

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Einleitung..... | 1 |
| 2. | Theoretischer Hintergrund..... | 3 |
| 2.1 | Der Prozess der Erkenntnisgewinnung..... | 4 |
| 2.1.1 | Die Variablenkontrollstrategie beim Experimentieren | 7 |
| 2.1.2 | Schwierigkeiten bei der Anwendung der Variablenkontrollstrategie | 9 |
| 2.1.3 | Maßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie | 11 |
| 2.2 | Forschendes Lernen | 12 |
| 2.2.1 | Öffnungsgrade des forschenden Lernens | 13 |
| 2.2.2 | Lernwirksamkeit der Öffnungsgrade des forschenden Lernens | 15 |
| 2.2.3 | Cognitive Load in den Öffnungsgraden des forschenden Lernens..... | 17 |
| 2.3 | Lernbegleitende Rückmeldungen..... | 19 |
| 2.3.1 | Formatives Assessment | 19 |
| 2.3.2 | Lernwirksamkeit von Rückmeldungen | 22 |
| 2.3.3 | Rückmeldungen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie | 23 |
| 3 | Forschungsfragen und Hypothesen..... | 27 |
| 4 | Methodik der ersten Studie | 31 |
| 4.1 | Stichprobe | 32 |
| 4.2 | Interventionsdesign..... | 32 |
| 4.3 | Interventionsmaßnahme..... | 33 |
| 4.4 | Methoden des formativen Assessment | 37 |
| 4.4.1 | Der Forscherbogen | 37 |
| 4.4.2 | Bewertung anhand des Auswerteschemas | 37 |
| 4.4.3 | Rückmeldung | 39 |
| 4.4.4 | Umsetzung der Rückmeldungen | 40 |
| 4.4.5 | Reflexion | 42 |
| 4.5 | Testdesign und Testdurchführung | 43 |
| 4.6 | Test-Instrumente..... | 46 |
| 4.6.1 | Wissen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen..... | 46 |
| 4.6.2 | Experimentplanung | 50 |
| 4.6.3 | Wahrgenommene Unterstützung | 53 |
| 4.6.4 | Kontrollvariablen | 53 |
| 4.6.5 | Selbstauskunftsbogen der Lehrkräfte | 55 |
| 4.7 | Beschreibung der Analysen zur Auswertung der Ergebnisse | 57 |
| 4.7.1 | Prüfung der Voraussetzungen | 57 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.7.2 | Varianzanalysen..... | 57 |
| 4.7.3 | Betrachtung der Qualität der Experimentplanungen..... | 59 |
| 4.7.4 | Betrachtung des Experimentinhalts in den Forscherbögen | 62 |
| 4.7.5 | Mediatoranalyse..... | 65 |
| 4.8 | Voranalysen | 67 |
| 4.8.1 | Prüfung der Voraussetzungen | 67 |
| 4.8.2 | Balancierung der Klassen zu den Interventionsgruppen..... | 68 |
| 4.8.3 | Selbstauskunftsbogen der Lehrkräfte | 69 |
| 5 | Ergebnisse der ersten Studie..... | 71 |
| 5.1 | Ergebnisse bezüglich Forschungsfrage 1..... | 72 |
| 5.1.1 | Ergebnisse zum Wissen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen..... | 72 |
| 5.1.2 | Ergebnisse der Experimentplanungen | 74 |
| 5.1.3 | Betrachtung der Merkmale in den Experimentplanungen | 77 |
| 5.1.4 | Betrachtung der Variablenkontrollstrategie in Experimentplanungen..... | 80 |
| 5.1.5 | Ergebnisse der Forscherbögen | 82 |
| 5.1.6 | Betrachtung der Merkmale in den Forscherbögen | 84 |
| 5.1.7 | Betrachtung der Variablenkontrollstrategie in den Forscherbögen | 87 |
| 5.1.8 | Betrachtung des Experimentinhalts in den Forscherbögen | 91 |
| 5.1.9 | Lernwirksamkeit der Rückmeldungen | 94 |
| 5.2 | Ergebnisse bezüglich Forschungsfrage 2..... | 96 |
| 5.2.1 | Ergebnisse zur wahrgenommenen Unterstützung..... | 96 |
