzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sie steuern die Fließrichtung des Blutes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sie verhindern, dass das Blut zurückfließt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Was versteht man unter dem Begriff Puls?	Ja	Nein
Die Blutmenge, die durch das schlagende Herz durch den Körper gepumpt wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckwellen, die durch das Pumpen des Blutes mit jedem Herzschlag in den Arterien entstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch das Schließen der Herzklappen verursachte Töne, die man am Brustkorb wahrnehmen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das rhythmische Dehnen der Arterien durch die Erhöhung des Blutdrucks bei jedem Herzschlag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9092350985



Welche der genannten Erklärungen beschreiben eine Arterie am besten?	Ja	Nein
Eine Arterie transportiert Blut in Richtung Herz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Arterie transportiert nur sauerstoffarmes Blut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Arterie transportiert Blut vom Herzen weg.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Arterie transportiert nur sauerstoffreiches Blut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wo findet der Austausch von sauerstoffreichem zu sauerstoffarmem Blut statt?	Ja	Nein
in den Arterien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in den Venen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in den Kapillaren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in allen Blutgefäßen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Folgen kann zu dickes Blut haben?	Ja	Nein
einen hohen Blutdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
einen niedrigen Blutdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kaputte Venenklappen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zu schnell fließendes Blut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Folgen hat zu wenig Bewegung?	Ja	Nein
Es können Blutverklumpungen entstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Herz muss schneller schlagen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut fließt langsamer zum Herzen zurück.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Muskeln pumpen das Blut ganz normal zum Herzen zurück.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6638350988



Eine Arterie ist...	Ja	Nein
... ein Gefäß, das Blut zum Herzen hin führt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ein Gefäß, das sich in Kapillaren verzweigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ein Gefäß, das Blut vom Herzen weg führt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ein Gefäß, das Blut in verschiedene Richtung transportiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Was versteht man unter Kapillaren?	Ja	Nein
dicke Arterien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blutgefäße am Herzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kleinste Blutgefäße	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
große Blutgefäße	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Was zeichnet die Venen aus?	Ja	Nein
Venen besitzen Klappen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Venen sind die kleinsten Blutgefäße.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Venen führen Blut zum Herzen hin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Venen sind vom Druck des Herzschlages fast unbeeinflusst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Aufgaben haben die Venenklappen?	Ja	Nein
Sie steuern, wie viel Blut in die Venen gelangt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sie steuern die Fließrichtung des Blutes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sie halten das Blut in den Venen zurück, wenn genug Blut zum Herzen fließt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sie verhindern, dass das Blut zurückfließt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6929350981



In diesem Teil findet ihr zu jeder Aufgabe einen Einleitungstext, den ihr sorgfältig lesen sollt. Er gibt euch Informationen, die zur Beantwortung der Aufgabe wichtig sind.

Verschiedene Krankheiten des Menschen wie eine Entzündung der Herzklappe, ein Herzinfarkt oder eine Infektion am Herzmuskel können zu einer defekten Herzklappe führen.

Was geschieht, wenn sich die Herzklappen aufgrund einer Krankheit nicht mehr richtig schließen?	Ja	Nein
Das Blut fließt schneller.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut fließt zurück.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut fließt nicht mehr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut verteilt sich im ganzen Körper.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anna treibt gerne Sport mit ihren Freundinnen. Sie gehen zum Beispiel gerne zusammen Rollerbladen. Der Weg auf dem sie fahren, ist jedoch sehr uneben. Anna fährt über einen Stein und stürzt. Sie will sich mit den Händen abstützen und dabei verletzt sie sich an ihrem Handgelenk. Das Blut fließt stoßartig aus ihrem Handgelenk heraus.

Warum fließt das Blut stoßartig und nicht gleichmäßig aus ihrem Handgelenk?	Ja	Nein
Am Handgelenk ist ein Puls.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Arterie ist verletzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sehr viele Blutgefäße sind verletzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Kapillare ist verletzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4478350988



Omas Beine fühlen sich in letzter Zeit immer schwer an. Außerdem hat sie nachts oft Schmerzen in den Beinen und merkwürdige Hautverfärbungen. Sie geht zum Arzt. Der Arzt stellt fest, dass sie Krampfadern hat, die durch defekte Venenklappen entstehen.

