

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>15</b>
1.1	Fachdidaktischer Ausgangspunkt . . . . .	15
1.2	Lehr-lerntheoretischer Ausgangspunkt . . . . .	17
1.3	Fragestellungen und Ziele der Arbeit . . . . .	18
1.4	Aufbau der Arbeit . . . . .	20
1.5	Abkürzungen . . . . .	22
<b>I</b>	<b>Theorie</b>	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>Fachliche Grundlagen des Magnetismus</b>	<b>25</b>
2.1	Abriss zur Geschichte des Magnetismus . . . . .	25
2.2	Das magnetische Feld . . . . .	27
2.2.1	SI und Gauß'sches cgs-System . . . . .	27
2.2.2	Begriffe und Einheiten . . . . .	28
2.2.3	Einführung des magnetischen Feldes in der Literatur . . . . .	29
2.2.4	Der magnetische Dipol . . . . .	30
2.2.5	<b>B</b> -Feld vs. <b>H</b> -Feld . . . . .	31
2.3	Formen des Magnetismus . . . . .	33
2.3.1	Magnetisches Moment . . . . .	33
2.3.1.1	Bahndrehimpuls . . . . .	34
2.3.1.2	Spin der Elektronen . . . . .	34
2.3.1.3	Spin-Bahn-Wechselwirkung und Hund'sche Regeln . . . . .	35
2.3.2	Diamagnetismus . . . . .	36
2.3.3	Paramagnetismus . . . . .	36
2.3.3.1	Langevin-Paramagnetismus . . . . .	36
2.3.3.2	Pauli-Paramagnetismus . . . . .	37
2.3.4	Kollektiver Magnetismus . . . . .	37
2.3.4.1	Temperaturabhängigkeit . . . . .	37
2.3.4.2	Austauschwechselwirkung . . . . .	38
2.3.4.3	Magnetische Domänen . . . . .	41
2.3.4.4	Magnetisierungsprozesse . . . . .	42
2.3.5	Antiferromagnetismus, Ferrimagnetismus . . . . .	43
2.4	Zusammenfassung . . . . .	43
<b>3</b>	<b>Lehr-Lerntheoretische Grundlagen</b>	<b>45</b>
3.1	Lernen . . . . .	46

3.1.1	Begriffliche Annäherung . . . . .	46
3.1.2	Wissensrepräsentation . . . . .	46
3.1.2.1	Propositionale Repräsentation . . . . .	46
3.1.2.2	Mentale Modelle . . . . .	47
3.1.2.3	Schemata . . . . .	47
3.1.3	Gedächtnismodelle . . . . .	47
3.1.3.1	Entwicklung der Gedächtnismodelle . . . . .	47
3.1.3.2	Cognitive Load Theory (CLT) . . . . .	48
3.1.3.3	Intrinsic Cognitive Load . . . . .	49
3.1.3.4	Extraneous Cognitive Load . . . . .	49
3.1.3.5	Germane Cognitive Load . . . . .	49
3.1.3.6	Zentrale Aussagen der CLT . . . . .	50
3.1.4	Konstruktivismus . . . . .	50
3.1.5	Discovery Learning . . . . .	51
3.1.5.1	Bezug zum konstruktivistischen Grundgedanken . . . . .	51
3.1.5.2	Definitionen und Abgrenzungen . . . . .	51
3.1.5.3	Anwendungen und Ziele von Discovery Learning . . . . .	53
3.2	Lehren . . . . .	54
3.2.1	Unterrichtsqualitätsforschung . . . . .	54
3.2.1.1	Zehn Merkmale für guten Unterricht (MEYER, 2010) . . . . .	55
3.2.1.2	Wichtige Aspekte klarer Strukturierung des Unterrichts . . . . .	56
3.2.1.3	Forschungsergebnisse zur Auswirkung von klarer Strukturierung des Unterrichts . . . . .	56
3.2.2	Direkte Instruktion (Expository Teaching) . . . . .	57
3.2.2.1	Instruktionale Maßnahmen . . . . .	57
3.2.2.2	Scaffolding . . . . .	57
3.2.3	Discovery Learning oder Direct Instruction? . . . . .	58
3.3	Das „Scientific Discovery as Dual Search“ (SDDS) Modell . . . . .	60
3.3.1	SDDS-Modell nach KLAHR UND DUNBAR (1988) . . . . .	60
3.3.2	Erweitertes SDDS-Modell von VAN JOOLINGEN UND JONG (1997) . . . . .	63
3.3.2.1	Hypothesenraum . . . . .	63
3.3.2.2	Experimentraum . . . . .	64
3.3.2.3	Suche im Hypothesen- und Experimentraum . . . . .	64
3.3.2.4	Aufteilung des Hypothesenraums . . . . .	65
3.4	Entwicklungsabhängige Kompetenzen . . . . .	68
3.5	Nicht-kognitive Aspekte des Lernens (Multikriteriale Zielerreichung) . . . . .	68
3.5.1	(Lern-)Motivation . . . . .	69
3.5.1.1	Selbstbestimmungstheorie der Motivation (SDT) . . . . .	70
3.5.1.2	Wichtige Aussagen der SDT . . . . .	72
3.5.1.3	Folgerungen für den Unterricht . . . . .	73
3.5.2	Interesse . . . . .	74
3.5.2.1	Die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses . . . . .	74
3.5.2.2	Komponenten von Interesse . . . . .	75
3.5.2.3	Aufbau von Interesse . . . . .	75
3.5.2.4	Zusammenhang zwischen Leistung und Interesse . . . . .	76
3.6	Zusammenfassung . . . . .	77

