
Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Überblick und Ziele der vorliegenden Arbeit	1
1.2. Das DiSiE-Projekt	4
1.3. Gliederung der Arbeit	5
2. Theoretische Grundlagen	7
2.1. Diagnostizieren und Fördern im Unterricht	7
2.1.1. Der Umgang mit Heterogenität im Unterricht	8
2.1.1.1. Heterogenität im Unterricht	8
2.1.1.2. Individuelle Förderung der Lernenden und innere Differenzierung ..	9
2.1.1.3. Zwischenfazit	11
2.1.2. Diagnostizieren im Unterricht	12
2.1.2.1. Diagnosekompetenz von Lehrkräften	12
2.1.2.2. Diagnosekompetenz im Fokus von Bildungspolitik und Bildungsforschung	13
2.1.2.3. Formen des Diagnostizierens	17
2.1.2.4. Formative Assessment und adaptive Lehrkompetenz	19
2.1.2.5. Verfahren des Diagnostizierens	21
2.1.2.6. Zwischenfazit	23
2.2. Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht	24
2.2.1. Die Rolle von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht	25
2.2.1.1. Empirische Untersuchungen zur Rolle von Experimenten im Physikunterricht	25
2.2.1.2. Ziele des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht	26
2.2.1.3. Zwischenfazit	27
2.2.2. Schülerexperimente im naturwissenschaftlichen Unterricht	28
2.2.2.1. Empirische Studien zur Rolle von Schülerexperimenten im Physikunterricht	28
2.2.2.2. Einstellungen von Lehrkräften und Lernenden zu Schülerexperimenten	29

2.2.2.3. Die Rolle von Schülerexperimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht	29
2.2.2.4. Zwischenfazit	31
2.2.3. Experimentieren als Teil naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung	31
2.2.3.1. Experimentieren in den Bildungsstandards.....	31
2.2.3.2. Modellierung experimenteller Kompetenz	32
2.2.3.3. Zwischenfazit	35
2.3. Diagnostizieren und Fördern im Bereich naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung.....	36
2.3.1. Studien zur Diagnosekompetenz von (angehenden) Lehrkräften im naturwissenschaftlichen Unterricht	36
2.3.2. Studien zur Unterstützung und Förderung von Lernenden im Bereich der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung	39
2.3.3. Zwischenfazit	40
2.4. Lernschwierigkeiten.....	41
2.4.1. Lernschwierigkeiten aus Sicht der Sonderpädagogik	41
2.4.1.1. Definition von Lernschwierigkeiten	41
2.4.1.2. Klassifizierung von Lernschwierigkeiten nach ihren Bedingungsfaktoren	42
2.4.1.3. Zwischenfazit	47
2.4.2. Lernschwierigkeiten aus Sicht verschiedener Fachdidaktiken.....	47
2.4.2.1. Lernschwierigkeiten beim Lernen und Experimentieren im Physikunterricht	47
2.4.2.2. Lernschwierigkeiten aus Sicht weiterer Forschungsgebiete	49
2.4.2.3. Zwischenfazit	51
3. Forschungsanliegen und Forschungsdesign	53
3.1. Theoretische Fundierung des Forschungsanliegens.....	53
3.1.1. Ausgangspunkt 1: Individuelle Förderung der Schülerinnen und Schüler beim eigenständigen Experimentieren	53
3.1.2. Ausgangspunkt 2: Förderung der Diagnosekompetenz von Lehrkräften bezüglich des Einsatzes von Schülerexperimenten	54
3.2. Konsequenzen für das Forschungsanliegen	55
3.2.1. Definition von Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren im Rahmen dieser Arbeit	57