Welche Folgen haben die defekten Klappen?	Ja	Nein
Das Blut in den Venen fließt zurück.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut staut sich in den Venen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut dehnt die Venen aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut fließt schneller.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Spitzensportler wie zum Beispiel Radrennfahrer, die sich auf die Tour de France vorbereiten oder auch Marathonläufer und Schwimmer, trainieren für wichtige Wettkämpfe in sehr hoch gelegenen Berggebieten. Dort enthält die Luft weniger Sauerstoff als im Flachland.

Warum ist ein Training in Höhenlagen sinnvoll, und welche Auswirkungen hat es auf einen Wettkampf im Flachland?	Ja	Nein
Die Kapillaren vermehren sich und deswegen kann mehr Sauerstoff ausgetauscht werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut kann mehr Sauerstoff transportieren und in den Kapillaren austauschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Arterienwände werden dadurch stabiler und können größerem Druck standhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Sportler sind leistungsfähiger, da mehr Sauerstoff an die Muskeln und Organe abgegeben werden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Herr Müller ist 52 Jahre alt. In seinem Beruf hat er sehr viel zu tun und ist häufig im Stress. Er hat oft keine oder nur eine sehr kurze Mittagspause. Deshalb ernährt er sich häufig von Fast Food. Durch zu häufiges Essen von Fast Food lagern sich fettthaltige Stoffe in seinen Arterien ab.

Was sind die Folgen dieser Ablagerungen?	Ja	Nein
Die Herzmuskulatur wird schwächer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Blutdruck sinkt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Blutgefäße können verstopft werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Blutdruck steigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9486350982



Die Muskulatur der linken Herzkammer aller Säugetiere ist viel dicker als die Muskulatur der rechten Herzkammer. Das Blut gelangt von der Lungenvene über den Vorhof in die linke Herzkammer, von wo es in den Körperkreislauf gepumpt wird.

Warum besitzt die linke Herzkammer eine viel dickere Muskulatur als die rechte Herzkammer?	Ja	Nein
Die linke Herzkammer muss das Blut in den gesamten Körperkreislauf pumpen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die linke Herzkammer muss das Blut besonders schnell pumpen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die linke Herzkammer muss das Blut in die Lunge pumpen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die linke Herzkammer muss mehr Druck erzeugen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vitamin C stabilisiert die Arterienwände und verhindert das Auftreten von Rissen in den Arterien. Außerdem sorgt Vitamin C dafür, dass keine Ablagerungen an den Arterienwänden entstehen. Die meisten Säugetiere außer z.B. manche Primaten können Vitamin C selbst produzieren.

Welche Vorteile haben die Säugetiere, die Vitamin C selbst herstellen können gegenüber den Tieren, die das nicht können?	Ja	Nein
Das Blut kann ungehindert durch die Arterien fließen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es kommt seltener zu Verstopfungen in den Arterien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Sauerstoffaustausch in den Kapillaren findet schneller statt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diese Tiere benötigen keine Venenklappen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1047350987



Das Säugetierherz ist durch eine Wand in zwei Hälften unterteilt. Manche Säugetiere werden mit einem Loch in der Wand zwischen den beiden Herzhälften geboren.

Welche Folgen hat das Loch für die Säugetiere?	Ja	Nein
Die Segelklappen schließen nicht mehr vollständig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Taschenklappen schließen nicht mehr vollständig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Herz pumpt mehr Blut in den Körper.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Blut wird zwischen den beiden Herzhälften vermischt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bei sehr kleinen Säugetieren sind das Herz und die Blutgefäße sehr winzig. Dennoch haben die Arterien und Kapillaren unterschiedliche Durchmesser.

Wenn die Kapillaren den gleichen Durchmesser hätten wie die Arterien, was wären die Folgen?	Ja	Nein
Der Druck in den Kapillaren wäre niedriger.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Puls wäre auch in den Kapillaren messbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Arterien würde Klappen benötigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Herzschlag wäre auch in den Kapillaren wahrzunehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bei kleineren Säugetieren ist das Herz nicht so weit vom Erdboden entfernt wie bei größeren Säugetieren. Das bedeutet für den Blutkreislauf, dass das Blut bei kleinen Tieren keinen so weiten Weg bis zum Herzen nehmen muss wie bei großen Tieren. Der Druck, der entgegen der Schwerkraft aufgewendet werden muss, ist bei kleinen Säugetieren also geringer als bei großen Säugetieren.

