

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung und Problemaufriss.....</b>	<b>23</b>
<b>Zielsetzung und Vorgehen .....</b>	<b>29</b>
<b>1 Empirische und theoretische Grundlagen.....</b>	<b>31</b>
<b>1.1 Die Rolle von Repräsentationen in kognitiven Lernprozessen .....</b>	<b>31</b>
1.1.1 Repräsentationen, Repräsentationsformen und Repräsentationskompetenz .....	31
1.1.2 Gedächtnispsychologische Grundlagen .....	36
1.1.2.1 Gedächtnissysteme .....	36
1.1.2.2 Die Cognitive-Load-Theorie .....	39
1.1.2.3 Das Arbeitsgedächtnis nach Baddeley .....	40
1.1.2.4 Mentale Modelle .....	41
1.1.3 Modelle der kognitiven Verarbeitung von Texten, Bildern und Sprache.....	43
1.1.3.1 Die duale Codierungstheorie von Paivio.....	43
1.1.3.2 Die kognitive Theorie des multimedialen Lernens .....	44
1.1.3.3 Das integrative Rahmenmodell des Text- und Bildverständens .....	46
1.1.3.4 Pädagogische Implikationen .....	49
1.1.4 Lernen mit multiplen Repräsentationen .....	51
1.1.4.1 Funktionen von multiplen Repräsentationen.....	51
1.1.4.2 Empirische Befunde aus Experten-Novizen- Vergleichen .....	54
1.1.4.3 Repräsentation der Ausgangslage, Problemlöseprozesse und Wissenserwerb.....	59
1.1.4.4 Fazit und Ausblick auf die Bedeutung des Vorverständnisses .....	64

<b>1.2 Die Rolle von Konzeptwechseln in Lehr-Lernprozessen .....</b>	<b>65</b>
1.2.1 Vorwissen, Schülervorstellungen und Konzeptwechsel.....	65
1.2.2 Kognitionspsychologische Theorien zum Konzeptwechsel .....	67
1.2.2.1 Konzeptwechsel durch die Überwindung kognitiver Konflikte .....	67
1.2.2.2 Konzeptwechsel durch die Modifikation mentaler Modelle.....	71
1.2.2.3 Konzeptwechsel durch die Überwindung von Kategorisierungsfehlern .....	74
1.2.2.4 Konzeptwechsel durch die Reorganisation von Wissensfragmenten .....	76
1.2.2.5 Fazit zu den Konzeptwechseltheorien und der praktischen Förderung .....	78
<b>1.3 Interaktionen: Lernen aus Experimenten unter der Perspektive des Umgangs mit multiplen Repräsentationen zur Förderung des konzeptuellen Verständnisses .....</b>	<b>79</b>
1.3.1 Empirische Befunde: Multiple Repräsentationen und Konzeptwechsel .....	79
1.3.2 Fazit und weiterer Forschungsbedarf .....	86
1.3.3 Kognitive Aktivierung .....	87
1.3.4 Lernen aus Experimenten .....	95
<b>1.4 Integrierte Betrachtung: Physiklernen mit multiplen Repräsentationen aus Experimenten zur Förderung des konzeptuellen Verständnisses .....</b>	<b>103</b>
<b>2 Empirische Untersuchungen.....</b>	<b>107</b>
<b>2.1 Theoretische Vorüberlegungen zum Lerngegenstand .....</b>	<b>107</b>
2.1.1 Gründe für die Wahl des Lerngegenstands .....	107
2.1.2 Schülervorstellungen im Kontext der Bildentstehung bei der Sammellinse.....	112
<b>2.2 Pilotstudie.....</b>	<b>122</b>
2.2.1 Zielsetzung der Pilotstudie .....	122
2.2.2 Fragestellung und Hypothesen.....	123
2.2.3 Stichprobe und Design .....	123
2.2.4 Durchführung und Unterrichtsmaterial .....	124
2.2.5 Variablen und Erhebungsinstrumente.....	126

