

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ziele und Forschungsfragen . . . . .	3
1.2	Untersuchungsdesign . . . . .	4
<b>1</b>	<b>Methodik der Durchführung von Expertenbefragungen</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Einführung in Studie I</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Forschungsstand</b>	<b>13</b>
3.1	Aufgabenmerkmale . . . . .	13
3.1.1	Ein „vollständiges“ System von Merkmalen . . . . .	13
3.1.2	Aufgabenmerkmale und Testaufgaben . . . . .	14
3.2	Erklärungswert und Einschätzbarkeit von Aufgabenmerkmalen . . . . .	16
3.2.1	Ergebnisse aus TIMSS/III . . . . .	17
3.2.2	Ergebnisse aus PISA . . . . .	18
3.2.3	Schlussfolgerung . . . . .	20
3.3	Generalisierbarkeitstheorie . . . . .	23
<b>4</b>	<b>Eigene theoretische Vorarbeiten</b>	<b>25</b>
4.1	Einigkeitskoeffizient $\eta$ . . . . .	25
4.1.1	Konstruktion eines Koeffizienten zur Ermittlung der Einigkeit bei einzelnen Item-Merkmal-Kombinationen . . . . .	25
4.1.2	Eigenschaften des Einigkeitskoeffizienten $\eta$ . . . . .	30
4.1.3	Interpretation der Werte . . . . .	30
4.1.4	Regelbasiertes Streichen einzelner Werte . . . . .	32
4.2	Zusammenfassung . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Durchführung der Studie I</b>	<b>35</b>
5.1	Merkmalskatalog . . . . .	35
5.2	Experten . . . . .	36
5.3	Auswertung . . . . .	37
5.3.1	Generalisierbarkeit . . . . .	37
5.3.2	Einigkeit - Anwendung von $\eta$ . . . . .	37

<b>6</b>	<b>Ergebnisse der Studie I</b>	<b>39</b>
6.1	Experten	39
6.1.1	Unterrichtlicher Erfahrungshintergrund der Experten	40
6.1.2	Einteilung in Expertengruppen	40
6.2	Generalisierbarkeit der Merkmale	41
6.2.1	Allgemeine Merkmale 1.1 bis 3.3	42
6.2.2	Kognitive Merkmale 4.1 bis 5.6	43
6.2.3	Inhaltsspezifische Merkmale 6.1 bis 6.11	46
6.2.4	Fazit	47
6.3	Auswertung der einzelnen Item-Merkmal-Kombinationen mit dem Koeffizienten $\eta$	48
6.3.1	Übersicht der Ergebnisse	48
6.3.2	Gut einschätzbare Item-Merkmal-Kombinationen	49
6.3.3	Zusammenhang zwischen den Anforderungen der Items und der Übereinstimmung der Experten	51
<b>7</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse der Studie I</b>	<b>55</b>
7.1	Eignung von Merkmalen für eine Expertenbefragung	55
7.1.1	Allgemeine Merkmale	56
7.1.2	Kognitive Merkmale	56
7.1.3	Inhaltsspezifische Merkmale	57
7.2	Günstige Rahmenbedingungen für Expertenbefragungen	57
7.2.1	Experten	57
7.2.2	Merkmalskennwerte	58
7.2.3	Erläuterungen der Merkmale für die Experten	59
<b>II</b>	<b>Entwicklung, Charakterisierung und Erprobung eines Testinventars zur Thermodynamik/Wärmelehre</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>Einführung in Studie II</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>Grundlagen der Testentwicklung</b>	<b>65</b>
9.1	Testtheorie und Testmodelle	65
9.1.1	Testtheorie	65
9.1.2	Testmodelle	69
9.2	Rasch-Modell	71
9.2.1	Grundlagen	71
9.2.2	Bestimmung der Parameter	74
9.2.3	Modellpassung	77
9.3	Phasen der Testentwicklung	81
9.4	Testlandschaft	81