<b>4 (Fach-)Didaktische Grundlagen</b>	<b>79</b>
4.1 Modelle	79
4.1.1 Definition	80
4.1.2 Klassifizierungen von Modellen	81
4.1.3 Modelle im Unterricht	83
4.1.3.1 Schwierigkeiten beim Modellverständnis im Unterricht	83
4.1.3.2 Modellkompetenz	84
4.1.4 Modellverständnis in der Grundschule (im Sachunterricht)	84
4.2 Magnetismus als bedeutsamer, anschlussfähiger Bildungsinhalt	85
4.3 Alltagsbezug und Anwendungen (Exemplarität, Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung)	86
4.4 Magnetismus in der Schule (Ziel-Ebene)	88
4.4.1 Bildungsstandards und Kompetenzbereiche	88
4.4.2 Lehrplan der Grundschule (Bayern)	91
4.4.3 Lehrpläne am Gymnasium (Bayern)	91
4.5 Didaktische Rekonstruktion (allgemein)	92
4.6 Befundlage zum Thema „Magnetismus“	94
4.6.1 Schülervorstellungen allgemein	94
4.6.2 Conceptual Change	95
4.6.3 Schülervorstellung zum Thema „Magnetismus“	96
4.6.3.1 Magnetische Anziehung	97
4.6.3.2 Übergeneralisierung auf alle Metalle	97
4.6.3.3 Reichweite der magnetischen Wirkung	97
4.6.3.4 Abschirmung von Magnetfeldern	97
4.6.3.5 (Weiter-)Magnetisierung	98
4.6.3.6 Magnetische und geographische Pole	98
4.6.3.7 Elektrizität und Gravitation	98
4.6.4 Modellvorstellungen zum Magnetismus	98
4.6.4.1 Schülervorstellungen zum Elementarmagnetmodell	99
4.6.4.2 ERICKSON (1994): 'pulling magnet', 'emanating model', 'enclosing model'	99
4.6.4.3 BORGES. A. TARCISO, TECNICO UND GILBERT (1998): 'magnetism as pulling', 'as cloud', 'as electricity', 'as electric polarization', 'field model'	101
4.6.5 Studien zum Lernen von „Magnetismus“	104
4.6.5.1 CHRISTIDOU ET AL. (2009): Magnetische Anziehung, Materialien	104
4.6.5.2 RAVANIS (1994): Magnetisierbarkeit, Anziehung und Abstoßung	105
4.6.5.3 VAN HOOK UND HUZIAK CLARK (2007): Symbolisierung eines Magneten durch einen Pfeil	105
4.7 Elementarisierung des Ferromagnetismus	105
4.7.1 Makroskopische Ebene	106
4.7.2 Mikroskopische Ebene: Elementarisierung	107
4.7.2.1 Das „klassische“ Elementarmagnetmodell	107
4.7.2.2 Das „Eisen-Magnet-Modell“	108
4.7.2.3 Repräsentationsformen für das „Eisen-Magnet-Modell“	109
4.7.3 Funktion und Einsatzmöglichkeiten des „Eisen-Magnet-Modells“	112
4.7.4 Wissensgerüst zum Inhalt Magnetismus	113

