

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	XIII
Abkürzungsverzeichnis	XVII
1 Einleitung	1
I Theoretische Grundlagen	5
2 Allgemeine lerntheoretische Grundlagen	9
2.1 Konstruktivismus	9
2.2 Lehr-Lern-Prozesse in Bezug auf einen Conceptual Change	11
3 Experimentieren im Physikunterricht	15
3.1 Einordnung des Begriffs <i>experimentelle Kompetenz</i>	16
3.2 Kompetenzmodelle zu experimentellen Kompetenzen	22
3.3 Allgemeine Einordnung in ausgewählte Lehrpläne	31
3.4 Experimente im Physikunterricht	36
3.5 Empirische Befunde zum Experimentieren aus der Perspektive der Lernenden	39
3.5.1 Schülervorstellungen zum Experimentieren	40
3.5.2 Schülervorstellungen zur Variablenkontrollstrategie	49
3.5.3 Förderung experimenteller Kompetenzen	58
3.5.4 Förderung des Verständnisses der Variablenkontrollstrategie .	61
I	

3.6	Empirische Befunde zum Experimentieren aus der Lehrendenperspektive	70
3.6.1	Lehrervorstellungen zum Experiment	71
3.6.2	Einsatz von Experimenten im Unterricht	74
4	Grundlagen der schulpraktischen Umsetzung	79
4.1	Strukturen im Unterrichtsablauf	79
4.2	Lernzirkel als unterrichtsdidaktische Methode	84
4.3	Design-Based Research	87
5	Die Plattform FLexKom	91
5.1	Das FFlexKom-Kompetenzmodell	92
5.2	Konzept der Plattform	100
5.2.1	Struktur und Leitideen der Plattform	101
5.2.2	Aufbau der Webseite zur Plattform	105
5.3	Lernzirkel der Plattform FFlexKom	108
5.4	Evaluation des Konzepts der Plattform in der Entwicklungsphase	111
5.4.1	Design der Datenerhebung	112
5.4.2	Beschreibung der Stichprobe	113
5.4.3	Darstellung der Ergebnisse	113
6	Zusammenfassung Teil I	117
II	Entwicklung von Modulen und Lernzirkeln zur Förderung experimenteller Kompetenzen	121
7	Didaktische Vorüberlegungen zur Entwicklung von Modulen	125
7.1	Identifikation von Lernzielen	125
7.2	Erfassung relevanter Schülervorstellungen	127
7.3	Gamification	129
7.4	Nutzung digitaler Medien	131
7.5	Gestaltung der Arbeitsblätter	133
7.6	Gestaltung der Lehrerhandreichungen	136
8	Überblick über entwickelte FFlexKom-Module	141

9 Modulbeispiel <i>Messen, Messen, Multimeter</i>	147
9.1 Erfassung von Schülervorstellungen zum Einbau von Multimetern	147
9.2 Lernziele und Einordnung in Kernlehrpläne	151
9.3 Entwicklung des Moduls	153
9.3.1 Aufbau des Experiments	153
9.3.2 Durchführung des Moduls	155
10 Modulbeispiel <i>Widerstand zwecklos</i>	159
10.1 Lernziele und Einordnung in Kernlehrpläne	159
10.2 Entwicklung des Moduls	160
10.2.1 Aufbau des Experiments und Einsatz digitaler Medien	161
10.2.2 Durchführung des Moduls	163
11 Kurzbeschreibung weiterer ausgewählter Module	167
11.1 Modul <i>Qual der Wahl</i>	167
11.2 Modul <i>Schaltung steck dich</i>	171
11.3 Module in der Einsatzform <i>FLexcape Game</i>	175
12 Einsatz von Modulen in Lernzirkeln	179
12.1 FFlexKom Typ-A Lernzirkel	179
12.2 FFlexKom Typ-B Lernzirkel	183
13 Zusammenfassung Teil II	187
III Evaluation des Konzepts der Plattform und der beiden ausgewählten Lernzirkel	191
14 Forschungsfragen und Hypothesen	195
15 Design der Studie	201
15.1 Konzeption und Ablauf der Studie	201
15.2 Aufbau der Intervention	205
16 Entwicklung und Adaptierung von Testinstrumenten	209
16.1 Messung experimenteller Kompetenzen	210
16.2 McK-LSA - Simulationstest	213