9.4.1	Psychodiagnostische Tests . . . . .	81
9.4.2	Tests in der fachdidaktischen Forschung . . . . .	82
9.4.3	Tests zur Kompetenzmessung . . . . .	84
9.4.4	Statistische Qualität ausgewählter Tests . . . . .	86
<b>10</b>	<b>Methodik von Studie II</b>	<b>89</b>
10.1	Testentwurf - Sachanalyse . . . . .	89
10.1.1	Identifikation der zentralen Inhalte der Thermodynamik und Wärmelehre im Unterricht . . . . .	89
10.1.2	Gewinnung der Items . . . . .	92
10.1.3	Testversion 1 . . . . .	92
10.2	Testaufbau - Vorstudien . . . . .	93
10.2.1	Expertenbefragung - Curriculare Validität, kognitive Anforderungen und erwartete Lösungswahrscheinlichkeiten . . . . .	93
10.2.2	Vorstudie - Angemessenheit der Testbedingungen . . . . .	94
10.2.3	Testversion 2 . . . . .	95
10.3	Testanalyse - Skalierung des TTI . . . . .	95
10.3.1	Haupterhebung . . . . .	95
10.3.2	Auswertung der Testrohdaten . . . . .	96
10.3.3	Rasch-Skalierung . . . . .	96
10.3.4	TTI-Endversion . . . . .	98
<b>11</b>	<b>Testentwurf - Sachanalyse</b>	<b>101</b>
11.1	Thermodynamik in der Oberstufe . . . . .	101
11.1.1	Lehrplananalyse . . . . .	101
11.1.2	Schulbuchanalyse . . . . .	103
11.1.3	Schülervorstellungen zur Thermodynamik . . . . .	106
11.1.4	Schlussfolgerungen . . . . .	111
11.2	Wärmelehre in der Sekundarstufe I . . . . .	112
11.2.1	Lehrplananalyse . . . . .	112
11.2.2	Nationale Bildungsstandards . . . . .	113
11.2.3	Schülervorstellungen zur Wärmelehre . . . . .	113
11.2.4	Schlussfolgerungen . . . . .	117
11.3	Zusammenstellung der Items . . . . .	117
11.4	Testversion 1 . . . . .	120
<b>12</b>	<b>Testaufbau - Vorstudien</b>	<b>125</b>
12.1	Expertenbefragung . . . . .	125
12.1.1	Curriculare Validität . . . . .	125
12.1.2	Kognitive Anforderungen . . . . .	128
12.1.3	Erwartete Lösungswahrscheinlichkeiten der Items . . . . .	132
12.1.4	Schlussfolgerung . . . . .	134

12.2 Vorstudie - Angemessenheit der Testbedingungen . . . . .	134
12.2.1 Rahmenbedingungen . . . . .	134
12.2.2 Mittlere Schwierigkeit und Antwortformate . . . . .	136
12.2.3 Schlussfolgerung . . . . .	137
12.3 Testversion 2 . . . . .	137
<b>13 Testanalyse - Skalierung des TTI</b>	<b>143</b>
13.1 Haupterhebung . . . . .	143
13.2 Auswertung der Testrohdaten . . . . .	144
13.2.1 Item-Auswertung . . . . .	144
13.2.2 Reliabilitäten und Trennschärfen . . . . .	145
13.3 Rasch-Skalierung . . . . .	146
13.3.1 Itemselektion . . . . .	146
13.3.2 Homogenität . . . . .	149
13.3.3 Analyse der Parameter . . . . .	150
13.4 TTI-Endversion . . . . .	154
13.4.1 TTI-Wärme . . . . .	154
13.4.2 TTI-Thermodynamik . . . . .	155
<b>14 Zusammenfassung der Testentwicklung</b>	<b>157</b>
14.1 Rückblick auf die Schritte zur Testentwicklung . . . . .	157
14.1.1 Testentwurf . . . . .	157
14.1.2 Testaufbau . . . . .	158
14.1.3 Testanalyse . . . . .	159
14.2 Gütekriterien . . . . .	160
14.2.1 Objektivität . . . . .	160
14.2.2 Validität . . . . .	160
14.2.3 Reliabilität . . . . .	161
14.3 Endprodukte (Grundlagen für anschließende Arbeiten) . . . . .	161
14.3.1 Testversionen . . . . .	161
14.3.2 Testversion 3: Grundlage für die Überprüfung des Kompetenzmodells	162
14.3.3 TTI-Endversion: Instrument zur Diagnose von Schülerleistungen . .	162
<b>III Überprüfung des Bremen-Oldenburger Kompetenzmodells</b>	<b>163</b>
<b>15 Einführung in Studie III</b>	<b>165</b>
<b>16 Grundlagen der Kompetenzmodellierung</b>	<b>167</b>
16.1 Fachbezogene Kompetenz . . . . .	167
16.2 Kompetenzmodelle . . . . .	168
16.2.1 Normative Kompetenzstrukturmodelle . . . . .	169
16.2.2 Kompetenzstufen . . . . .	171