3.2.2. Eingrenzungen des Bereichs der Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren im Rahmen dieser Arbeit	58
3.3. Darstellung der Forschungsfragen	59
3.4. Konsequenzen für das Forschungsdesign	60
3.4.1. Vorgehen beim theoriegeleiteten Ansatz	61
3.4.2. Vorgehen beim empirischen Ansatz	61
4. Theoretische Modellbildung.....	65
4.1. Strukturierung des Experimentierprozesses.....	66
4.2. Klassifizierung der Schülerschwierigkeiten orientiert am Bereich der Sonderpädagogik.....	69
4.3. Theoretisch abgeleitetes Modell der Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren	72
4.3.1. Vereinigung der beiden Ansätze	72
4.3.2. Überprüfung der Eignung des Modells	73
5. Untersuchungsmethodik der empirischen Studie	77
5.1. Experimentierumgebung zum Hooke'schen Gesetz	78
5.1.1. Das Hooke'sche Gesetz.....	78
5.1.2. Curriculare Bedeutung des Hooke'schen Gesetzes für den Physikunterricht der Sekundarstufe I.....	79
5.1.3. Eingesetzte Experimentieraufgabe	80
5.1.4. Erwartungshorizont für die Lösung der Experimentieraufgabe	82
5.1.5. Teilziele für eine erfolgreiche Bearbeitung der Experimentieraufgabe	86
5.2. Vorstudien zur Optimierung der Untersuchungsmethoden und zur Erprobung der Aufgabe	88
5.2.1. Vorstudie zum computergestützten Experimentieren	88
5.2.2. Vorstudie zur Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz.....	89
5.3. Aufbau und zeitlicher Ablauf der empirischen Studie.....	89
5.4. Beschreibung der Stichprobe	91
5.5. Beschreibung der eingesetzten Untersuchungsmethoden	92
5.5.1. Videoaufzeichnung und Kurzanalyse der Schülerexperimentierprozesse	92
5.5.1.1. Theoretische Grundlagen	93
5.5.1.2. Umsetzung in der empirischen Studie.....	93
5.5.2. Ausführliche Interviews über die Schülerschwierigkeiten.....	95

5.5.2.1. Theoretische Grundlagen	95
5.5.2.2. Umsetzung in der empirischen Studie.....	96
6. Auswertungsmethodik	99
6.1. Theoretische Grundlagen der qualitativen Inhaltsanalyse	99
6.1.1. Einsatzbereiche der qualitativen Inhaltsanalyse.....	99
6.1.2. Techniken der qualitativen Inhaltsanalyse	100
6.1.3. Spezifisch qualitative Gütekriterien	101
6.2. Auswertung der Videos der Experimentierprozesse	102
6.2.1. Auswertungsmethode zur Beschreibung und Strukturierung des Experimentierprozesses.....	103
6.2.1.1. Entwicklung des Kategoriensystems zur Beschreibung der Experimentierprozesse	103
6.2.1.2. Darstellung und Auswertung der Kategorien zur Beschreibung des Experimentierprozesses	111
6.2.2. Auswertungsmethode zur Beschreibung und Strukturierung der unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten.....	113
6.2.2.1. Entwicklung des Kategoriensystems zur Beschreibung der unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten	113
6.2.2.2. Darstellung und Auswertung der Kategorien zur Beschreibung der unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten	119
6.3. Auswertung der ausführlichen Interviews über Schülerschwierigkeiten.....	122
6.3.1. Entwicklung des Kategoriensystems zur Beschreibung der Bedingungsfaktoren	122
6.3.1.1. Deduktive Kategorienanwendung zum Wiederauffinden der unmittelbar beobachteten Schülerschwierigkeiten in den Interviews	125
6.3.1.2. Induktive Kategorienbildung zur Erarbeitung der Bedingungsfaktoren der unmittelbar beobachteten Schülerschwierigkeiten in den Interviews	127
6.3.2. Darstellung und Auswertung der Kategorien zur Beschreibung der Bedingungsfaktoren auf Individualebene.....	129
7. Ergebnisse der empirischen Studie.....	131
7.1. Darstellung der Kategorien zur Beschreibung der unmittelbar beobachtbaren Schülerschwierigkeiten	131

