

**Lernen mit Beispielaufgaben und Feedback  
im Physikunterricht der Sekundarstufe 1**

**– Energieerhaltung zur Lösung von Aufgaben nutzen –**

Der Fakultät für Mathematik und Physik  
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktorin der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

vorgelegte Dissertation von

**Matylda Dudzinska**

2019

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Theoretischer Hintergrund .....	5
2.1	Lernen mit Beispielaufgaben aus fachdidaktischer Perspektive .....	5
2.1.1	Was sind Beispielaufgaben? .....	6
2.1.2	Warum Beispielaufgaben? .....	11
2.1.3	Lernprozesse beim Lernen mit Beispielaufgaben .....	13
2.1.4	Die Bedingtheit des Lernerfolgs beim Lernen mit Beispielaufgaben.....	16
2.1.5	Strategien zur Förderung einer optimalen Elaboration .....	25
2.1.6	Beispielaufgaben und Feedback .....	32
2.2	Energie .....	37
2.2.1	Die Bedeutung des Energiebegriffs in die Physik .....	38
2.2.2	Der Energiebegriff als Basiskonzept in den Bildungsstandards und im Kern-Curriculum Niedersachsen.....	45
2.2.3	Lernen über Energie – Lernschwierigkeiten und Lernentwicklung .....	52
2.2.4	Quantitative Energiebilanzen im Unterricht – Anknüpfungspunkte und Konzepte .....	54
2.3	Ziele der Arbeit, Forschungslücken und Forschungsfragen .....	63
3	Anlage der Studie .....	71
3.1	Gestaltung der Lernumgebung .....	71
3.1.1	Gestaltung der Beispielaufgaben .....	71
3.1.2	Lernimpulse.....	77
3.1.3	Einbettung in eine computergestützte Lernumgebung .....	78
3.1.4	Ausgestaltung des Feedbacks: Portfolios, Lerntagbücher und Lehrerfeedback .....	79
3.2	Untersuchungsdesign .....	82
3.3	Ablauf der Intervention .....	82
3.4	Erhebungsinstrumente .....	84
3.4.1	Der Energietest .....	85
3.4.2	FRABO 1 – Erhebung von Kontrollvariablen .....	95
3.4.3	FRABO 2 – Erhebung der Akzeptanz der Lernumgebung .....	96
3.4.4	Logfiles und Portfolios.....	97

4	Auswertung der Hauptuntersuchung .....	99
4.1	Anmerkungen zu den verwendeten statistischen Verfahren .....	100
4.2	Beschreibung der Stichprobe .....	104
4.3	Auswertung des Energietests .....	105
4.3.1	Anmerkungen zum dichotomen Raschmodell .....	105
4.3.2	Beschreibung des Vorgehens bei der Testauswertung .....	116
4.3.3	Auswertung des Vor- und Nachtests .....	121
4.3.4	Die Rolle von Impulsen und Feedback .....	137
4.4	Auswertung des Schülermaterials: Texteingaben, Portfolios und Lerntagebücher .....	152
4.4.1	Elaboration der Beispielaufgaben.....	153
4.4.2	Auswertung der Portfolios und Lerntagebücher.....	162
4.5	Auswertung der Fragebögen.....	170
4.5.1	Vorgehen bei der Auswertung und verwendete statistische Verfahren.....	172
4.5.2	Auswertung Fragebogen 1 – Zusammenfassung der Items zu Skalen.....	173
4.5.3	Verteilung der Kontrollvariablen auf die einzelnen Interventionsgruppen .....	176
4.5.4	Zusammenhang zwischen den Kontrollvariablen und dem Lernerfolg .....	178
4.5.5	Auswertung von Fragebogen 2 – Zusammenfassung der Items zu Skalen.....	180
4.5.6	Akzeptanz der Lernumgebung – Vergleich der Messzeitpunkte .....	185
4.5.7	Akzeptanz der Lernumgebung – Vergleich der Interventionsgruppen.....	189
4.5.8	Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Lernumgebung und dem Lernerfolg .....	196
4.5.9	Einfluss der unabhängigen Variablen auf den Lernerfolg .....	197
5	Diskussion .....	199
5.1	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse.....	199
5.2	Limitationen der Ergebnisse.....	208
5.3	Einordnung der Ergebnisse in den Kontext naturwissenschafts- didaktischer Forschung .....	209
5.3.1	Lernen mit Beispielaufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht .....	211

5.3.2	Rolle des Vorwissens .....	211
5.3.3	Beispielaufgaben und Lernimpulse .....	212
5.3.4	Beispielaufgaben und Feedback .....	214
5.3.5	Genderaspekte .....	215
5.4	Empfehlungen für die Unterrichtspraxis.....	215
Literaturverzeichnis .....		217
Abbildungsverzeichnis .....		233
Anhang .....		237