4.7.4.1	Sprachliche Regelungen . . . . .	113
4.7.4.2	Definitionen zu Phänomenen (DefP) . . . . .	113
4.7.4.3	Funktionale Zusammenhänge bei beobachtbaren Phänomenen (P) . . . . .	114
4.7.4.4	Modellannahmen (M) . . . . .	114
4.7.4.5	Theoretische Folgerungen (T) . . . . .	114
4.7.4.6	Folgerungen (F) . . . . .	115
4.7.4.7	Konzeptuelles Wissen Magnetismus (gruppierte Wissenskomplexe) . . . . .	115
4.7.5	Grenzen des Modells . . . . .	116
4.7.6	Modellkompetenz bezogen auf das Eisen-Magnet-Modell . . . . .	117
4.7.7	Passung zu den Zielen im Unterricht . . . . .	118
4.8	Geschlechtsspezifische Unterschiede im Physikunterricht . . . . .	118
4.8.1	Ursachen . . . . .	119
4.8.2	Maßnahmen zur Verbesserung der „Mädchen“-Problematik . . . . .	120
4.9	Zusammenfassung . . . . .	121
<b>5</b>	<b>Vorstudie</b>	<b>123</b>
5.1	<i>Exkurs:</i> Methode der Akzeptanzbefragung . . . . .	123
5.2	Stichprobe und Durchführung . . . . .	124
5.3	Material, Aufgaben und Ablauf . . . . .	124
5.4	Erhebung und Auswertung . . . . .	126
5.5	Ergebnisse . . . . .	126
5.5.1	Phänomenebene (Phase 1 – Phase 5) . . . . .	126
5.5.2	Theorieebene . . . . .	126
5.5.2.1	Akzeptanz des Eisen-Magnet-Modells (Phase 6) . . . . .	126
5.5.2.2	Paraphrasierung des Eisen-Magnet-Modells (Phase 6) . . . . .	126
5.5.2.3	Transfer Eisen-Magnet-Modell (Phase 7) . . . . .	129
5.5.2.4	Modellverständnis . . . . .	129
5.5.3	Nicht-kognitive Variablen . . . . .	130
5.6	Zusammenfassung . . . . .	130
<b>6</b>	<b>Entwicklung der Lehr-Lernumgebung</b>	<b>131</b>
6.1	Folgerungen aus den theoretischen Überlegungen . . . . .	131
6.1.1	Inhaltliche Überlegungen . . . . .	131
6.1.2	Unterrichtsmethodische Überlegungen . . . . .	132
6.1.3	Überlegungen zum Experimentiermaterial . . . . .	133
6.2	Gestaltung der kooperativen Arbeitsphase – hoher Grad an inhaltsspezifischer Unterstützung . . . . .	134
6.2.1	Station 1: Anziehung-Abstoßung . . . . .	135
6.2.2	Station 2: Die Magnetnadel . . . . .	135
6.2.3	Station 3: Das Eisen-Magnet-Modell (1) . . . . .	136
6.2.4	Station 4: Das Eisen-Magnet-Modell (2) . . . . .	136
6.2.5	Station 5: Das Eisen-Magnet-Modell (3) . . . . .	137
6.2.6	Station 6: Der Nagel am Eisenstück . . . . .	137
6.2.7	Station 7: Was wird angezogen? . . . . .	138
6.2.8	Station 8: Eisen oder Magnet? . . . . .	138
6.2.9	Station 9: Finde den Magnet! . . . . .	139