7.2. Beschreibung der Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren auf Individualebene	134
7.2.1. Einzelfallanalysen der Schülerinnen und Schüler aus Klasse 1	134
7.2.1.1. Experimentiergruppe 1: Anna & Jana	135
7.2.1.2. Experimentiergruppe 2: Heike & Mia	139
7.2.1.3. Experimentiergruppe 3: Jens & Julian	143
7.2.1.4. Experimentiergruppe 4: Kai & Paul	145
7.2.1.5. Experimentiergruppe 5: Laura & Sarah	149
7.2.2. Einzelfallanalysen der Schülerinnen und Schüler aus Klasse 2	152
7.2.2.1. Experimentiergruppe 6: Christina & Heidi	153
7.2.2.2. Experimentiergruppe 7: Dennis & Lukas	157
7.2.2.3. Experimentiergruppe 8: Jakob & Sascha	162
7.2.2.4. Experimentiergruppe 9: Klara & Wiebke	167
7.2.2.5. Experimentiergruppe 10: Nils & Pascal	171
7.3. Beschreibung der Schülerschwierigkeiten auf Stichprobenebene	175
7.3.1. Analyse der Experimentierprozesse auf Stichprobenebene	176
7.3.2. Analyse der unmittelbar beobachteten Schülerschwierigkeiten auf Stichprobenebene	178
7.3.2.1. Übersicht über alle unmittelbar beobachteten Schülerschwierigkeiten	178
7.3.2.2. Häufigkeitsanalysen der unmittelbar beobachteten Schülerschwierigkeiten	179
7.3.2.3. Analyse der bedeutsamsten unmittelbar beobachteten Schülerschwierigkeiten	182
8. Diskussion	185
8.1. Methodische Reflexion der empirischen Studie	185
8.1.1. Betrachtung der spezifisch qualitativen Gütekriterien	185
8.1.1.1. Verfahrensdokumentation	185
8.1.1.2. Regelgeleitetheit	186
8.1.1.3. Intercoder-Reliabilität	186
8.1.1.4. Kommunikative Validierung	187
8.1.1.5. Kombination qualitativer und quantitativer Analyseschritte	187
8.1.2. Korrelative Gültigkeit der empirischen Ergebnisse	187

8.1.3. Grenzen der empirischen Studie	189
8.1.3.1. Problem der Praxisferne	189
8.1.3.2. Problem der Beobachtungsfehler	190
8.1.3.3. Problem der Interpretation von Interviewdaten	190
8.1.3.4. Problem der Vereinigung der Erhebungs- und Auswertungsmethoden	191
8.1.4. Abschließende methodische Reflexion	193
8.2. Beantwortung der Forschungsfragen	193
8.2.1. Beantwortung der Forschungsfragen zum theoriegeleiteten Ansatz	194
8.2.1.1. Beantwortung von Forschungsfrage (1a)	194
8.2.1.2. Beantwortung von Forschungsfrage (1b)	195
8.2.1.3. Beantwortung von Forschungsfrage (1)	195
8.2.2. Beantwortung von Forschungsfragen zum empirischen Ansatz	196
8.2.2.1. Beantwortung von Forschungsfrage (2a)	196
8.2.2.2. Beantwortung von Forschungsfrage (2b)	197
8.2.2.3. Beantwortung von Forschungsfrage (2c)	199
8.2.2.4. Beantwortung von Forschungsfrage (2)	200
8.3. Ausblick	202
8.3.1. Verallgemeinerbarkeit des Modells	202
8.3.2. Erwartungen an das Modell und mögliche Fortsetzungsstudien	202
8.3.2.1. Einsatz bei der Entwicklung angepasster Experimentierumgebungen	203
8.3.2.2. Einsatz als diagnostisches Werkzeug während Schülerexperimentierphasen	204
8.3.2.3. Einsatz in der Lehreraus- und -weiterbildung	205
8.3.2.4. Einsatz als Instrument zur Selbstdiagnose für Schülerinnen und Schüler	206
9. Zusammenfassung und Fazit	209
10. Verzeichnisse	211
10.1. Literaturverzeichnis	211
10.2. Abbildungsverzeichnis	228
10.3. Tabellenverzeichnis	231
11. Anhang	235