

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
----------	-------------------------	----------

## *Theoretischer Teil*

<b>2</b>	<b>Handlungsbeschreibung</b> .....	<b>5</b>
----------	------------------------------------	----------

2.1.1	Handlungsbeschreibung in der Theorie von Cranachs.....	6
2.1.2	Ein arbeitspsychologischer Ansatz zur Handlungsbeschreibung .....	7
2.1.3	Das Modell zur Bedeutungskonstruktion .....	11
2.1.4	Begrifflichkeiten zur Handlungsbeschreibung .....	13
2.2	Das Vorverständnis.....	19
2.2.1	Der Begriff des Vorverständnisses .....	19
2.2.2	Vorverständnis als Konstrukt.....	21
2.2.3	Zusammenhang mit der Handlungsbeschreibung .....	22
2.3	Exkurs: Lernen - die Bedeutung des Handelns für den Wissenserwerb.....	23
2.4	Zusammenfassung .....	24

<b>3</b>	<b>Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum</b> .....	<b>27</b>
----------	--	-----------

3.1	Das Ziel „Verbindung von Theorie und Experiment“.....	27
3.1.1	Didaktische Diskussion um Ziele experimentellen Arbeitens .....	27
3.1.2	Umfrageergebnisse zu Zielen experimentellen Arbeitens .....	30
3.1.3	Zum Ziel „Verbindung von Theorie und Experiment“ .....	31
3.2	Effektivität bezüglich der Förderung des theoretischen Verständnisses .....	33
3.3	Forschungen zur Gestaltung der Lernumgebung .....	34
3.4	Beobachtete Handlungen im Praktikum.....	35
3.4.1	Handlungen erfasst mit kategorienbasierten Methoden .....	36
3.4.2	Detaillierte Analysen zur Verbindung von Theorie und Experiment .....	37
3.5	Zusammenfassung – Entwicklung von Fragestellungen.....	40

<b>4</b>	<b>Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum</b> .....	<b>41</b>
----------	--	-----------

4.1	Ansatz zur integrierten Nutzung von Modellbildung im Praktikum .....	41
4.2	Grundgedanken grafikorientierter Modellbildungssysteme .....	42
4.3	Ziele zum Einsatz grafikorientierter Modellbildungssysteme im Praktikum.....	45

4.3.1	Allgemeine Ziele zur Arbeit mit grafikorientierten Modellbildungssystemen .....	45
4.3.2	Ziele zum integrierten Einsatz im Praktikum.....	47
4.4	Empirische Ergebnisse zum Einsatz grafikorientierter Modellbildung .....	48
4.4.1	Allgemeine Ergebnisse zum Einsatz in der Lehre .....	48
4.4.2	Ergebnisse zum Einsatz im Physikunterricht.....	50
4.4.3	Ergebnisse zum Einsatz in experimentellen Lernumgebungen.....	52
4.5	Zusammenfassung – Entwicklung von Fragestellungen.....	53
<b>5</b>	<b>Einordnung der Arbeit – Fragestellungen der Untersuchung.....</b>	<b>55</b>
5.1	Einordnung der Arbeit.....	55
5.2	Fragestellungen und Zielsetzungen der Studie.....	56
5.2.1	Fragestellungen zu Lernen im Praktikum .....	57
5.2.2	Fragestellungen zu Rahmenbedingungen des Praktikums .....	58
5.2.3	Fragestellungen zu Handlungsorientierungen im Praktikum .....	59
5.2.4	Fragestellungen zu Auswirkungen des Modellbildungssystems.....	60
 <i>Empirischer Teil</i>		
<b>6</b>	<b>Anlage der Untersuchung .....</b>	<b>65</b>
6.1	Konzeption und Gestaltung des Kurses mit integriertem Computereinsatz.....	65
6.1.1	Zielsetzungen des Versuchskurses.....	65
6.1.2	Allgemeine Gestaltung von Vorlesung und Praktikum.....	65
6.1.3	Versuchsgruppe .....	70
6.1.4	Übersicht über die Praktikumsversuche .....	70
6.1.5	Vorlesung und Praktikumsversuche .....	72
6.2	Einordnung der Studie in den Kontext qualitativer und quantitativer Forschung.....	75
6.2.1	Begriffsklärung.....	75
6.2.2	Charakter der Studie .....	76
6.3	Übersicht über die Datenerhebung.....	77
6.4	Methoden: Erhebungsinstrumente und Datenauswertung.....	78
6.4.1	Wissenstests: Force Concept Inventory und Mechanics Baseline Test .....	78
6.4.2	Methode zur kategoriengeleiteten Analyse (CBAV) .....	82
6.4.3	Qualitativ-interpretative Analyse.....	92