6.2.10	Station 10: Ein Draht wird zum Magnet . . . . .	139
6.2.11	Station 11: Königsstation: Der halbe Magnet . . . . .	140
6.3	Gestaltung der kooperativen Arbeitsphase – niedriger Grad an inhaltspezifischer Unterstützung . . . . .	141
6.4	Bezug zu den Kompetenzen in den Bildungsstandards . . . . .	141
6.4.1	Fachwissen . . . . .	141
6.4.2	Erkenntnisgewinnung . . . . .	142
6.4.3	Kommunikation . . . . .	142
6.4.4	Bewertung . . . . .	142
6.5	Lehrerinstruktion . . . . .	142
6.5.1	Lernziele . . . . .	143
6.5.2	Wirkungen zwischen zwei Magneten (Magnete ziehen sich an und stoßen sich ab) . . . . .	143
6.5.3	Magnetpole: Nord- und Südpol (Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an) . . . . .	144
6.5.4	Stärke eines Magneten und Stärke von zwei Magneten (gleichpolig und gegenpolig) . . . . .	145
6.5.5	Was macht ein Magnet aus einem Stück Eisen? (Aus Eisen wird ein Magnet) . . . . .	146
6.5.6	Einführung des „Eisen-Magnet-Modells“ . . . . .	146
6.5.7	Anwendung des Eisen-Magnet-Modells . . . . .	147
6.5.8	Tafelbild . . . . .	149
<b>7</b>	<b>Forschungsfragen und Hypothesen</b>	<b>151</b>
7.1	Kognitive Aspekte . . . . .	152
7.1.1	Konzeptuelles Verständnis – generelle „Lernbarkeit“ . . . . .	152
7.1.1.1	Konzeptuelles Verständnis – Phänomenebene . . . . .	152
7.1.1.2	Konzeptuelles Verständnis – Theorieebene . . . . .	153
7.1.1.3	Konzeptuelles Verständnis – Modellverständnis . . . . .	154
7.1.2	Unterrichtsmethodische Einflussfaktoren auf den Lernerfolg . . . . .	154
7.1.2.1	Auswirkungen instruktionaler Maßnahmen auf das Wissen auf Phänomenebene . . . . .	155
7.1.2.2	Auswirkungen instruktionaler Maßnahmen auf das Wissen auf Theorieebene . . . . .	155
7.1.2.3	Auswirkungen instruktionaler Maßnahmen auf Einzelitems . . . . .	157
7.1.2.4	Auswirkungen instruktionaler Maßnahmen auf das Modellverständnis . . . . .	157
7.2	Nichtkognitive Aspekte . . . . .	158
7.2.1	Auswirkung instruktionaler Maßnahmen auf das Autonomieempfinden . . . . .	158
7.2.2	Auswirkung instruktionaler Maßnahmen auf das Kompetenzerleben . . . . .	159
7.2.3	Vergleich zum Schulunterricht – Intrinsische Motivation . . . . .	160
7.2.4	Auswirkung instruktionaler Maßnahmen auf die intrinsische Motivation . . . . .	160
7.2.5	Vergleich zum Schulunterricht – Interesse . . . . .	161
7.2.6	Auswirkung instruktionaler Maßnahmen auf das Interesse . . . . .	161
7.2.7	Auswirkung instruktionaler Maßnahmen auf die Einschätzung der Schwierigkeit der Testaufgaben . . . . .	161
7.3	Einflüsse des Geschlechts . . . . .	162

