

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
Abkürzungsverzeichnis	XV
Abbildungsverzeichnis	XIX
Tabellenverzeichnis.....	XXIII
Einleitung.....	1
TEIL I THEORETISCHE FUNDIERUNG VON MODELLIERUNGSKOMPETENZ	5
1 Kompetenzmodellierung und Kompetenzmessung	7
1.1 Definition des Kompetenzbegriffs.....	7
1.2 Kompetenzmessung	9
1.2.1 Evaluation der Bildungsstandards.....	9
1.3 Kompetenzmodellierung.....	10
1.3.1 Kompetenzstruktur-/Kompetenzniveau- und Kompetenzentwicklungsmodelle	10
1.3.2 Theoretische Fundierung von Kompetenzmodellen	12
1.3.3 Entwicklung von Kompetenztests	12
1.3.4 Validierung von Kompetenzmodellen.....	14
1.4 Bestehende Kompetenzmodelle für die Naturwissenschaften.....	15
1.4.1 Bremer-Oldenburger Modell und daran orientierte weitere Modelle	16
1.4.2 Schweizer HarmoS Modell.....	17
1.4.3 ESNaS-Kompetenzmodell.....	18
Zusammenfassung zu Kompetenzmodellen.....	21
2 Naturwissenschaftliches Modellieren	23
2.1 Bedeutung des Modellierens für den naturwissenschaftlichen Unterricht	24
2.2 Der Modell- und Modellierungsbegriff.....	25
2.2.1 Modelle und Modellieren in der Wissenschaftstheorie	26
2.2.2 Mentale Modelle.....	27
2.2.3 Urteil über das Modellsein.....	30
2.3 Modelle in den Naturwissenschaften	31
2.3.1 Modelle und Repräsentationen in den Naturwissenschaften	31
2.3.2 Der Modellbegriff in der Physikdidaktik.....	32
2.3.3 Die Rolle von Modellen in der Erkenntnistheorie	33

2.3.4	Modelle und Theorien.....	34
2.4	Modellieren als Erkenntnisgewinnungsprozess in den Naturwissenschaften.....	35
2.4.1	Verstehensprozess naturwissenschaftlicher Phänomene nach Greca und Moreira	35
2.4.2	Prozessschema naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung nach Krell	36
2.4.3	Model of Modeling Framework nach Justi und Gilbert	38
2.4.4	Physikalisch-mathematischer Modellierungskreislauf	39
2.5	Modellieren lernen	40
2.5.1	Modellieren Lernen und Lehren nach Justi und Gilbert.....	41
2.5.2	Modellierungszyklus von Halloun und Hestenes.....	41
2.6	Modellieren als Kompetenz.....	42
2.6.1	Modellierungskompetenzmodell der Bildungsstandards Physik.....	42
2.6.2	Modellierungskompetenzmodell für Biologie	44
2.6.3	Modellierungskompetenzmodell für Physik	47
	Zusammenfassung des theoretischen Hintergrunds.....	51
	TEIL II THEORIEBASIERTE ENTWICKLUNG EINES KOMPETENZMODELLS	
	PHYSIKALISCHER MODELLIERUNGSKOMPETENZ	53
3	Einteilung von Modellierungskompetenz.....	55
3.1	Gemeinsamkeiten bisheriger Ansätze	55
3.2	Unterscheidung von Wissensarten in der Lern- und Kognitionspsychologie.....	58
3.3	Deklarativer Aspekt der Modellierungskompetenz.....	59
3.4	Epistemologisch-metakognitiver Aspekt.....	60
3.5	Prozeduraler Aspekt	62
4	Forschungslücke prozedurale Modellierungskompetenz.....	63
4.1	Dimensionen prozeduraler Modellierungskompetenz	63
4.1.1	Dimension Anwenden	65
4.1.2	Dimension Bewerten.....	66
4.1.3	Dimension Entwickeln	67
4.2	Nomologisches Netzwerk des Kompetenzmodells.....	70
	Zusammenfassung der Kompetenzmodellierung physikalischer Modellierungskompetenz.....	71
	TEIL III EMPIRISCHE ÜBERPRÜFUNG DES KOMPETENZMODELLS	73
5	Forschungsfragen und Hypothesen.....	75

