

# Inhaltsverzeichnis

## Theoretischer Teil:

### Entwicklung eines fächerübergreifenden Kompetenzmodells für den Bereich der Erkenntnisgewinnung mit besonderem Fokus auf das Fach Chemie

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Stand der Forschung I: Kompetenzen und Kompetenzorientierung im Bereich der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer .....</b>	<b>3</b>
2.1	„Kompetenzen“ – Begriff und Definition .....	4
2.1.1	Definition von Kompetenzen im Sinne einer kontextgebundenen Leistungsdisposition .....	4
2.1.2	Abgrenzung von affektiven Variablen und Definition von „Kompetenz“ für diese Arbeit.....	5
2.2	Ziele und Felder kompetenzorientierter Grundlagenforschung .....	5
2.2.1	Theoretische Kompetenzmodelle.....	7
2.2.2	Psychometrische Modelle.....	8
2.2.3	Messkonzepte und Messverfahren.....	9
2.2.4	Informationen aus Diagnostik und Assessment .....	10
2.3	Zusammenfassung und Bedeutung für die Entwicklung der Studie .....	12
<b>3</b>	<b>Stand der Forschung II: Das Konzept der Erkenntnisgewinnung im internationalen und nationalen fachdidaktischen Diskurs.....</b>	<b>13</b>
3.1	Internationaler Diskurs: Diskussion um die Begriffe Scientific Inquiry, Inquiry-Based Learning und Inquiry-Based Teaching .....	13
3.2	Nationaler Diskurs: Von der Einführung von Bildungsstandards zu aktuellen Schwerpunkten fachdidaktischer Forschung .....	16
3.3	Zusammenfassung und Bedeutung für die Entwicklung der Studie .....	18
<b>4</b>	<b>Zusammenführung: Stand der kompetenzorientierten Forschung im Bereich Erkenntnisgewinnung.....</b>	<b>19</b>
4.1	Theoretische Kompetenzmodelle im Bereich der Erkenntnisgewinnung .....	19
4.2	Messkonzepte und Messverfahren im Bereich der Erkenntnisgewinnung.....	25
4.3	Kompetenzorientierte Testentwicklungen im Bereich der Erkenntnisgewinnung.....	26
4.4	Informationen aus Diagnostik und Assessment im Bereich der Erkenntnisgewinnung.....	29

4.4.1	Überprüfung der Bildungsstandards .....	29
4.4.2	Analyse der Binnenstruktur von Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung .....	31
4.4.3	Analyse von Zusammenhängen zu Kovariablen im Bereich der Erkenntnisgewinnung .....	36
4.5	Zusammenfassung und Bedeutung für die Entwicklung der Studie: Ableitung der Studienziele .....	40
<b>5</b>	<b>Ableitung, Entwicklung und Beschreibung eines fächerübergreifenden Kompetenzstrukturmodells für den Bereich der Erkenntnisgewinnung mit besonderem Fokus auf das Fach Chemie .....</b>	<b>42</b>
5.1	Zielkriterien der Modellentwicklung .....	42
5.2	Wissenschaftstheoretische Grundlagen .....	43
5.2.1	Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung als hypothetisch-deduktives Verfahren .....	43
5.2.2	Deduktiv-nomologisches Modell wissenschaftlicher Erklärung .....	45
5.2.3	Wirklichkeitserweiternde Funktionen von Experimenten und anderen Untersuchungen .....	46
5.3	Ableitung der Struktur des Kompetenzmodells .....	48
5.4	Begriffsdefinitionen der Strukturdimension „wissenschaftliches Denken“ .....	50
5.4.1	Fragestellungen und Hypothesen .....	50
5.4.2	Planung und Durchführung .....	52
5.4.3	Analyse und Reflexion .....	53
5.5	Begriffsdefinitionen der Strukturdimension „naturwissenschaftliche Arbeitsweisen“ .....	55
5.5.1	Beobachten, Vergleichen, Ordnen .....	55
5.5.2	Experimentieren .....	59
5.5.3	Modelle nutzen .....	61
5.6	Alternative Binnenstrukturen .....	64
5.7	Operationalisierung der Teilkompetenzen .....	66
5.8	Expertenrating zur Absicherung der Konstruktvalidität .....	68
5.8.1	Zielstellung .....	68
5.8.2	Methodisches Vorgehen .....	68
5.8.3	Ergebnisse .....	69
5.8.4	Zusammenfassung .....	71
5.9	Zusammenfassung und Bedeutung für die Entwicklung der Studie .....	72