6.4.4	Analyse von Versuchsprotokollen .....	96
<b>7</b>	<b>Testergebnisse.....</b>	<b>105</b>
7.1	Globale Ergebnisse.....	105
7.2	Profilaussagen.....	107
7.3	Zusammenfassung .....	108
<b>8</b>	<b>Kategoriengeleitete Analysen von Handlungen und Wissensverbalisierungen im Praktikum.....</b>	<b>109</b>
8.1	Handlungen während der Praktikumsdurchführung .....	109
8.1.1	Fragestellung.....	110
8.1.2	Methodische Vorbemerkungen.....	110
8.1.3	Ergebnisse.....	110
8.1.4	Interpretation .....	112
8.2	Wissensäußerungen während experimentellen Arbeitens .....	112
8.2.1	Fragestellung.....	112
8.2.2	Ergebnisse.....	113
8.2.3	Interpretation .....	114
8.3	Zusammenhang von Handlungen und theoretischen Wissensäußerungen .....	114
8.3.1	Fragestellungen.....	114
8.3.2	A. Zusammenhang von Handlungskategorien und physikalischen Wissensäußerungen.....	115
8.3.3	B. Zusammenhang von Handlungsphasen und theoriebezogenen Wissensäußerungen.....	117
8.4	Zusammenfassung .....	121
<b>9</b>	<b>Vorverständniselemente zur Handlungsorientierung im Praktikum.....</b>	<b>123</b>
9.1	Orientierung an den antizipierten Produkten (HO-1) .....	123
9.1.1	Charakterisierung des Vorverständniselements .....	123
9.1.2	Diskussion an Belegen: Handlungsmuster A „Theoretische Reflexion“.....	124
9.1.3	Diskussion an Belegen: Handlungsmuster B „Befolgen konkreter Angaben“.....	139
9.1.4	Diskussion an Belegen: Handlungsmuster C „Ideen und Fragestellungen“ .....	142
9.2	Minimierung des kognitiven Aufwands (HO-2) .....	151
9.2.1	Charakterisierung des Vorverständniselements .....	151

9.2.2	Diskussion an Belegen .....	151
9.3	Streben nach Produkten hoher Qualität (HO-3) .....	164
9.3.1	Charakterisierung des Vorverständniselements .....	164
9.3.2	Diskussion an Belegen: Handlungsmuster A: „Genauere Messwerte“ .....	165
9.3.3	Diskussion an Belegen: Handlungsmuster B „Diskrepanzen“ .....	167
9.4	Zusammenfassung .....	170
<b>10</b>	<b>Auswirkungen des Modellbildungssystems auf Handlungen im Praktikum.....</b>	<b>175</b>
10.1	Bereich 1: Zugang zur Modellbildung .....	176
10.1.1	Zugang zur programmtechnischen Handhabung (MBS-1.1) .....	176
10.1.2	Zugang zur Grundidee des Modellbildungssystems (MBS-1.2) .....	189
10.2	Bereich 2: Theoriebezug im experimentellen Kontext .....	198
10.2.1	Qualität der Modellierung (MBS-2.1) .....	198
10.2.2	Art der entwickelten Beschreibung (MBS-2.2).....	211
10.2.3	Bezug zum Vorgang (MBS-2.3).....	216
10.3	Bereich 3: Wechselwirkungen zwischen Modellbildung und Messung .....	227
10.3.1	Typen von Wechselwirkungen zwischen Modellbildung und Experiment (MBS-3.1) .....	227
10.3.2	Qualität der Vergleiche zwischen Modellbildung und Experiment (MBS-3.2).....	231
10.3.3	CBAV: Wechselwirkungen zwischen Modellbildung und Experiment (MBS-3.3).....	233
10.3.4	Bedingungen für Wechselwirkungen (MBS-3.4).....	234
10.4	Bereich 4: Experimentieren mit Ideen.....	238
10.4.1	Individualität der Modelle (MBS-4.1) .....	238
10.4.2	Überprüfung unterschiedlicher Modellansätze (MBS-4.2).....	239
10.5	Zusammenfassung .....	241
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>245</b>
<b>12</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>257</b>
<b>13</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>263</b>
13.1	Versuchsbeschreibungen mit Erläuterungen und Modellvorschlägen .....	263
13.1.1	Praktikum Nr. 1: Messung von $v$ und $a$ bei verschiedenen Bewegungen.....	263

13.1.2	Praktikum Nr. 2: Das Zweite Newton'sche Gesetz.....	264
13.1.3	Praktikum Nr. 3 : Das Zweite Newton'sche Gesetz – Modellierung (STELLA).....	265
13.1.4	Praktikum Nr. 4: Bewegungen mit nicht konstanter Beschleunigung (Federschwingung).....	266
13.1.5	Praktikum Nr. 5: Erzwungene Federschwingungen.....	267
13.1.6	Praktikum Nr. 6 : Bewegungen in der Ebene.....	269
13.1.7	Praktikum Nr. 7: Trägheitsmomente und Drehbewegung.....	271
13.1.8	Praktikum Nr. 8 / 9: Das Pohlsche Rad.....	275
13.1.9	Experimentalinterview .....	278
13.2	Handlungsphasen in Praktikumsversuchen .....	279
13.3	Beispiel: Kategoriengeleitete Analyse.....	284