Was bedeutet das für die Säugetiere?	Ja	Nein
Große Säugetiere müssen mehr Muskelbewegung aufwenden, um das Blut zum hoch gelegenen Herzen zu pumpen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Große Säugetiere benötigen keine Herzklappen, da das Blut langsam fließt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Herz der großen Säugetiere muss schneller schlagen als das der kleinen Säugetiere, damit das Blut wieder am hoch gelegenen Herzen ankommt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bei kleinen Säugetieren erfolgt der Sauerstoffaustausch in den Kapillaren besser.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vernetzungstest



4. Venen – Arterien – Sauerstoff

5. Kapillaren – Blut – Sauerstoff

6. Blut – Bewegung – Blutverklumpung



Auf den folgenden Seiten findest du jeweils drei Begriffe nacheinander aufgeführt. Wir möchten dich bitten, zu jeder Aufgabe Aussagen zu formulieren, die ausdrücken, in welcher Weise die drei Begriffe in Beziehung zueinander stehen. Die Begriffe, die du nicht kennst, brauchst du nicht berücksichtigen.

Beispiel: Bäume – Blätter – Herbst
 Aussage: **Bäume** tragen grüne **Blätter**. Im **Herbst** fallen die **Blätter** ab. Deshalb sind im **Herbst** die **Bäume** kahl.

1. Herz – Herzklappen – Blut

2. Arterien – Kapillaren – Puls

3. Blut – Venenklappen – Muskeln

C Auswertung offener Daten

Manual zur Videokodierung



Kodiermanual für die Videoanalyse Kontextorientierung in Biologie

1 Allgemeines Vorgehen der Videokodierung

Die Videokodierung erfolgt in drei Schritten:

1. Kodierung der Zeitspanne von Experimentier- und Zusammenfassungsphase
2. Kodierung der Gesprächsanteile der Kleingruppenphase
3. Kodierung der Gesprächsinhalte

1.1 Kodierung der Phasen

1.1.1 time:

Zunächst wird kodiert, in welcher Arbeitsphase (Experimentierphase vs. Wiederholungsphase) befinden. Dazu wird mit der Variable time kodiert, ob die Schüler effektiv mit den in der Experimentierbox gegebenen Materialien arbeiten, oder das Gelernte mittels des Wiederholungs-/Concept Mapping-Hefes zusammenfassen.

- 1) t_{exp} : Experimentierphase
- 2) t_{wdh} : Wiederholungsphase

Dazu wird das Video von Anfang an so lange angeschaut bis die Schüler die Experimentierbox öffnen.

Die Experimentierphase dauert maximal 25 Minuten, so dass nach dieser Zeit im Video nach dem Ende dieser Phase zu suchen ist. Die Experimentierphase gilt als beendet, sobald die Schüler das Zeichen dafür bekommen haben, aufzuräumen und die Schüler sich nicht mehr aktiv mit den Materialien auseinander setzen. **Sollten die Schüler die Materialien schon vorzeitig aufräumen, danach aber noch Eintragungen ins Notizheft vornehmen, zählt diese Zeit noch zur Experimentierphase.**

Wenn ein einzelner Schüler während der Aufräumphase in Stillarbeit an dem Aufgabenheft arbeitet, wird nicht kodiert. Wird aber am Ende, nach der Aufräumphase, nochmals über das Heft gesprochen wird noch mal kodiert (vgl. GST1B).

Mit der Codierung der Wiederholungsphase wird analog vorgegangen. Die Wiederholungsphase beginnt mit dem Aufschlagen des Wiederholungsheftes und endet mit Schließen des Heftes.

1.2 Kodierung der Gesprächsanteile

Hier werden Variablen kodiert, die den Sprecher markieren (id) und dessen Gesagtes (form) näher beschreiben. Die Kodierung erfolgt nur in der Experimentierphase. Die Kodierung wird intervallbasiert vorgenommen, d.h. in einem Intervall von 1 s wird festgestellt, wer redet und was gesprochen wird.