| 6 | Diskussion der ersten Studie | 99 |
| 6.1 | Diskussion der Ergebnisse zu Forschungsfrage 1 | 99 |
| 6.1.1 | Wissen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen..... | 100 |
| 6.1.2 | Experimentplanungen in den Testungen | 102 |
| 6.1.3 | Experimentplanungen in den Forscherbögen | 106 |
| 6.2 | Diskussion der Ergebnisse zu Forschungsfrage 2 | 109 |
| 6.3 | Schlussfolgerungen hinsichtlich der Forschungsfragen | 110 |
| 7 | Methodik der zweiten Studie | 113 |
| 7.1 | Stichprobe | 114 |
| 7.2 | Interventionsdesign..... | 114 |
| 7.3 | Interventionsmaßnahme..... | 115 |
| 7.4 | Methoden des formativen Assessment | 121 |
| 7.4.1 | Der Forscherbogen | 121 |
| 7.4.2 | Bewertung | 122 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.4.3 | Rückmeldung..... | 123 |
| 7.4.4 | Reflexion..... | 125 |
| 7.5 | Test-Design und Durchführung | 127 |
| 7.6 | Test-Instrumente..... | 129 |
| 7.6.1 | Wissen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen..... | 129 |
| 7.6.2 | Experimentplanung | 129 |
| 7.6.3 | Wahrgenommene Unterstützung | 130 |
| 7.6.4 | Wahrgenommener Cognitive Load | 130 |
| 7.6.5 | Kontrollvariablen | 131 |
| 7.7 | Beschreibung der Analysen sowie Voranalysen..... | 132 |
| 7.7.1 | Prüfung der Voraussetzungen..... | 132 |
| 7.7.2 | Balancierung der Klassen zu den Interventionsgruppen..... | 133 |
| 7.7.3 | Selbstauskunftsbogen der Lehrkräfte | 134 |
| 8 | Ergebnisse der zweiten Interventionsstudie..... | 135 |
| 8.1 | Ergebnisse bezüglich der Forschungsfrage 3..... | 136 |
| 8.1.1 | Ergebnisse zum Wissen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen..... | 136 |
| 8.1.2 | Ergebnisse der Experimentplanungen | 138 |
| 8.1.3 | Betrachtung der Merkmale in den Experimentplanungen | 141 |
| 8.1.4 | Betrachtung der Variablenkontrollstrategie in den Experimentplanungen..... | 144 |
| 8.1.5 | Ergebnisse der Forscherbögen | 146 |
| 8.1.6 | Betrachtung der Merkmale in den Forscherbögen | 148 |
| 8.1.7 | Betrachtung der Variablenkontrollstrategie in den Forscherbögen | 150 |
| 8.2 | Ergebnisse bezüglich der Forschungsfrage 4..... | 155 |
| 8.2.1 | Ergebnisse zum Wahrgenommenen Cognitive Load..... | 155 |
| 8.2.2 | Ergebnisse zur wahrgenommenen Unterstützung..... | 157 |
| 9 | Diskussion der zweiten Studie..... | 159 |
| 9.1 | Diskussion der Forschungsfrage 3 | 159 |
| 9.1.1 | Wissen zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen..... | 159 |
| 9.1.2 | Experimentplanungen in den Testungen | 162 |
| 9.1.3 | Experimentplanungen in den Forscherbögen | 166 |
| 9.2 | Diskussion der Ergebnisse zu Forschungsfrage 4 | 170 |
| 9.3 | Schlussfolgerungen hinsichtlich der Forschungsfragen | 172 |
| 10 | Zusammenfassung und Ausblick | 175 |
| 11 | Verzeichnisse | 183 |
| 11.1 | Literaturverzeichnis | 183 |

| | | |
|--------------------------------------|---|-----|
| 11.2 | Abbildungsverzeichnis | 190 |
| 11.3 | Tabellenverzeichnis | 192 |
| Anhang | | 195 |
| | Anhang 1 Testheft zum Post-Messzeitpunkt..... | 195 |
| | Anhang 2 Interventionsmaterial zu Studie 2..... | 225 |
| Danksagung | | 255 |
| Präsentation und Publikationen | | 257 |