

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>9</b>
<b>2. Stand der Forschung</b>	<b>13</b>
2.1. Offenes Experimentieren . . . . .	13
2.1.1. Forschungsbefunde zum offenen Experimentieren . . . . .	13
2.1.2. Präzisierung des offenen Experimentierens . . . . .	18
2.2. Reales und virtuelles Experimentiermaterial . . . . .	22
2.2.1. Einsatz von virtuellen Medien im Unterricht . . . . .	22
2.2.2. Reales und virtuelles Experimentieren im Vergleich . . . . .	24
2.3. Motivation . . . . .	26
2.3.1. Motivation in offenen Unterrichtsformen . . . . .	30
2.3.2. Wirkung virtueller Medien auf Motivation . . . . .	31
<b>I. Hypothesenprüfende Studie</b>	<b>35</b>
<b>3. Ziele, Forschungsfragen und Hypothesen</b>	<b>37</b>
3.1. Einfluss der Offenheit . . . . .	37
3.2. Einfluss des Experimentiermaterials . . . . .	38
<b>4. Design und Methode der Untersuchung</b>	<b>41</b>
4.1. Überblick und Rahmenbedingungen . . . . .	41
4.2. Zeitlicher Ablauf der Untersuchung . . . . .	45
4.3. Datenerhebung und -aufbereitung . . . . .	46
<b>5. Die ausgewählten Experimentiersituationen</b>	<b>49</b>
5.1. Physikalischer Hintergrund und Schülervorstellungen . . . . .	51
5.2. Die beiden Experimentiersituationen . . . . .	54
5.3. Öffnungsgrad der Experimentiersituationen . . . . .	57
5.4. Materialwahl . . . . .	62

<b>6. Verwendete Testinstrumente</b>	<b>65</b>
6.1. Fachwissenstest . . . . .	65
6.1.1. Das Testinstrument . . . . .	65
6.1.2. Die Gütekriterien . . . . .	66
6.2. Messung der Motivation . . . . .	72
6.2.1. Aktuelle Motivation . . . . .	73
6.2.2. Intrinsische Motivation . . . . .	74
6.2.3. Flow-Erleben . . . . .	76
6.3. Experimentieranleitungen und Protokolle . . . . .	76
6.3.1. Aufbau . . . . .	76
6.3.2. Kodierung . . . . .	78
6.4. Kontrollvariablen . . . . .	83
6.5. Verfahren und Methoden der Auswertung . . . . .	83
<b>7. Pilotstudien</b>	<b>89</b>
7.1. Erste Pilotstudie . . . . .	89
7.1.1. Erprobung und Evaluation der Experimentiersituationen	89
7.1.2. Erste Erprobung des Fachwissenstests . . . . .	91
7.1.3. Erste Ergebnisse . . . . .	92
7.2. Zweite Pilotstudie . . . . .	96
7.2.1. Weiterentwicklung des Fachwissenstests . . . . .	96
7.2.2. Evaluation der Treatments und Protokolle . . . . .	99
7.2.3. Ergebnisse der zweiten Pilotstudie . . . . .	99
<b>8. Ergebnisse der Hauptstudie</b>	<b>107</b>
8.1. Stichprobe . . . . .	107
8.2. Ergebnisse zum Fachwissen . . . . .	108
8.2.1. Lernzuwachs und Leistungsunterschiede . . . . .	110
8.2.2. Korrelationen zwischen Lernleistung und Kontrollva- riablen . . . . .	118
8.3. Motivation beim Experimentieren . . . . .	120
8.3.1. Aktuelle Motivation vor dem Experimentieren . . . . .	120
8.3.2. Flow-Erleben während dem Experimentieren . . . . .	132
8.3.3. Intrinsische Motivation während dem Experimentieren .	136
8.4. Vergleich der Experimentieranleitungen und Protokolle . . . . .	145
8.4.1. Anzahl notierter Messwerte . . . . .	146
8.4.2. Vergleiche der verschiedenen Schaltungen . . . . .	150

8.4.3. Schlussfolgerungen aus den Messungen . . . . .	153
<b>9. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>159</b>
9.1. Einfluss der Offenheit . . . . .	159
9.1.1. Lernzuwachs und Offenheit . . . . .	159
9.1.2. Lernzuwachs, Offenheit und Leistungsunterschiede . . .	162
9.1.3. Motivation und Offenheit . . . . .	163
9.1.4. Motivation, Offenheit und Leistungsunterschiede . . . .	166
9.2. Einfluss des Experimentiermaterials . . . . .	168
9.2.1. Lernzuwachs und Experimentiermaterial . . . . .	168
9.2.2. Lernzuwachs, Experimentiermaterial und Offenheit . . .	170
9.2.3. Motivation und Experimentiermaterial . . . . .	172
9.2.4. Motivation, Experimentiermaterial und Geschlecht . . .	173
9.3. Zusammenfassung . . . . .	174
<b>II. Explorative Studie</b>	<b>179</b>
<b>10. Entstehung der Fragestellungen</b>	<b>181</b>
10.1. Schaltskizze und reales Schaltbild . . . . .	181
10.2. Probleme mit Messungenauigkeiten . . . . .	183
<b>11. Ziele der explorativen Studie</b>	<b>185</b>
11.1. Auswirkungen verschiedener Darstellungsformen von Schaltun- gen . . . . .	185
11.2. Auswirkungen des Experimentiermaterials auf bestimmte Auf- gabenarten . . . . .	186
<b>12. Ergänzungen zu den Testinstrumenten</b>	<b>189</b>
12.1. Ergänzungen zum Fachwissenstest . . . . .	189
12.2. Ergänzungen zu den Experimentieranleitungen und Protokollen .	192
<b>13. Ergebnisse der explorativen Studie</b>	<b>195</b>
13.1. Vergleich von Schaltskizzen und realen Schaltbildern . . . . .	195
13.2. Gleichheit und Verschiedenheit . . . . .	197

<b>14. Diskussion der neuen Erkenntnisse</b>	<b>209</b>
14.1. Auswirkungen verschiedener Darstellungsformen von Schaltun- gen . . . . .	209
14.2. Auswirkungen des Experimentiermaterials auf bestimmte Auf- gabenarten . . . . .	210
14.3. Zusammenfassung . . . . .	212
<b>15. Gesamtresümee und Ausblick</b>	<b>215</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>229</b>
<b>A. Anhang</b>	<b>235</b>
A.1. Fachwissenstest . . . . .	235
A.2. Experimentieranleitungen . . . . .	243
A.2.1. Experimente mit Glühlampen am Beispiel für virtuelles Material . . . . .	243
A.2.2. Experimente mit Batterien am Beispiel für reales Material	250