1.2.1 id:

Mittels der Kategorie ID wird festgelegt, welcher Schüler gerade spricht. Hierbei werden alle Sprechanteile der Gruppenmitglieder kodiert, die in Zusammenhang zur Experimentierphase stehen. Nicht kodiert werden Sprechanteile des Versuchsleiters oder anderer im Raum befindlicher Schüler.

- 1) 1 (Schüler links vorne)
- 2) 2 (Schüler links hinten)
- 3) 3 (Schüler rechts hinten)
- 4) 4 (Schüler rechts vorne)
- 5) Alle (mehr als 2 Schüler sprechen)

Sprechen zwei Schüler gleichzeitig, wird immer der Schüler kodiert, der in diesem Intervall mit seinem Sprechanteil neu einsetzt. Lässt sich dies nicht trennen, wird „Alle“ (5) kodiert. Wenn eine Aussage nicht klar einem Schüler zugeordnet werden kann, wird diese nicht kodiert (z.B. wenn nicht klar ist, ob der Sprecher aus der zu kodierenden Schülergruppe stammt).

Kodiert wird hier somit alles, was mit dem Studenthema in direktem Zusammenhang steht.

Beispiele:

- Beobachtet, was ihr am großen Schlauch spürt
- Wir lassen das jetzt mal kurz raus fließen
- Ja, dann geht da Wasser rein
- Es bewegt sich
- Wir müssen testen, wie das Blut herausspritzt
- Ich pumpe

Nicht kodiert werden:

- Unverständliche Aussagen
- Technische oder organisatorische Aussagen, die die Video- oder Tontechnik sowie die Stundenorganisation betreffen
- Private Aussagen oder Gespräche, die nicht in Zusammenhang mit der Gruppenarbeit stehen
- Namensnennungen oder Ausrufe
- Rein organisatorische Aussagen in Zusammenhang mit dem Aufbau des Modells
- Singen oder Rappen

2

1.3 Kodierung der Gesprächsinhalte

Hier werden nur Aussagen (form e) kodiert. Generell gilt: Nebensätze, die zum Verständnis des Hauptsatzes oder zur näheren Erläuterung notwendig sind, werden nicht als einzelne Aussage kodiert.

Zum Beispiel:

Blutgefäße heißen Venen, wenn sie Blut zum Herzen transportieren.

1.3.1 Inhalt der Aussage:

Zunächst wird kodiert, worauf sich die Aussage bezieht

- 1) Aussagen zur Zuordnung von Modell und Fachinhalt
- 2) Aussagen zur Zuordnung von Modell und Kontext
- 3) Fachliche Aussagen
- 4) Aussage zum Kontext mit Bezug zum Fachinhalt
- 5) Aussage zum Kontext ohne Bezug zum Fachinhalt
- 6) Aussage zum Aufbau und Funktion des Modells

Zu 1) Aussagen zur Zuordnung von Modell und Fachinhalt

Hierunter fallen Aussagen, die sowohl Fachbegriffe als auch Teile oder Funktionen des Modells enthalten

Beispiele:

- Der Schlauch ist dann die Arterie.
- Venen führen zum Herz, also ist demnach der Becher das Herz.
- Der Trichter ist die Herzkammer.

Zu 2) Aussagen Kontext und Modell

Hierunter fallen Aussagen, die sowohl kontextuelle Anteile inne haben als auch Teile oder Funktionen des Modells enthalten

Beispiel:

- Der Schlauch ist wie die Arterie in deinem Handgelenk, da spürst du den Puls.
- Jetzt kommt die Flüssigkeit schwerer hoch, das ist dann wie beim Fliegen mit der Thrombose.

Zu 3) Fachliche Aussagen

Aussagen, die Fachbegriffe enthalten und nicht in Bezug zum Kontext oder Modell gebracht werden.

Beispiele:

- Das Herz ist ein Hohlmuskel.
- Venen haben Venenklappen.

Zu 4) Aussage zur Zuordnung von Kontext und Fachinhalt

Aussagen, die sich auf die auf den Aufgabenkarten angegebenen Kontexten beziehen.

Beispiel:

- Ich hab mich auch schon mal in den Finger geschnitten, da ist das Blut langsam geflossen, das muss dann eine Kapillare sein.
- Beim Flugzeug fliegen kann das Blut dicker werden, das kann die Venen verstopfen.

