

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Zur Lehre der Kinematik	2
2.1	Stand der Forschung	2
2.1.1	Schülervorstellungen	2
2.1.2	Rolle der Mathematik in der Physik	6
2.1.3	Gleichungen und Formeln in der Physik	12
2.1.4	Vektoren in der Physik	15
2.2	Unterrichtskonzepte zur Lehre der Kinematik	17
2.2.1	Konzept I - Der skalare Schulbuchansatz	17
2.2.2	Konzept II - Einführung in die Mechanik über die Dynamik	20
2.2.3	Konzept III - Von Beginn an zweidimensionale Bewegungen	23
2.2.4	Konzept IV - Pfeile als Symbolsystem	26
2.3	Zur Dominanz des Schulbuchansatzes	29
2.4	Elementarisierung	32
2.5	Anforderungen an ein Unterrichtskonzept für Fachoberschulen	36
I	Schulbuchanalysen	38
3	Elementarisierungen in Physik-Schulbüchern	38
3.1	Untersuchungsfragen	38
3.2	Ausgewählte Physik-Schulbücher	39
3.3	Kriterien zur Analyse der Physik-Schulbücher	40
3.4	Darstellung der Kinematik im METZLER	40
3.4.1	Inhaltliche Strukturierung der Kinematik	40
3.4.2	Darstellung der kinematischen Grundgrößen	42
3.4.3	Darstellung der Translationsbewegungen	54
3.4.4	Darstellung der Wurfbewegungen	59
3.4.5	Übungsaufgaben	73
3.4.6	Weitere fachliche Aspekte	76
3.4.7	Elementarisierungen in der Übersicht	78
3.5	Darstellung der Kinematik im KUHN	79
3.5.1	Inhaltliche Strukturierung der Kinematik	79
3.5.2	Darstellung der kinematischen Grundgrößen	80
3.5.3	Darstellung der Translationsbewegungen	85
3.5.4	Darstellung der Wurfbewegungen	89
3.5.5	Übungsaufgaben	96
3.5.6	Weitere fachliche Aspekte	98
3.5.7	Elementarisierungen in der Übersicht	100
3.6	Darstellung der Kinematik in der PHYSIK OBERSTUFE	101
3.6.1	Inhaltliche Strukturierung der Kinematik	101
3.6.2	Darstellung der kinematischen Grundgrößen	102
3.6.3	Darstellung der Translationsbewegungen	107
3.6.4	Darstellung der Wurfbewegungen	113
3.6.5	Übungsaufgaben	123
3.6.6	Weitere fachliche Aspekte	125
3.6.7	Elementarisierungen in der Übersicht	127

3.7	Darstellung der Kinematik im DORN-BADER	128
3.7.1	Inhaltliche Strukturierung der Kinematik	129
3.7.2	Darstellung der kinematischen Grundgrößen	130
3.7.3	Darstellung der Translationsbewegungen	135
3.7.4	Darstellung der Wurfbewegungen	143
3.7.5	Übungsaufgaben	150
3.7.6	Weitere fachliche Aspekte	154
3.7.7	Elementarisierungen in der Übersicht	155
3.8	Zusammenfassung der Schulbuchanalyse	157
II	Empirische Studien	166
4	Methodik der empirischen Studien	167
4.1	Zur Methodik von Vergleichsstudien	168
4.2	Zur Methodik von Laborstudien	170
4.3	Zur Methodik von Feldstudien	171
5	Vergleich des skalaren und vektoriellen Ansatzes unter La-	
	borbedingungen	173
5.1	Studiendesign	173
5.1.1	Testteilnehmer	174
5.1.2	Einstufungstests	174
5.1.3	Testgruppeneinteilung	175
5.2	Unterrichtssequenzen	176
5.2.1	Lernziele	177
5.2.2	Lernvoraussetzungen	179
5.2.3	Konstruktion der Unterrichtsskripte	180
5.2.4	Intervention	190
5.3	Konstruktion des Leistungstests	191
5.3.1	Anforderungen an den Leistungstest	192
5.3.2	Aufgaben und Items	192
5.3.3	Testqualität	198
5.4	Ergebnisse	204
5.4.1	Vergleich der Gesamtleistungen	204
5.4.2	Lernzielbezogene Vergleiche	206
5.4.3	Interviews	208
5.5	Diskussion der Ergebnisse	215
6	Lernwirksamkeit des konsequent vektoriellen Ansatzes unter	
	Laborbedingungen	217
6.1	Studiendesign	217
6.1.1	Testteilnehmer	217
6.1.2	Vortests	218
6.2	Unterrichtssequenz	219
6.2.1	Lernziele	219
6.2.2	Lernvoraussetzungen	219
6.2.3	Konstruktion des Unterrichtsskriptes	220
6.2.4	Konstruktion der Anwendungsaufgaben	220
6.2.5	Konstruktion der Formelsammlung	227

