

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	IV
Abstract	IX
Abstract (english)	XI
1 Einleitung	1
I Theorieteil	5
2 Fachdidaktischer Hintergrund	7
2.1 Elementarisierung	7
2.1.1 Aspekte der Elementarisierung	7
2.1.2 Kriterien der Elementarisierung	9
2.1.3 Modellierung des Prozesses der Elementarisierung	10
2.2 Modell der didaktischen Rekonstruktion	12
3 Fachliche Grundlage der Mechanik	15
3.1 Kinematik eines Massenpunktes	15
3.2 Dynamik: Die drei Newton'schen Axiome	17
4 Stand der Forschung	21
4.1 SchülerInnenvorstellungen in der Mechanik	21
4.1.1 SchülerInnenvorstellungen in der Kinematik	22
4.1.2 SchülerInnenvorstellungen in der Dynamik	23
4.2 Evaluationsstudien zum zweidimensional-dynamischen Mechanikkonzept . .	26
4.2.1 Überblick über die bisherigen Evaluationsstudien	26
4.2.2 Elementarisierungen der Mechanik	35
4.2.2.1 Elementarisierung von Jung et al.	35
4.2.2.2 Elementarisierung von Wodzinski & Wiesner	39
4.2.2.3 Elementarisierung von Wilhelm	46
4.2.3 Begründungen der Elementarisierungen	50
4.2.4 Einschränkungen der bisherigen Studien	54
4.2.4.1 Einschränkungen in Tobias (2010)	54

4.2.4.2	Einschränkungen in Jung & Callsen (1976)	56
4.2.4.3	Einschränkungen in Wilhelm (2005)	56
4.2.4.4	Einschränkungen in Amenda (2017)	57
5	Offene Fragen der bisherigen Forschung und Entwicklung der Forschungsfragen	59
5.1	Offene Fragen	59
5.2	Entwicklung der Forschungsfragen	60
II	Empirischer Teil	65
6	Methode	67
6.1	Forschungsdesign	67
6.2	Stichprobe	70
6.3	Instrumente und erfasste Variablen	72
6.4	Validierungslogik	76
6.4.1	Argument-based-approach nach Kane	76
6.4.2	Validierungslogik für die Mechanikstudie	77
6.5	Diskussion der Übersetzungsschritte aus der Validierungslogik	91
6.5.1	Diskussion der Argumente zur Ebene der Mechanikkonzepte	91
6.5.1.1	Modell zu Elementarisierungen der Mechanik (Argument 1.1)	91
6.5.1.2	Elementarisierung der 1D-Adaption (Argument 1.2)	93
6.5.1.3	Zusammenfassung der Elementarisierungen	97
6.5.2	Diskussion der Argumente zur Ebene der Mechaniklehrgänge	99
6.5.2.1	Themenstruktur der Mechaniklehrgänge (Argument 2.1)	99
6.5.2.2	Material der Mechaniklehrgänge (Argument 2.2)	101
6.5.3	Diskussion der Argumente zur Ebene des Unterricht	105
6.5.3.1	Lernprozessstruktur (Argument 3.1)	105
6.5.3.2	Unterrichtszeit (Argument 3.2)	106
6.5.3.3	Bearbeitungsumfang der Workbookaufgaben (Argument 3.3)	107
6.5.4	Diskussion der Argumente zur Ebene der Performanz	108
6.5.4.1	Korrektheit der bearbeiteten Workbookaufgaben (Argument 4.2)	108
6.5.5	Diskussion der Argumente zur Ebene der Testwerte	109
6.5.5.1	Itemkonstruktion und -auswahl zur Abbildung der Interventionseinhalte (Argument 5.1)	109
6.5.5.2	Abbildung von Lernzuwächsen durch den Fachwissenstest (Argument 5.2)	115
6.5.5.3	Latente Struktur des Fachwissenstests (Argument 5.3)	118
6.5.6	Abschließende Diskussion der Folge von Übersetzungsschritten	122

7 Ergebnisse	125
7.1 Rasch-Skalierung der Daten aus dem Fachwissenstest	125
7.1.1 Skalierung der Prätestergebnisse	126
7.1.2 Bestimmung der Anker-Items	128
7.1.3 Bestimmung der Personenfähigkeiten im Posttest	131
7.2 Mehrebenenanalyse	133
7.3 Lernzuwächse innerhalb der Treatmentgruppen	136
7.3.1 Lernzuwachs in der 1D-Adaption	136
7.3.2 Lernzuwachs im 2DD-Mechanikkonzept	138
7.4 Vergleich der beiden Treatmentgruppen	140
7.5 Auswertung nach klassischer Testtheorie	144
7.6 Bildung von Leistungsklassen	147
7.7 Einzelitemanalyse	154
7.8 Einfluss der Kontrollvariablen	170
7.8.1 Einflüsse auf der Individualebene	170
7.8.2 Einflüsse auf der Klassenebene	171
7.9 Analyse der Gesamtschulklassen	172
8 Diskussion	173
8.1 Beantwortung der Forschungsfragen	173
8.1.1 Forschungsfrage 1: Lernzuwachs innerhalb der beiden Treatment- gruppen	173
8.1.2 Forschungsfrage 2: Unterschiede im Lernzuwachs zwischen den bei- den Treatmentgruppen	175
8.2 Diskussion der Kontrollvariablen	175
8.3 Methodische Diskussion	177
8.4 Limitationen der Studie	178
III Zusammenfassung und Ausblick	183
9 Zusammenfassung	185
10 Ausblick	189
Literaturverzeichnis	191
Abbildungsverzeichnis	197
Tabellenverzeichnis	199

IV Anhang	201
A Datenauswertung	203
A.1 Rasch-Analyse	203
A.2 Interferenzstatistische und varianzanalytische Auswertungen	205
A.2.1 t-Test	205
A.2.2 Mann-Whitney U-Test	207
A.2.3 ANOVA bzw. ANCOVA	208
A.2.4 Bootstrapping	209
A.2.5 Bonferroni-Holm-Korrektur	209
A.3 Latente Klassenanalyse	210
A.4 Mehrebenenanalyse	211
B Statistische Tabellen	213
C Interventionsmaterial	227
C.1 SchülerInnenhefte	227
C.2 Workbooks	253
C.3 Unterrichtsverlaufspläne	309
D Fachwissenstest zu Kraft und Bewegung	335
E Liste der digitalen Anlagen der vorliegenden Arbeit	351
F Liste der aus der Dissertation hervorgegangenen Publikationen	353
G Lebenslauf	355