4

form:

Zur Kodierung, ob etwas vorgelesen wird, frei gesprochen wird, sowie ob eine Frage oder eine Aussage zum Thema vorliegt dient die Kategorie form:

- 1) Aufgabenkarte wird vorgelesen
- 2) Infokarte wird vorgelesen
- 3) Notizheft wird vorgelesen
- 4) Frage wird formuliert
- 5) Aussage wird formuliert

Zu 1) Aufgabenkarte wird vorgelesen

Siehe Aufgabenkarten

Zu 2) Infokarte wird vorgelesen

Siehe Infokarten

Zu 3) Notizheft wird vorgelesen

Das Notizheft ist im DIN A5-Format gestaltet und enthält die drei Überschriften „Versuchsaufbau“, „Beobachtung“ und „Zuordnung“

Zu 4) Frage wird formuliert

Hierzu zählen alle Fragen, die in Zusammenhang mit dem Studenthema und dem Aufbau des Modells sowie Beobachtungen am Modell stehen

Beispiele:

- Wohin führen die Venen?
- Welches der drei Endstücke ist richtig?
- Was ist den jetzt davon die Taschenklappe?

Nicht kodiert werden:

- Organisatorische Fragen zum Aufbau des Modells (Handwerkliches Geschick, reines Rumprobieren)
- Fragen ohne spezifischen Inhalt

Zu 5) Aussage wird formuliert

Hierzu zählen alle Aussagen, die in Zusammenhang mit dem Studenthema stehen

Beispiele:

- Die Venen haben Venenklappen
- wir müssen testen, wie das Blut herausspritzt
- du musst dir das am Schädel vorstellen, da ritzt du dir den Hals auf

Weiterhin werden hier Aussagen kodiert, die das Modell/den Aufbau des Modells sowie Beobachtungen am Modell beschreiben

Beispiele:

- oder es kippt jemand da oben rein
- es bewegt sich
- dann geht da Wasser rein

3

Zu 5) Aussage zum Kontext ohne Bezug zum Fachinhalt

Aussagen, die einen neuen (abweichend von dem der Aufgabenkarte) Kontext enthalten. Dieser Kontext muss inhaltlich zum Thema passen.

Beispiele:

- Das ist bei mir bei Anstrengung auch so.
- Wenn du dir in den Finger schneidest, spritzt das Blut nicht.

Zu 6) Aussage zum Aufbau und Funktion des Modells

Aussagen, die sich nur auf den Aufbau oder die Funktion des Modells beziehen wie Beobachtungen und konkrete Aussagen zum Aufbau.

Beispiele:

- Schau mal, da fließt die rote Flüssigkeit.
- Die Marmor muss da rein, damit das nicht wieder zurück fließen kann.
- Das muss ja am zurückfließen gehindert werden, also muss möglichst früh eine Sperre kommen.

Aufgrund von Sprechpausen oder Unterbrechungen durch andere Schüler könnte es vorkommen, dass Aussagen unterschiedlich kodiert werden.

Zum Beispiel: Wenn ein Schüler zunächst eine fachliche Aussage und im Anschluss eine Aussage über das Modell macht, könnte dies als zwei Einzelaussagen verstanden werden.

Falls aber ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen diesen beiden durch eine Pause unterbrochenen Aussagen besteht, wird dies als Aussage von Modell und Fachinhalt kodiert.

1.3.2 Anzahl der Aussagen:

Um zu unterscheiden, wie viele verschiedene Aussagen getroffen werden, wird die Anzahl der Einzelaussagen pro Sprechabschnitt innerhalb der Kategorie „Inhalt der Aussage“ gezählt.

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4
- 5) 5 oder mehr? (z.B. ALMIB!)

1.3.3 Richtigkeit:

Zur Beurteilung der Qualität einer Aussage wird die Kategorie Richtigkeit eingeführt.

- 1) ja
- 2) nein
- 3) unklar

- 7) Diese Kategorie wird nur für die Inhalte 1 (Aussagen zur Zuordnung von Modell und Fachinhalt) 3 (Fachliche Aussagen) und 4 (Aussage zum Kontext mit Bezug zum Fachinhalt) kodiert, das heißt, Aussagen zu Kontexten ohne Bezug zum Fachinhalt und Aussagen zum Aufbau des Modells werden nicht auf ihre Richtigkeit hin kodiert.

