

---

# Inhaltsverzeichnis

---

|          |                                                                    |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>                                                  | <b>1</b>  |
| 1.1      | Einführung . . . . .                                               | 1         |
| 1.2      | Vorgehensweise und Gliederung der Arbeit . . . . .                 | 3         |
| <b>2</b> | <b>Theoretischer Rahmen</b>                                        | <b>5</b>  |
| 2.1      | Physikdidaktische Forschung . . . . .                              | 5         |
| 2.2      | Didaktische Entwicklungsforschung . . . . .                        | 6         |
| 2.3      | Lehr-Lern-Modelle und Konzeptwechsel . . . . .                     | 7         |
| 2.4      | Modell der Didaktischen Rekonstruktion . . . . .                   | 11        |
| <b>3</b> | <b>Der traditionelle Energieunterricht und alternative Ansätze</b> | <b>15</b> |
| 3.1      | Der traditionelle Energieunterricht . . . . .                      | 16        |
| 3.2      | Probleme des Energieunterrichts . . . . .                          | 20        |
| 3.3      | Alternative Ansätze mit Feldern . . . . .                          | 28        |
| 3.4      | Mathematische Formalismen im Physikunterricht . . . . .            | 33        |
| 3.5      | Resümee . . . . .                                                  | 38        |
| <b>4</b> | <b>Fachliche Klärung</b>                                           | <b>39</b> |
| 4.1      | Fachlicher Hintergrund . . . . .                                   | 40        |
| 4.2      | Expert*innen-Interviews . . . . .                                  | 49        |
| 4.3      | Resümee . . . . .                                                  | 68        |
| <b>5</b> | <b>Methodische Gestaltung des EFA</b>                              | <b>71</b> |
| 5.1      | Ziele, Verortung, Forschungsfrage und Vorgehen . . . . .           | 71        |
| 5.2      | Vorüberlegungen und normative Festlegungen . . . . .               | 78        |
| 5.3      | Entwicklung des Unterrichtskonzeptes (Konzeption) . . . . .        | 78        |
| 5.4      | Evaluation des Konzeptes durch Akzeptanzbefragungen . . . . .      | 80        |
| 5.5      | Evaluation des Konzeptes im Klassensetting . . . . .               | 91        |
| 5.6      | Mathematisierung des EFA . . . . .                                 | 96        |

|           |                                                                 |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6</b>  | <b>Vorüberlegungen und Abgrenzung des Energie-Feld-Ansatzes</b> | <b>101</b> |
| 6.1       | Grundgedanke des Energie-Feld-Ansatzes . . . . .                | 101        |
| 6.2       | Mehrwert des EFA als alternativer Ansatz . . . . .              | 102        |
| 6.3       | Normative Festlegungen und Begriffe . . . . .                   | 105        |
| 6.4       | Designprinzipien des EFA . . . . .                              | 117        |
| 6.5       | Abgrenzung des EFA zu anderen Ansätzen . . . . .                | 118        |
| 6.6       | Resümee . . . . .                                               | 122        |
| <b>7</b>  | <b>Erste Version des EFA: Konzeption</b>                        | <b>123</b> |
| 7.1       | Entwicklung der Konzeptideen . . . . .                          | 123        |
| 7.2       | Design des Interviewleitfadens . . . . .                        | 130        |
| <b>8</b>  | <b>Erste Version: Auswertung der Interviews</b>                 | <b>141</b> |
| 8.1       | Allgemeine Rahmenbedingungen und Stichprobe . . . . .           | 142        |
| 8.2       | Kodierung und Ersteindruck . . . . .                            | 142        |
| 8.3       | Längsanalyse . . . . .                                          | 144        |
| 8.4       | Queranalyse . . . . .                                           | 159        |
| 8.5       | Diskussion und Resümee . . . . .                                | 168        |
| <b>9</b>  | <b>Zweite Version: Konzeption</b>                               | <b>171</b> |
| 9.1       | Weiterentwicklung der Konzeptideen . . . . .                    | 172        |
| 9.2       | Weiterentwicklung des Interviewleitfadens . . . . .             | 186        |
| <b>10</b> | <b>Zweite Version: Auswertung der Interviews</b>                | <b>195</b> |
| 10.1      | Allgemeine Rahmenbedingungen und Stichprobe . . . . .           | 195        |
| 10.2      | Kodierung und Ersteindruck . . . . .                            | 197        |
| 10.3      | Längsanalyse . . . . .                                          | 200        |
| 10.4      | Queranalyse . . . . .                                           | 222        |
| 10.5      | Vergleich zur ersten Runde und Resümee . . . . .                | 238        |
| <b>11</b> | <b>Dritte Version: Konzeption</b>                               | <b>241</b> |
| 11.1      | Weiterentwicklung der Konzeptideen . . . . .                    | 241        |
| 11.2      | Weiterentwicklung des Interviewleitfadens . . . . .             | 248        |
| <b>12</b> | <b>Dritte Version: Auswertung der Interviews</b>                | <b>251</b> |
| 12.1      | Allgemeine Rahmenbedingungen und Stichprobe . . . . .           | 251        |
| 12.2      | Kodierung und Ersteindruck . . . . .                            | 253        |
| 12.3      | Längsanalyse . . . . .                                          | 256        |
| 12.4      | Queranalyse . . . . .                                           | 270        |
| 12.5      | Vergleich zur zweiten Runde und Resümee . . . . .               | 282        |