<b>6</b>	<b>Fachchemische Einordnung: modellbasierte Beschreibung und Interpretation von Prozessen der Erkenntnisgewinnung am Beispiel konkreter chemischer Inhalte .....</b>	<b>74</b>
6.1	Inhalte aus der Geschichte der Chemie .....	75
6.1.1	Beobachten, Vergleichen, Ordnen anhand der Vorhersage der Eigenschaften des Germaniums durch Mendelejew .....	75
6.1.2	Experimentieren anhand der Beschreibung der Einflüsse auf den osmotischen Druck durch Pfeffer, van't Hoff und Morse .....	77
6.1.3	Modelle nutzen anhand der Strukturaufklärung der Glucose durch Emil Fischer .....	79
6.2	Inhalte aus der aktuellen chemischen Forschung .....	81
6.2.1	Beobachten, Vergleichen, Ordnen anhand der Herkunftsbestimmung der Himmelsscheibe von Nebra .....	81
6.2.2	Experimentieren anhand des Einflusses von Mikrowellenstrahlung auf die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Synthese von 2-Methylbenzimidazol .....	83
6.2.3	Modelle nutzen anhand der Retrosynthese zur Vorhersage eines Syntheseweges von Bicyclohexanderivaten zur Herstellung von Flüssigkristallen .....	85
6.3	Inhalte aus der schulnahen Chemie .....	87
6.3.1	Beobachten, Vergleichen, Ordnen am Beispiel der qualitativen Erarbeitung der elektrochemischen Spannungsreihe .....	87
6.3.2	Experimentieren am Beispiel der Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser .....	89
6.3.3	Modelle nutzen am Beispiel der Vorhersage von Schmelz- und Siedepunktunterschieden bei gesättigten und ungesättigten Fettsäuren .....	90
6.4	Zusammenfassung und Bedeutung für die Entwicklung der Studie .....	91

## Empirischer Teil:

# Modellbasierte Testentwicklung und Erhebung von Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung des Faches Chemie

<b>7</b>	<b>Studienziele, Forschungsfragen und Hypothesen .....</b>	<b>93</b>
7.1	Erste Forschungsfrage (F1) .....	93
7.2	Zweite Forschungsfrage (F2) .....	94
7.3	Dritte Forschungsfrage (F3) .....	95
<b>8</b>	<b>Methodisches Vorgehen .....</b>	<b>101</b>
8.1	Studiendesign und -durchführung .....	101
8.2	Systematische Testentwicklung im Bereich Erkenntnisgewinnung .....	103
8.2.1	Testkonzeption .....	103
8.2.2	Itemkonzeption .....	104
8.2.3	Erarbeitung und Einsatz einer Item-Konstruktionsanleitung .....	108
8.2.4	Erarbeitung und Auswertung offener Items .....	108
8.3	Vorstudien .....	110
8.3.1	Zielstellungen der Vorstudien .....	110
8.3.2	Prüfung der Disktraktoren und der Itemschwierigkeit in einer quantitativen Vorstudie .....	110
8.3.3	Prüfung der Validität von Items in einer qualitativen Vorstudie .....	112
8.3.4	Zusammenfassung und Bedeutung für die Entwicklung der Studie .....	115
8.3.5	Ableitung von Überarbeitungsmaßnahmen .....	116
8.4	Testheftdesign .....	117
8.5	Personenspezifische Kovariablen: Konstruktdefinitionen und Instrumente zur Erfassung .....	119
8.5.1	Variablen aus dem kognitiven Bereich .....	119
8.5.2	Variablen aus dem affektiven Bereich .....	125
8.5.3	Variablen aus dem schulisch-soziodemographischen Bereich .....	127
8.6	Stichprobe .....	129
8.7	Umgang mit fehlenden Werten .....	131
8.7.1	Typen von fehlenden Werten .....	131
8.7.2	Analysemöglichkeiten und -resultate .....	132
8.7.3	Reaktion auf fehlende Werte bei der Erfassung von Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung .....	134
8.7.4	Reaktion auf fehlende Werte bei der Erfassung von personenspezifischen Kovariablen .....	135