5

Screen-Shot der Software Videograph

The screenshot displays the Videograph software interface. The top window, titled 'Kodierung Mediaclip 1', shows a video player on the left and a coding table on the right. The video player shows a scene with several people sitting at a table. The coding table has columns for 'id', 'form', 'inhalt', 'Zahl_Aus', and 'Richtigk'. The bottom window, titled 'Timeline Clip 1 (sbg3c_bio_schüler 1_01.wav)', shows a timeline with a vertical axis from 3:40 to 4:20 and a horizontal axis with markers at 3:40, 3:50, 4:00, 4:10, and 4:20. The timeline shows a single audio track with a volume bar.

id	form	inhalt	Zahl_Aus	Richtigk
2	1	2	1	1
1	1	1	1	1
5	4	5	4	4
4	4	4	4	4
3	3	3	3	3
2	2	2	2	2
1	1	1	1	1
5	5	5	5	5
4	4	4	4	4
3	3	3	3	3
2	2	2	2	2
1	1	1	1	1
3	?	3	?	?
2	nein	2	nein	nein
1	ja	1	ja	ja

Abbildung 16.3: Kodierungsfenster von Videograph zur Bestimmung und Kategorisierung der Redeanteile

Auswertung Art der Wiederholung (Ausschnitt)

Tabelle 16.1: Mögliche Relationen für die Art der Wiederholung

Begriffe	Richtige Relation
Sitzung 1	
Herz – Hohlmuskel	Herz ist ein Hohlmuskel
Herz – Blut	Herz pumpt Blut
Herz – Herzklappen	Herz besitzt/hat Herzklappen
Hohlmuskel – Blut	Hohlmuskel pumpt Blut
Hohlmuskel – Herzklappen	Hohlmuskel besitzt/hat Herzklappen
Blut – Herzklappen	Blut fließt bei offenen Herzklappen
Sitzung 2	
Herz – Puls	Herz erzeugt/macht Puls
Arterien – Herz	Arterien führen (Blut) weg vom Herz
Arterien – Puls	Arterien haben Puls
Arterien – Kapillaren	Arterien verzweigen sich in Kapillaren
Kapillaren – Puls	Kapillaren haben keinen Puls
Blut – Arterien	Blut fließt in Arterien
Blut – Kapillaren	Blut fließt in Kapillaren
Herz – Blut	Herz pumpt Blut
Sitzung 3	
Venen – Herz	Venen führen (Blut) zum Herz
Venen – Venenklappen	Venen besitzen Venenklappen
Muskeln – Venen	Muskeln liegen seitlich von den Venen
Muskeln – Druck	Muskeln erzeugen Druck
Druck – Blut	Druck pumpt Blut
Blut – Venen	Blut fließt (gleichmäßig) durch Venen
Blut – Venenklappen	Blut fließt bei offenen Venenklappen
Herz – Blut	Herz pumpt Blut
Herz – Muskeln	Herz ist ein (Hohl-)Muskel
Sitzung 4	
Lunge – Sauerstoff	Lunge liefert Sauerstoff
Kreislauf – Sauerstoff	Kreislauf tauscht Sauerstoff
Sauerstoff – Körper	Sauerstoff wird geliefert an Körper
Arterien – Sauerstoff	Arterien transportieren Sauerstoff
Kapillaren – Sauerstoff	Kapillaren tauschen Sauerstoff aus
Kapillaren – Venen	Kapillaren gehen über in Venen
Venen – Sauerstoff	Venen transportieren Sauerstoff
Arterien – Kapillaren	Arterien verzweigen sich in Kapillaren
Sitzung 5	
Dickfl. Blut – Blutverklumpung	Dickfl. Blut führt zu Blutverklumpung
Dickfl. Blut – Venen	Dickfl. Blut fließt durch Venen
Dickfl. Blut – Rückfluss	Dickfl. Blut erschwert/verhindert Rückfluss
Dickfl. Blut – Muskeln	Dickfl. Blut wird gepumpt von Venen
Muskeln – Rückfluss	Muskeln fördern Rückfluss
Blutverklumpung – Vene	Blutverklumpung verstopft Vene
Blutverklumpung – Rückfluss	Blutverklumpung erschwert Rückfluss
Rückfluss – Venen	Rückfluss geschieht in Venen