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| <b>13 Erhebung im Klassensetting: Design</b>                  | <b>285</b> |
| 13.1 Kommunikation mit den Lehrpersonen . . . . .             | 286        |
| 13.2 Handreichung . . . . .                                   | 289        |
| 13.3 Testinstrument . . . . .                                 | 292        |
| <b>14 Erprobung im Klassensetting: Analyse</b>                | <b>299</b> |
| 14.1 Kommunikation mit den Lehrpersonen . . . . .             | 300        |
| 14.2 Kodierung . . . . .                                      | 304        |
| 14.3 Analyse Posttest . . . . .                               | 305        |
| 14.4 Einschätzung des Konzeptes . . . . .                     | 326        |
| 14.5 Diskussion und Resümee . . . . .                         | 328        |
| <b>15 Mathematisierung des EFA: Konzeption</b>                | <b>331</b> |
| 15.1 Ziel und Designprinzipien des EFA-M . . . . .            | 332        |
| 15.2 Konzeptideen . . . . .                                   | 334        |
| 15.3 Interviewleitfaden des EFA-M . . . . .                   | 340        |
| <b>16 Mathematisierung des EFA: Auswertung der Interviews</b> | <b>349</b> |
| 16.1 Beschreibung der Stichprobe . . . . .                    | 350        |
| 16.2 Wiederholung der Konzeptideen des EFA . . . . .          | 350        |
| 16.3 Konzeptidee zur Balkendarstellung . . . . .              | 353        |
| 16.4 Konzeptidee zur Formelgestalt . . . . .                  | 354        |
| 16.5 Einschätzung der Schüler*innen . . . . .                 | 359        |
| 16.6 Diskussion und Resümee . . . . .                         | 361        |
| <b>17 Zusammenfassung und Ausblick</b>                        | <b>365</b> |
| 17.1 Reflexion der Vorannahmen . . . . .                      | 366        |
| 17.2 Wichtige Erkenntnisse . . . . .                          | 368        |
| 17.3 Limitationen . . . . .                                   | 374        |
| 17.4 Ausblick . . . . .                                       | 376        |
| 17.5 Schluss . . . . .                                        | 378        |
| <b>Literaturverzeichnis</b>                                   | <b>379</b> |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>                                  | <b>393</b> |
| <b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>                    | <b>395</b> |
| <b>Übersicht Anhang</b>                                       | <b>399</b> |

Anmerkung: Der Anhang ist Bestandteil der Open-Access-Publikation. Diese ist unter dem folgenden Link abrufbar: <https://doi.org/10.30819/6079>