7.3.1	Einfluss des Geschlechts auf kognitive Variablen - Wissen . . . . .	162
7.3.2	Einfluss des Geschlechts auf kognitive Variablen – Modellverständnis . . . . .	163
7.3.3	Einfluss des Geschlechts auf nichtkognitive Variablen . . . . .	163
<b>II</b>	<b>Methoden</b>	<b>165</b>
<b>8</b>	<b>Anlage der Hauptstudie</b>	<b>167</b>
8.1	Stichprobe . . . . .	167
8.2	Design . . . . .	168
8.3	Lehr-Lernumgebung, Material und Aufgaben . . . . .	169
8.4	Unabhängige Variablen . . . . .	169
8.4.1	Schule . . . . .	169
8.4.2	Grad der inhaltsspezifischen Unterstützung (IU) . . . . .	170
8.4.3	Vorausgehende Expositorische Instruktion (VEI) . . . . .	170
8.4.4	Zusammenfassende Expositorische Instruktion (ZEI) . . . . .	170
8.5	Operationalisierung der abhängigen Variablen . . . . .	170
8.6	Kontrollvariablen . . . . .	170
8.7	Ablauf . . . . .	171
8.8	Statistische Analyse . . . . .	174
<b>9</b>	<b>Entwicklung der Erhebungsinstrumente</b>	<b>177</b>
9.1	Kognitive Tests (Wissen) . . . . .	177
9.1.1	Phänomenebene . . . . .	178
9.1.1.1	Frage P-A1 – Materialien, die angezogen werden . . . . .	178
9.1.1.2	Frage P-A2 – Materialien, die magnetisiert werden . . . . .	178
9.1.1.3	Frage P-B – Fragen zu Anziehung/Abstoßung/Magnetisierung . . . . .	179
9.1.1.4	Frage P-C – Fragen zu den Anziehungs-/Abstoßungsregeln . . . . .	180
9.1.1.5	Frage P-D – Magnet teilen ( <i>nur GYM – nur Pretest</i> ) . . . . .	181
9.1.1.6	Frage P-E – Transferaufgabe „Nägel“ . . . . .	182
9.1.1.7	Frage P-F – Transferaufgabe „Erde“ ( <i>nur GYM</i> ) . . . . .	184
9.1.2	Theorieebene . . . . .	185
9.1.2.1	Frage T-A – Zuordnung „Ausrichtung der Magnetchen“ . . . . .	185
9.1.2.2	Frage T-B – Magnetchen einzeichnen (Pole vorgegeben) . . . . .	186
9.1.2.3	Frage T-C – Magnet teilen . . . . .	187
9.1.2.4	Frage T-D – Pole bestimmen (Magnetchen vorgegeben) . . . . .	189
9.1.2.5	Frage T-E – Transferaufgabe „Nägel“ . . . . .	190
9.1.2.6	Frage T-F – Transferaufgabe „Erde“ ( <i>nur GYM</i> ) . . . . .	191
9.1.2.7	Frage T-G – Transferaufgabe Metallstücke ( <i>nur GYM</i> ) . . . . .	192
9.1.3	Auswertung und Ratekorrektur . . . . .	192
9.1.4	Zusammensetzungen der Tests . . . . .	193
9.1.4.1	Pretest . . . . .	193
9.1.4.2	Posttest und Posttest ZV . . . . .	194
9.1.5	Kennwerte . . . . .	195
9.2	Kognitive Tests (Modellverständnis) . . . . .	195
9.3	Nichtkognitive Tests . . . . .	197