16.3 Items zur Variablenkontrollstrategie	219
16.4 Passung der Testinstrumente zur Intervention	224
16.5 Ergänzende Fragebögen in der Pilotierungsphase	224
16.6 Ergänzende Fragebögen in der Hauptstudie	225
16.7 Erhebung der Lehrendenperspektive	229
17 Auswertungsmethoden	233
17.1 Methoden zum Umgang mit fehlenden Daten	233
17.2 Statistische Kenngrößen	235
17.3 Faktorenanalysen und Strukturgleichungsmodelle	238
17.3.1 Explorative Faktorenanalyse	238
17.3.2 Konfirmatorische Faktorenanalyse und Strukturgleichungsmodelle	243
17.4 Varianzanalysen	246
17.4.1 Grundprinzip der Varianzanalysen	247
17.4.2 Voraussetzungen der Varianzanalysen	250
17.4.3 Effektstärken und Post-hoc-Test	253
17.5 Interviewanalyse	256
18 Pilotierung des Typ-A Lernzirkels und der ersten Testinstrumente	261
18.1 Beschreibung der Stichprobe	261
18.2 Ergebnisse der Pilotierung	262
18.2.1 Gütekriterien und Faktorenanalysen	263
18.2.2 Analyse der Kontrollvariablen	272
18.2.3 Experimentelle Kompetenzen im Prä-Post-Vergleich	272
18.2.4 Experimentelle Kompetenzen im Prä-Post-Follow-up-Vergleich	277
18.2.5 Entwicklung experimenteller Kompetenzen nach verschiedenen Leistungsniveaus	279
18.3 Diskussion der Ergebnisse	282
19 Pilotierung des Typ-B Lernzirkels	285
19.1 Beschreibung der Stichprobe	285
19.2 Ergebnisse der Pilotierung	286
19.2.1 Gütekriterien	286
19.2.2 Experimentelle Kompetenzen im Prä-Post-Vergleich	288

19.2.3 Wahrnehmung der Modulinhalte durch die Schülerinnen und Schüler	290
19.3 Diskussion der Ergebnisse	292
20 Hauptstudie zur Evaluation des Typ-A und Typ-B Lernzirkels	293
20.1 Beschreibung der Stichprobe der Schülerinnen und Schüler	293
20.2 Lehrendenbefragung zu den Voraussetzungen in den Klassen	295
20.2.1 Beschreibung der Stichprobe	295
20.2.2 Darstellung der Ergebnisse	295
20.3 Auswertung zu den Testinstrumenten	298
20.3.1 Gütekriterien und Faktorenanalysen	298
20.3.2 Analyse der Kontrollvariablen	307
20.3.3 Umgang mit fehlenden Daten bei der Messung experimenteller Kompetenzen	312
20.3.4 Experimentelle Kompetenzen im Prä-Post-Vergleich	314
20.3.5 Experimentelle Kompetenzen im Prä-Post-Follow-up-Vergleich	318
20.3.6 Entwicklung experimenteller Kompetenzen nach verschiedenen Leistungsniveaus	323
20.4 Wahrnehmung der Modulinhalte durch die Schülerinnen und Schüler und weitere Wirkungen der Lernzirkel	337
20.5 Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf die Forschungsfragen	341
21 Evaluation des Konzepts der Plattform	351
21.1 Befragung der Lehrkräfte im Rahmen der Studie	351
21.1.1 Beschreibung der Stichprobe	351
21.1.2 Gütekriterien der Interviewanalyse	352
21.1.3 Darstellung der Ergebnisse	353
21.2 Zentrale Ergebnisse zu den Forschungsfragen	362
22 Zusammenfassende Bewertung des Studienprojektes	367
22.1 Zentrale Erkenntnisse des Studienprojektes	367
22.2 Kritische Reflexion der Studie	369
22.3 Weiterentwicklung und Ausblick	372
23 Zusammenfassung Teil III	375
24 Zusammenfassung des gesamten Studienprojekts	379

Literaturverzeichnis	384
A Anhang	425
B Eidesstattliche Erklärung	431