

Inhaltsverzeichnis

I	Einleitung.....	1
II	Theorie.....	3
1	Feedback und digitales Lernen.....	3
1.1	Definition und lerntheoretische Grundlagen.....	4
1.2	Feedbackmodelle.....	6
1.2.1	Multidimensionales Feedbackmodell nach Hattie und Wollenschläger (2014).....	6
1.2.2	Rahmenmodell zu den Bedingungen und Wirkungen von Feedback in Lehr-Lern-Situationen nach Narciss (2006)	8
1.3	Inhaltsbezogene Kategorisierung von Feedback.....	12
1.4	Einfluss von Vorwissen und kognitiven Anforderungen auf die Wirksamkeit von Feedback	14
1.4.1	Theoretische Grundlagen: Wissensarten, Cognitive Load und kognitive Anforderungen von Aufgaben.....	14
1.4.2	Forschungsstand	23
1.5	Individuelles Lernen mit Feedback	27
1.5.1	Beispielbasiertes Feedback.....	27
1.5.2	Promptbasiertes Feedback	28
2	PCR und Gelelektrophorese im Lehr-Lern-Labor	31
2.1	Konzepte und Anwendungsgebiete der PCR und Gelelektrophorese...31	
2.2	Lernen von PCR und Gelelektrophorese.....	34
2.3	PCR und Gelelektrophorese in Lehr-Lern-Laboren.....	37
3	Zusammenfassung.....	41
III	Ziele, Forschungsfragen und Hypothesen.....	45
IV	Design & Methoden	51
4	Studiendesign.....	51
4.1	Vorstudien	52

4.2	Hauptstudien.....	54
5	Experimentiertag	57
5.1	Der Lernkontext: Nachweis von Allergenen in Lebensmitteln.....	57
5.2	Fachliche Konzepte und Methoden.....	59
5.3	Struktur und Ablauf des Experimentiertages „Nachweis von Allergenen mit PCR und Gelelektrophorese“	61
6	Lernumgebung: Die App „LLL Genetics“	67
6.1	Entwicklung und Struktur der App	67
6.2	Feedbackaufgaben	72
6.3	Feedbackarten.....	73
6.3.1	KCR-Feedback	75
6.3.2	Beispielbasiertes Feedback.....	76
6.3.3	Promptbasiertes Feedback	77
7	Erhebungsinstrumente	79
7.1	Fachwissenstest zur PCR und Gelelektrophorese	79
7.2	Kontrollvariablen.....	81
7.2.1	Cognitive Load	85
7.2.2	Nutzungsdauer	85
7.2.3	Feedbackhäufigkeit.....	85
7.2.4	Antwortverhalten nach erhaltenem Feedback	86
8	Statistische Methoden	87
8.1	Testtheoretischer Hintergrund.....	87
8.2	IRT-Skalierung.....	88
8.2.1	Überprüfung der Modellpassung und Dimensionsprüfung	91
8.2.2	Bestimmung der Personenfähigkeit.....	93
8.2.3	Testgüteanalyse.....	93
8.3	Moderatoranalysen und vorwissensabhängige Extremgruppenbildung	94
8.4	Gruppenvergleiche	96
9	Stichprobe	99
9.1	Hauptstudie ohne Experimentieren	100
9.2	Hauptstudie mit Experimentieren.....	102

V Ergebnisse.....	105
10 Skalierung des Leistungstests	105
11 Prozessmerkmale und Kontrollvariablen von Feedback.....	111
11.1 Vorwissen und vorwissensabhängige Extremgruppenbildung	111
11.2 Feedbackhäufigkeit.....	115
11.3 Antwortverhalten nach Feedback.....	118
11.4 Nutzungsdauer.....	119
11.4.1 Theorie.....	121
11.4.2 Feedbackaufgabe	122
11.4.3 Feedback	123
11.5 Cognitive Load.....	125
12 Wirksamkeit der Feedbackarten.....	127
12.1 Lerneffekte der App	127
12.1.1 Reproduktion	128
12.1.2 Integration.....	130
12.2 Vergleich der Feedbackarten.....	131
12.2.1 Reproduktion	132
12.2.2 Integration.....	139
12.3 Vergleich der Lernsettings	146
VI Diskussion	151
13 Methodische Diskussion	151
13.1 Studiendesign und Stichprobe	151
13.2 Lernmaterial und Feedbackaufgaben	152
13.3 Fachwissenstest und Skalierung.....	153
13.4 Gruppenvergleiche	155
14 Inhaltliche Diskussion.....	157
14.1 Dimensionalität des Fachwissens zur PCR und Gelelektrophorese....	157
14.2 Einfluss des Vorwissens auf den Lernerfolg.....	158
14.3 Prozessmerkmale und Kontrollvariablen von Feedback.....	159
14.4 Wirksamkeit der Lernumgebungen	164

14.5 Vergleich der Feedbackarten.....	165
14.6 Vergleich der Lernsettings	170
15 Ausblick.....	175
Literaturverzeichnis	177
Abbildungsverzeichnis	204
Tabellenverzeichnis	207
Abkürzungsverzeichnis.....	209
Anhang.....	211