<b>III Ergebnisse</b>	<b>201</b>
<b>10 Ergebnisse</b>	<b>203</b>
10.1 Kontrolle der individuellen Lernvoraussetzungen . . . . .	203
10.1.1 Darstellung der Ergebnisse . . . . .	203
10.1.2 Diskussion der Ergebnisse . . . . .	206
10.2 Kognitive Ergebnisse bezüglich der instruktionalen Maßnahmen . . . . .	207
10.2.1 Phänomenebene . . . . .	207
10.2.1.1 Auswahl der Kovariaten . . . . .	208
10.2.1.2 Analyse Posttest . . . . .	208
10.2.1.3 Analyse zeitverzögerter Posttest . . . . .	209
10.2.1.4 Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV) . . . . .	210
10.2.1.5 Zusammenfassung . . . . .	212
10.2.2 Theorieebene . . . . .	214
10.2.2.1 Auswahl der Kovariaten . . . . .	215
10.2.2.2 Analyse Posttest . . . . .	215
10.2.2.3 Analyse zeitverzögerter Posttest . . . . .	218
10.2.2.4 Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV) . . . . .	220
10.2.2.5 Ergänzungsanalyse: Halbierung der Stichprobe . . . . .	221
10.2.2.6 Zusammenfassung und Zwischendiskussion . . . . .	222
10.3 Analyse der Einzelitems . . . . .	224
10.3.1 Phänomenebene . . . . .	224
10.3.1.1 Analyse des Lernzuwachses von Pretest zu Posttest . . . . .	224
10.3.1.2 Analyse Posttest . . . . .	225
10.3.1.3 Analyse zeitverzögerter Posttest . . . . .	226
10.3.1.4 Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV) . . . . .	227
10.3.1.5 Ergänzende und zusammenfassende Analysen . . . . .	229
10.3.1.6 Zusatzitems der Gymnasiasten . . . . .	232
10.3.1.7 Zusammenfassung und Zwischendiskussion . . . . .	234
10.3.2 Theorieebene . . . . .	235
10.3.2.1 Analyse Posttest . . . . .	235
10.3.2.2 Analyse zeitverzögerter Posttest . . . . .	236
10.3.2.3 Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV) . . . . .	238
10.3.2.4 Zusatzitems der Gymnasiasten . . . . .	239
10.3.2.5 Zusammenfassung und Zwischendiskussion . . . . .	240
10.4 Ergebnisse zum Modellverständnis bezüglich instruktionaler Maßnahmen . . . . .	241
10.4.1 Modell als Konstrukt . . . . .	241
10.4.1.1 Auswahl der Kovariaten . . . . .	242
10.4.1.2 Analyse Posttest . . . . .	242
10.4.1.3 Analyse zeitverzögerter Posttest . . . . .	244
10.4.1.4 Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV) . . . . .	245
10.4.1.5 Zusammenfassung und Zwischendiskussion . . . . .	245
10.4.2 Hypothetischer Charakter des Modells . . . . .	246
10.4.2.1 Auswahl der Kovariaten . . . . .	247
10.4.2.2 Analyse Posttest . . . . .	247
10.4.2.3 Analyse zeitverzögerter Posttest . . . . .	247

10.4.2.4	Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV)	248
10.4.2.5	Zusammenfassung und Zwischendiskussion	249
10.4.3	Funktionen des Modells	250
10.4.3.1	Auswahl der Kovariaten	251
10.4.3.2	Analyse Posttest	251
10.4.3.3	Analyse zeitverzögerter Posttest	252
10.4.3.4	Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV)	252
10.4.3.5	Zusammenfassung und Zwischendiskussion	254
10.5	Nichtkognitive Ergebnisse bezüglich instruktionalen Maßnahmen	255
10.5.1	Autonomieempfinden	255
10.5.1.1	Auswahl der Kovariaten	256
10.5.1.2	Analyse Posttest	256
10.5.1.3	Analyse zeitverzögerter Posttest	257
10.5.1.4	Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV)	257
10.5.1.5	Zusammenfassung und Zwischendiskussion	259
10.5.2	Kompetenzempfinden	260
10.5.2.1	Auswahl der Kovariaten	261
10.5.2.2	Analyse Posttest	261
10.5.2.3	Analyse zeitverzögerter Posttest	261
10.5.2.4	Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV)	262
10.5.2.5	Zusammenfassung und Zwischendiskussion	263
10.5.3	Intrinsische Motivation	264
10.5.3.1	Auswahl der Kovariaten	265
10.5.3.2	Analyse Posttest	265
10.5.3.3	Analyse zeitverzögerter Posttest	266
10.5.3.4	Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV)	267
10.5.3.5	Zusatz: Analyse Delta(Pretest; Posttest)	267
10.5.3.6	Zusammenfassung und Zwischendiskussion	268
10.5.4	Interesse	269
10.5.4.1	Auswahl der Kovariaten	270
10.5.4.2	Analyse Posttest	270
10.5.4.3	Analyse zeitverzögerter Posttest	271
10.5.4.4	Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV)	272
10.5.4.5	Zusatz: Analyse Delta(Pretest; Posttest)	272
10.5.4.6	Zusammenfassung und Zwischendiskussion	273
10.5.5	Einschätzung der Schwierigkeit der Testaufgaben	274
10.5.5.1	Auswahl der Kovariaten	275
10.5.5.2	Analyse Posttest	275
10.5.5.3	Analyse zeitverzögerter Posttest	275
10.5.5.4	Analyse Delta(Posttest; Posttest ZV)	276
10.5.5.5	Zusammenfassung und Zwischendiskussion	277
10.6	Geschlechtsspezifische Unterschiede	278
10.6.1	Kognitive Ergebnisse (Wissen)	278
10.6.1.1	Vorwissen	278
10.6.1.2	Phänomenebene	278
10.6.1.3	Theorieebene	280