2.2.5.1 Leistungstest .....	126
2.2.5.2 Konzepttest .....	129
2.2.6 Auswertung und Ergebnisse .....	131
2.2.6.1 Itemstatistiken zum Leistungstest .....	131
2.2.6.2 Itemstatistiken zum Konzepttest .....	132
2.2.6.3 Exkurs: Berechnung einer polychorischen Korrelationsmatrix für ordinalskalierte Daten .....	133
2.2.6.4 Erste Hypothese: Veränderungen durch die Intervention .....	135
2.2.6.5 Zweite Hypothese: Wirkung des Treatments auf die Physikleistung .....	137
2.2.6.6 Dritte Hypothese: Wirkung des Treatments auf das konzeptuelle Verständnis .....	139
2.2.7 Diskussion der Pilotstudie und Konsequenzen für die Hauptstudie .....	141
<b>2.3 Hauptstudie .....</b>	<b>144</b>
2.3.1 Forschungsfragen und Hypothesen .....	144
2.3.2 Stichprobe und Design .....	147
2.3.3 Operationalisierung des Treatments .....	150
2.3.3.1 Genereller Überblick .....	150
2.3.3.2 Operationalisierung des Treatments in der ersten Unterrichtsstunde .....	154
2.3.3.3 Treatmentvariation in der ersten Unterrichtsstunde ..	155
2.3.3.4 Operationalisierung des Treatments in der zweiten Unterrichtsstunde .....	156
2.3.3.5 Operationalisierung des Treatments in der dritten Unterrichtsstunde .....	159
2.3.3.6 Operationalisierung des Treatments in der vierten Unterrichtsstunde .....	162
2.3.3.7 Treatmentvariation in der vierten Unterrichtsstunde ..	164
2.3.3.8 Operationalisierung des Treatments in der fünften Unterrichtsstunde .....	167
2.3.3.9 Operationalisierung des Treatments in der sechsten Unterrichtsstunde .....	172
2.3.4 Variablen und Erhebungsinstrumente .....	175
2.3.4.1 Überblick .....	175
2.3.4.2 Leistungstest .....	176
2.3.4.3 Konzepttest .....	179

2.3.4.4 Motivationsfragebogen .....	181
2.3.4.5 Erfassung der Kovariaten .....	182
2.3.4.6 Einflussfaktoren bei der Anwendung des Lehrmaterials .....	185
2.3.5 Ergebnisse zur Messung der abhängigen Variablen .....	186
2.3.5.1 Itemstatistiken zum Leistungstest .....	186
2.3.5.2 Faktorenanalyse des Leistungstests.....	188
2.3.5.3 Itemstatistiken zum Konzepttest .....	195
2.3.5.4 Raschanalyse des Konzepttests .....	202
2.3.5.5 Kreuzvalidierung des Konzepttests.....	207
2.3.5.6 Itemstatistiken zum Motivationsfragebogen .....	215
2.3.5.7 Diskussion der Ergebnisse.....	216
2.3.5.8 Fazit zur ersten Zielsetzung: Entwicklung eines tragfähigen Konzepttests .....	219
2.3.6 Ergebnisse zu den Kovariaten.....	221
2.3.6.1 Ergebnisse zu kognitiven Fähigkeiten.....	221
2.3.6.2 Ergebnisse zu vorherigen Schulleistungen .....	226
2.3.6.3 Zusammenhang zwischen Schulleistungen und kognitiven Fähigkeiten .....	227
2.3.6.4 Diskussion der Analysen zu den Kovariaten.....	228
2.3.7 Einflussfaktoren bei der Anwendung des Lehrmaterials.....	229
2.3.7.1 Wahrgenommenes Lehrerengagement aus Schülersicht .....	229
2.3.7.2 Auswertung des Lehrernotizhefts .....	233
2.3.7.3 Diskussion zu den Einflussfaktoren bei der Anwendung des Lehrmaterials .....	237
2.3.8 Einblick in die Lernprozesse beim Umgang mit Repräsentationen .....	238
2.3.8.1 Auswertung der Arbeitsblätter 4 und 7 zur Bildkonstruktion .....	238
2.3.8.2 Diskussion der Ergebnisse zur Analyse der Lernprozesse .....	244
2.3.9 Ergebnisse zu den untersuchten Hypothesen.....	245
2.3.9.1 Methodisches Vorgehen: Mehrebenenanalyse .....	245
2.3.9.2 Methodisches Vorgehen: Modellentwicklung .....	250
2.3.9.3 Erste Hypothese: Wirkung des Treatments auf die Physikleistung .....	274

2.3.9.4 Zweite Hypothese: Wirkung des Treatments auf das konzeptuelle Verständnis .....	285
2.3.9.5 Dritte Hypothese: Wirkung der Treatmentvariation auf das konzeptuelle Verständnis .....	292
2.3.9.6 Vierte Hypothese: Wirkung des Treatments auf die Schülermotivation.....	299
2.3.9.7 Fünfte Hypothese: Vergleich inhaltlich aufeinander bezogener Studien .....	306
2.3.9.8 Vertiefende Analysen zu Aptitude-Treatment-Interaktionen .....	315
2.3.9.9 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Untersuchung der Hypothesen 1-5 .....	318
2.3.9.10 Diskussion der Ergebnisse zur Untersuchung der Hypothesen 1-5.....	320
 <b>3 Gesamtdiskussion .....</b>	 325
3.1 Integration der Befunde und Kritik am Vorgehen.....	325
3.2 Ausblick .....	327
3.3 Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von Lernumgebungen.....	330
 <b>Abkürzungen .....</b>	 335
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	339
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	343
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	349
<b>Verzeichnisse für den Anhang .....</b>	361