8.8	Maßnahmen zur Sicherstellung der Testgütekriterien.....	135
8.8.1	Objektivität .....	135
8.8.2	Reliabilität .....	136
8.8.3	Validität .....	138
8.9	Methoden statistischer Datenauswertung .....	140
8.9.1	Skalierung von Rohdaten .....	140
8.9.2	Schätzung der Item-Parameter .....	142
8.9.3	Schätzung der Personen-Parameter .....	143
8.9.4	Bestimmung der Rasch-Homogenität der Items .....	143
8.9.5	Vorgehen bei der Generierung statistischer Item- und Testkennwerte und bei der Itemselektion.....	144
8.9.6	Passung zwischen empirisch-psychometrischer und theoretischer Modellstruktur.....	145
8.9.7	Zusammenhangsanalysen unter Nutzung von Plausible Values.....	148
8.10	Zusammenfassung und Bedeutung für die Entwicklung der Studie .....	151
<b>9</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>152</b>
9.1	Deskriptive Ergebnisdarstellung.....	152
9.1.1	Überblick über die Itemkennwerte.....	152
9.1.2	Itemschwierigkeit.....	154
9.1.3	Reliabilität .....	157
9.1.4	Rasch-Homogenität .....	157
9.1.5	Item Characteristic Curves .....	158
9.2	Erste Forschungsfrage (F1) .....	160
9.2.1	Kriterienbeurteilung.....	160
9.2.2	Itemselektion und weiteres Vorgehen.....	165
9.3	Zweite Forschungsfrage (F2) .....	166
9.3.1	Hypothesenprüfung.....	166
9.4	Dritte Forschungsfrage (F3).....	172
9.4.1	Zusammenhänge zu Variablen aus dem kognitiven Bereich .....	176
9.4.2	Zusammenhänge zu Variablen aus dem affektiven Bereich .....	179
9.4.3	Zusammenhänge zu Variablen aus dem schulisch-soziodemographischen Bereich .....	182
9.4.4	Vertiefende Analysen: Unterschiede in den Zusammenhängen zwischen den Elementen Strukturdimensionen „naturwissenschaftliche Arbeitsweisen“ bzw. „wissenschaftliches Denken“ .....	184
9.4.5	Zusammenführung der Kovariablen .....	187
9.4.6	Hypothesenprüfung.....	190

<b>10</b>	<b>Beantwortung der Forschungsfragen, Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse .....</b>	<b>192</b>
10.1	Überblick .....	192
10.2	Erste Forschungsfrage (F1) .....	192
10.2.1	Zusammenfassung und Beantwortung der ersten Forschungsfrage (F1) .....	192
10.2.2	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse zur ersten Forschungsfrage (F1).....	193
10.3	Zweite Forschungsfrage (F2) .....	195
10.3.1	Zusammenfassung und Beantwortung der zweiten Forschungsfrage (F2) .....	195
10.3.2	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse zur zweiten Forschungsfrage (F2).....	196
10.4	Dritte Forschungsfrage (F3).....	199
10.4.1	Zusammenfassung und Beantwortung der dritten Forschungsfrage (F3) .....	199
10.4.2	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse zur dritten Forschungsfrage (F3).....	200
10.5	Fachdidaktische Implikationen.....	204
10.6	Grenzen der Studie und Methodenkritik .....	208
<b>11</b>	<b>Ausblick und Möglichkeiten für die Anschlussforschung .....</b>	<b>211</b>
<b>12</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>214</b>
12.1	Literaturverzeichnis.....	215
12.2	Tabellenverzeichnis .....	231
12.3	Abbildungsverzeichnis.....	235
12.4	Abkürzungsverzeichnis .....	237
<b>13</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>239</b>
13.1	Ergebnisse der eindimensionalen IRT-Skalierungen des Tests zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung .....	239
13.2	Ergebnisse der dreidimensionalen IRT-Skalierungen des Tests zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung nach naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen.....	241
13.3	Ergebnisse der dreidimensionalen IRT-Skalierungen des Tests zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung nach wissenschaftlichen Denkweisen .....	243
13.4	Ergebnisse der neundimensionalen IRT-Skalierungen des Tests zur Erfassung der Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung .....	245
13.5	Ergebnisse der latenten Regression bei der Verwendung der personenspezifischen Kovariablen im Hintergrundmodell .....	247
13.6	Modellbasierte Konstruktionsanleitung für Items zur Erhebung der Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung des Faches Chemie .....	247
13.7	Übersicht über die Testhelfte im Multi-Matrix-Design .....	252

13.8	Ausgewählte Items zur Erhebung der Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung des Faches Chemie .....	253
13.9	Instrument zur Erfassung des deklarativen chemiespezifischen Wissens .....	280
13.10	Instrument zur Erfassung der Freude und des Interesses an Chemie .....	285
13.11	Instrument zur Erfassung der zukunftsorientierten chemiebezogenen Motivation .....	285
13.12	Instrument zur Erfassung der Lernzeit in Chemie.....	286
13.13	Instrument zur Erfassung des Interesse an den chemischen Inhalten der Items .....	287
13.14	Instrument zur Erfassung des chemiebezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts .....	288
13.15	Instrument zur Erfassung der wahrgenommenen kognitiven Belastung .....	289
<b>14</b>	<b>Personenbezogener Anhang .....</b>	<b>291</b>
14.1	Lebenslauf .....	291
14.2	Publikationen .....	293
14.3	Versicherung der selbstständigen Anfertigung der Dissertation .....	296
<b>15</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>297</b>