10.6.1.4 Zusammenfassung und Zwischendiskussion . . . . .	283
10.6.2 Kognitive Ergebnisse (Modellverständnis) . . . . .	283
10.6.2.1 Modell als Konstrukt . . . . .	283
10.6.2.2 Hypothetischer Charakter des Modells . . . . .	284
10.6.2.3 Funktionen des Modells . . . . .	285
10.6.2.4 Zusammenfassung und Zwischendiskussion . . . . .	285
10.6.3 Nichtkognitive Ergebnisse . . . . .	285
10.6.3.1 Autonomieempfinden . . . . .	285
10.6.3.2 Kompetenzermpfinden . . . . .	288
10.6.3.3 Intrinsische Motivation . . . . .	290
10.6.3.4 Interesse . . . . .	292
10.6.3.5 Einschätzung der Schwierigkeit der Testaufgaben . . . . .	293
10.6.3.6 Zusammenfassung und Zwischendiskussion . . . . .	293

**IV Diskussion und Ausblick 295**

**11 Zusammenfassung und Diskussion 297**

11.1 Zusammenfassungen . . . . .	297
11.1.1 Ergebnisse Phänomenebene . . . . .	297
11.1.2 Ergebnisse Theorieebene . . . . .	298
11.1.3 Ergebnisse Modellverständnis . . . . .	299
11.1.4 Ergebnisse Nichtkognitive Variablen . . . . .	299
11.1.5 Geschlechtsspezifische Unterschiede . . . . .	300
11.2 Diskussion . . . . .	301
11.2.1 Fehlvorstellungen auf Phänomenebene . . . . .	301
11.2.2 Instruktionale Maßnahmen . . . . .	301
11.2.2.1 Erklärungen durch das SDDS-Modell . . . . .	302
11.2.2.2 Erklärungen durch die Cognitive Load Theory . . . . .	303
11.2.3 (Theorie zum) Magnetismus bereits in der Grundschule? – Entwicklungsbedingte Lernschwierigkeiten . . . . .	303
11.2.4 Rücksicht auf Mädchen nehmen? . . . . .	304
11.3 Grenzen und Einschränkungen der Studie . . . . .	304
11.4 Lehr-Lerntheoretische Bedeutung . . . . .	306

**12 Ausblick 307**

12.1 Ausblick und offene Fragen . . . . .	307
12.1.1 Vergleich mit realem Unterricht . . . . .	307
12.1.1.1 Anlage und Durchführung der Studie . . . . .	307
12.1.1.2 Ergebnisse der Studie . . . . .	308
12.1.1.3 Vergleich mit der Hauptstudie . . . . .	310
12.1.1.4 Folgerungen . . . . .	312
12.1.1.5 Einschränkungen der LAA-Studie . . . . .	313
12.1.2 Übertragung auf andere Themen . . . . .	313
12.2 Folgerungen für den Unterricht . . . . .	313
12.3 Schluss . . . . .	315

<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>317</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>332</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>336</b>
<b>Anhang</b>	<b>339</b>
A  Befragungsschema Akzeptanzbefragung . . . . .	340
B  Anleitungen der Lernstationen . . . . .	342
C  Fragebögen . . . . .	371
C.1  Pretest . . . . .	371
C.2  Posttest, zeitverzögerter Posttest . . . . .	376
D  Kennwerte der Skalen . . . . .	388
D.1  Wissensskalen . . . . .	388
D.2  Skalen Modellverständnis . . . . .	389
D.3  Nichtkognitive Skalen . . . . .	390
E  Ergebnisse Einzelitems . . . . .	391
F  Advance Organizer (LAA-Studie) . . . . .	400