16.2.3 Deskriptive Kompetenzstrukturmodelle . . . . .	173
16.2.4 Erstellung eines deskriptiven Modells . . . . .	176
16.3 Das Bremen-Oldenburger Kompetenzmodell . . . . .	177
<b>17 Durchführung der Studie III</b>	<b>181</b>
17.1 Kompetenzmodellierung - Normativ . . . . .	181
17.1.1 Vorüberlegungen . . . . .	181
17.1.2 Einordnung der vorliegenden Arbeit . . . . .	184
17.2 Einordnung der Items in das Kompetenzmodell . . . . .	185
17.3 Zur Methodik der Überprüfung von Kompetenzmodellen . . . . .	193
17.3.1 Mehrdimensionale Rasch-Modelle . . . . .	193
17.3.2 Simulationsstudie . . . . .	195
<b>18 Analyse der Struktur des Bremen-Oldenburger Kompetenzmodells</b>	<b>207</b>
18.1 Einordnung der Items in das Kompetenzmodell . . . . .	207
18.2 Schwierigkeitsbestimmende Item-Merkmale . . . . .	210
18.3 Überprüfung der Struktur der Dimensionen „Ausprägung“ und „Inhaltsbereich/Basiskonzept“ . . . . .	216
18.3.1 Einfluss der Item-Merkmale . . . . .	216
18.3.2 Formalisierung der Inhalts- und Ausprägungsmodelle . . . . .	216
18.3.3 Inhaltsmodelle . . . . .	218
18.3.4 Ausprägungsmodelle . . . . .	228
18.4 Weiterentwicklung des Bremen-Oldenburger Kompetenzmodells . . . . .	237
<b>19 Zusammenfassung der Kompetenzmodellierung</b>	<b>239</b>
19.1 Einordnung der Items in das BOIKo . . . . .	239
19.2 Kompetenzmodellierung . . . . .	240
19.2.1 Schwierigkeitsbestimmende Merkmale . . . . .	240
19.2.2 Analyse der Struktur der Dimensionen „Ausprägung“ und „Inhaltsbereich/Basiskonzept“ . . . . .	241
19.2.3 Weiterentwicklung des Bremen-Oldenburger Kompetenzmodells . . . . .	242
<b>20 Zusammenfassung des Forschungsvorhabens</b>	<b>243</b>
20.1 Grundlagen und Ziele . . . . .	243
20.2 Untersuchungsdesign . . . . .	245
20.3 Ergebnisse des Forschungsvorhabens . . . . .	247
<b>Literatur</b>	<b>252</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>260</b>
<b>A Materialien zur Studie I</b>	<b>267</b>
A.1 Erläuterungen zu den Item-Merkmalen . . . . .	267

A.2	In der Expertenbefragung eingesetzter Fragebogen . . . . .	270
A.3	Expertenhintergrund . . . . .	273
<b>B</b>	<b>Materialien zur Studie II</b>	<b>275</b>
B.1	Itemsets . . . . .	275
B.1.1	Itemset T1 . . . . .	275
B.1.2	Itemset T2 . . . . .	278
B.1.3	Itemset T3 . . . . .	281
B.1.4	Itemset T4 . . . . .	283
B.1.5	Itemset T5 . . . . .	286
B.1.6	Itemset T6 . . . . .	289
B.1.7	Itemset W1 . . . . .	291
B.1.8	Itemset W2 . . . . .	294
B.1.9	Itemset W3 . . . . .	298
B.1.10	Itemset W4 . . . . .	301
B.1.11	Itemset W5 . . . . .	304
B.1.12	Itemset W6 . . . . .	307
B.2	Zusammensetzung der Testhefte . . . . .	310
B.3	Codiermanual . . . . .	311
B.3.1	Multiple choice-Items . . . . .	311
B.3.2	Multiple select-Items . . . . .	311
B.3.3	Multiple choice (select) + Begründung . . . . .	312
B.3.4	Offene (Rechnung) Items . . . . .	313
B.3.5	Offene (Grafik) Items . . . . .	314
B.3.6	Offene (Text) Items . . . . .	315
B.4	Auswertung der Testdaten . . . . .	318
B.4.1	Klassische Auswertung der Testhefte H1 bis H3 . . . . .	318
B.4.2	Klassische Auswertung der Testhefte H4 bis H6 . . . . .	319
B.4.3	Eindimensionale Rasch-Skalierungen . . . . .	320
B.5	TTI-Endversionen . . . . .	322
B.5.1	TTI-Thermodynamik . . . . .	322
B.5.2	TTI-Wärme . . . . .	327
<b>C</b>	<b>Materialien zur Studie III</b>	<b>333</b>
C.1	Mehrdimensionale Rasch-Skalierungen . . . . .	333
C.1.1	Inhaltsmodelle . . . . .	333
C.1.2	Ausprägungsmodelle . . . . .	336
C.1.3	Eindimensionales Modell . . . . .	339
C.2	Kriterienmatrizen der Inhalts- und Ausprägungsmodelle . . . . .	340