6.2.6	Intervention	228
6.3	Konstruktion des Leistungstests	228
6.4	Konstruktion der Klassenarbeit	228
6.5	Ergebnisse	230
6.5.1	Gesamtleistungen	230
6.5.2	Lernzielbezogene Leistungen	231
6.5.3	Ergebnisse der Klassenarbeit	232
6.5.4	Vergleich der Lerngruppen	233
6.5.5	Einsatz des Unterrichtskonzepts in anderen Schulformen	233
6.6	Studienübergreifende Vergleiche	233
6.7	Diskussion der Ergebnisse	234
7	Lernwirksamkeit des konsequent vektoriellen Ansatzes unter Feldbedingungen	237
7.1	Studiendesign	237
7.1.1	Testteilnehmer	238
7.1.2	Vortests	238
7.2	Unterrichtssequenz	239
7.2.1	Lernziele	239
7.2.2	Lernvoraussetzungen	239
7.2.3	Intervention	239
7.3	Konstruktion des Leistungstests	243
7.3.1	Aufgabe 1 (neu)	243
7.3.2	Aufgabe 2 (neu)	244
7.3.3	Aufgabe 6 (neu)	244
7.4	Ergebnisse	245
7.4.1	Gesamtleistungen	245
7.4.2	Lernzielbezogene Leistungen	246
7.4.3	Ergebnisse der Klassenarbeit	247
7.4.4	Vergleich der Lerngruppen	248
7.5	Studienübergreifende Vergleiche	248
7.6	Diskussion der Ergebnisse	249
III	Zusammenfassung und Resümee	252
8	Zusammenfassung	254
8.1	Schulbuchanalysen	254
8.2	Empirische Studien	259
8.2.1	Vergleichsstudie unter Laborbedingungen	260
8.2.2	Lernwirksamkeitsstudie unter Laborbedingungen	263
8.2.3	Lernwirksamkeitsstudie unter Feldbedingungen	265
9	Resümee	268
	Tabellenverzeichnis	270
	Abbildungsverzeichnis	273
	Formelverzeichnis	276

Formelzeichen	279
Literaturverzeichnis	281
Anhang	289
A Tests	291
A.1 Kognitive Fähigkeiten	291
A.2 Selbstkonzept	295
A.3 Kinematikvorwissen	296
A.4 Leistungstest A	301
A.5 Leistungstest B	307
B Unterrichtsmaterialien	312
B.1 Skript A	312
B.2 Skript B	319
B.3 Skript C	327
B.4 Anwendungsaufgaben	339
B.5 Formelsammlung A	346
B.6 Formelsammlung B	347
B.7 Formelsammlung C	348
B.8 Formelsammlung D	352
C Verschiedenes	358
C.1 Interviewleitfaden	358
C.2 Interviewteilnehmer	362
C.3 Transkripte des Interviews mit Teilnehmer T7	362
C.4 Transkripte des Interviews mit Teilnehmer T2	365
C.5 Klassenarbeit	369
C.6 Lehrerleitfaden	373
C.7 Unterrichtsprotokolle)	375
C.8 Zeitplan der Vergleichsstudie	379
C.9 Zeitplan der Lernwirksamkeitsstudie (Labor)	379
C.10 Zeitplan der Lernwirksamkeitsstudie (Feld)	380
D Testergebnisse	381
D.1 Ergebnisse der Einstufungstests der Vergleichsstudie	381
D.2 Ergebnisse des Leistungstests der Vergleichsstudie (n. Teilnehmern)	382
D.3 Ergebnisse des Leistungstests der Vergleichsstudie (n. Items)	383
D.4 Ergebnisse der Vortests der Lernwirksamkeitsstudie (Labor)	385
D.5 Ergebnisse des Prä-Post-Vergleichs der Lernwirksamkeitsstudie (Labor)	386
D.6 Ergebnisse der Vortests der Lernwirksamkeitsstudie (Feld)	387
D.7 Ergebnisse des Prä-Post-Vergleichs der Lernwirksamkeitsstudie (Feld)	388
Danksagung	389