

# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung</b>	<b>IV</b>
<b>Abstract</b>	<b>IX</b>
<b>Abstract (english)</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>I Theorieteil</b>	<b>5</b>
<b>2 Fachdidaktischer Hintergrund</b>	<b>7</b>
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
<b>3 Fachliche Grundlage der Mechanik</b>	<b>15</b>
3.1 Kinematik eines Massenpunktes . . . . .	15
3.2 Dynamik: Die drei Newton'schen Axiome . . . . .	17
<b>4 Stand der Forschung</b>	<b>21</b>
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

V

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
<b>5</b>	<b>Offene Fragen der bisherigen Forschung und Entwicklung der Forschungs-</b>	
	<b>fragen</b>	<b>59</b>
5.1	Offene Fragen . . . . .	59
5.2	Entwicklung der Forschungsfragen . . . . .	60
<b>II</b>	<b>Empirischer Teil</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>Methode</b>	<b>67</b>
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	Lernprozessionsstruktur (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 Interventionsinhalte (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

<b>7 Ergebnisse</b>	<b>125</b>
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
<b>8 Diskussion</b>	<b>173</b>
8.1 Beantwortung der Forschungsfragen . . . . .	173
8.1.1 Forschungsfrage 1: Lernzuwachs innerhalb der beiden Treatmentgruppen . . . . .	173
8.1.2 Forschungsfrage 2: Unterschiede im Lernzuwachs zwischen den beiden Treatmentgruppen . . . . .	175
8.2 Diskussion der Kontrollvariablen . . . . .	175
8.3 Methodische Diskussion . . . . .	177
8.4 Limitationen der Studie . . . . .	178
 <b>III Zusammenfassung und Ausblick</b>	 <b>183</b>
<b>9 Zusammenfassung</b>	<b>185</b>
<b>10 Ausblick</b>	<b>189</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>191</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>197</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>199</b>