Auswertung Vernetzungstest (Ausschnitt)

Tabelle 16.2: Vorgegebene Begriffe des eingesetzten Vernetzungstests und mögliche richtige Verknüpfungen

Begriffe der Items	Richtige Vernetzung
Item 1	
Herz – Herzklappen	Das Herz besitzt zwei verschiedene Typen von Herzklappen.
Herz – Blut	Das Herz pumpt Blut durch den Körper.
Herzklappen – Blut	Herzklappen verhindern das Zurückfließen des Blutes.
Item 2	
Arterien – Kapillaren	Arterien verzweigen sich in dünne Kapillaren.
Arterien – Puls	In den Arterien kann man den Puls spüren.
Kapillaren – Puls	In den Kapillaren fließt das Blut gleichmäßig.
Item 3	
Blut – Venenklappen	Venenklappen verhindern das Zurückfließen des Blutes.
Blut – Muskeln	Muskeln pumpen das Blut zum Herz zurück.
Venenklappen – Muskeln	Venenklappen und Muskeln sind für den Bluttransport zum Herz verantwortlich.
Item 4	
Venen – Arterien	Die Arterien gehen über die Kapillaren in die Venen über.
Venen – Sauerstoff	Das Blut in den Venen ist sauerstoffarm.
Arterien – Sauerstoff	Das Blut in den Arterien ist sauerstoffreich.
Item 5	
Kapillaren – Blut	Das Blut fließt in den Kapillaren langsam und gleichmäßig.
Kapillaren – Sauerstoff	Der Sauerstoff wird in den Kapillaren ausgetauscht.
Blut – Sauerstoff	Das Blut wird in der Lunge mit Sauerstoff beladen.
Item 6	
Blut – Bewegung	Bei zu wenig Bewegung wird das Blut dickflüssig.
Blut – Blutverklumpung	Bei dickflüssigem Blut kann es zu Blutverklumpungen kommen.
Bewegung – Blutverklumpung	Durch Bewegung kann Blutverklumpungen vorgebeugt werden.

D Faktorenanalyse

Tabelle 16.3: Ergebnisse der exploratorischen Faktorenanalyse mit Hauptkomponentenanalyse zum vor der Intervention erhobenen Interesse; die jeweils stärksten Ladungen pro Item sind fett gedruckt

Item	Komponente		
	1	2	3
Im Biologieunterricht fühle ich mich wohl.	.76	.10	-.02
Biologie gehört zu meinen Lieblingsfächern.	.79	-.02	-.30
Ich freue mich meistens auf die nächste Biologiestunde.	.80	-.11	-.21
Was wir im Biologieunterricht machen interessiert mich nicht.	.50	.47	-.26
Ich finde die Themen interessant, die wir in Biologie machen.	.80	.05	-.11
Ab und zu schaue ich mir in meinem Biologiebuch an, was als nächstes dran kommt.	.46	-.42	-.07
Am liebsten würde ich mich gar nicht mit Biologie beschäftigen.	.50	.59	-.34
Wenn ich ein Experiment durchführe, dann kann es sein, dass ich gar nicht merke wie die Zeit vergeht.	.66	-.30	.04
Mich mit biologischen Aufgabenstellungen zu beschäftigen, macht mir großen Spaß.	.77	-.16	-.25
Wenn ich mich mit Biologie beschäftige, lasse ich mich von nichts stören.	.73	-.42	-.04
Wenn ich mich mit Biologie beschäftige, vergesse ich alles um mich rum.	.71	-.48	.02
Das, was man in Biologie lernt kann man gut gebrauchen.	.68	.04	.24
Warum strengst du dich im Biologieunterricht an?			
...weil mir der Biologieunterricht Spaß macht.	.85	.03	-.06
...weil ich den Stoff verstehen möchte.	.60	.23	.51
...weil mich Biologie interessiert.	.83	.24	-.02
...weil mir biologische Experimente Spaß machen.	.79	.19	.18
...weil die Beschäftigung mit biologischen Themen und Gegenständen für mich wichtig ist unabhängig von Schule und anderen Personen.	.66	.18	.51
...weil es mir wichtig ist die Experimente zu begreifen.	.74	-.07	.17