5.1	Objektive, valide und reliable Erfassung von Modellierungskompetenz in Physik.....	76
5.2	Struktur des Kompetenzmodells	79
5.3	Entwickeln als Gesamtprozess und Folge von Teilprozessen	82
5.4	Domänenspezifische Inhalte und übergreifende Struktur	83
6	Statistische Methoden	85
6.1	Probabilistische Testtheorie.....	85
6.2	Modelleigenschaften des Raschmodells.....	88
6.3	Raschmodellierung unter Verwendung eines Hintergrundmodells.....	89
6.4	Testgütekriterien.....	90
6.5	Mehrdimensionales Raschmodell	90
6.6	Inferenzstatistik	91
6.7	Beurteilerübereinstimmung.....	93
7	Entwicklung der Kompetenztests	95
7.1	Systematische Entwicklung der Kompetenztests.....	95
7.2	Theoretische Operationalisierung der prozeduralen Modellierungskompetenz..	97
7.2.1	Aufgabenformate.....	99
7.3	Konstruktionsanleitung.....	101
7.4	Konstruktion der Testitems.....	104
7.4.1	Itemkonstruktion in den beiden Inhaltsbereichen.....	104
7.4.2	Präpilot und Itemüberarbeitung.....	106
7.5	Kodierung der Schülerantworten.....	108
7.6	Pilotierung	112
7.6.1	Pilotierung ProMo-K	112
7.6.2	Pilotierung ProMo-O	116
8	Datenerhebung der Hauptstudien	121
8.1	Testzeitpunkt und Stichprobenauswahl.....	121
8.2	Studiendurchführung.....	122
8.3	Testinstrumente.....	124
8.3.1	Deklarativer Modellierungskompetenztest Kinematik DekMo-K	124
8.3.2	Deklarativer Modellierungskompetenztest Optik DekMo-O	125
8.3.3	My Views on Models and Modeling VOMMS.....	127
8.3.4	Intelligenzkurzscreening mini-Q	128

8.3.5	Need for Cognition	129
8.3.6	Nature of Science Fragebogen NoS und SUSSI.....	130
8.3.7	Leseverständnis- und geschwindigkeitstest LGVT.....	131
8.3.8	Force Concept Inventory	132
8.3.9	Weitere Kontrollvariablen	135
9	Ergebnisse der Hauptstudie Kinematik	137
9.1	Expertenrating zur Passung von Kompetenzmodell und Testinstrument in Kinematik.....	137
9.2	Stichprobe und Kontrollvariablen.....	138
9.2.1	Stichprobenmerkmale der Erhebung im Inhaltsbereich Kinematik	138
9.2.2	Ratings der offenen Antworten	139
9.2.3	Kontrollvariablen der Kinematik	139
9.3	Test zur epistemologisch-metakognitiven Modellierungskompetenz VoMMS	143
9.4	Test zur deklarativen Modellierungskompetenz DekMo-K	145
9.5	Test zur prozeduralen Modellierungskompetenz ProMo-K	149
9.5.1	Deskriptive Befunde zum ProMo-K	149
9.5.2	Raschskalierbarkeit des ProMo-K im Eindimensionalen	152
9.5.3	Dimensionsanalysen.....	156
9.5.4	Raschskalierbarkeit des ProMo-K im Dreidimensionalen.....	158
9.5.5	Dimensionsanalysen nach Itemausschluss.....	161
9.5.6	Erfassung der Dimension Entwickeln in Kinematik.....	164
9.5.7	Hintergrundmodell Kinematik	165
9.5.8	Korrelationsanalysen Kinematik.....	168
10	Ergebnisse der Hauptstudie Optik.....	171
10.1	Expertenrating zur Passung von Kompetenzmodell und Testinstrument in Optik	171
10.2	Stichprobe und Kontrollvariablen.....	171
10.2.1	Stichprobenmerkmale der Erhebung im Inhaltsbereich Optik	171
10.2.2	Ratings der offenen Antworten	172
10.2.3	Kontrollvariablen der Optik.....	172
10.3	Test zur epistemologisch-metakognitiven Modellierungskompetenz VoMMS	176
10.4	Test zur deklarativen Modellierungskompetenz DekMo-O	178
10.5	Test zur prozeduralen Modellierungskompetenz ProMo-O	180
10.5.1	Deskriptive Befunde zum ProMo-O	180
10.5.2	Raschskalierbarkeit des ProMo-O im Eindimensionalen	181

10.5.3	Dimensionsanalysen.....	182
10.5.4	Raschskalierbarkeit des ProMo-O im Dreidimensionalen.....	184
10.5.5	Dimensionsanalysen nach Itemausschluss.....	187
10.5.6	Erfassung der Dimension Entwickeln in Optik.....	189
10.5.7	Hintergrundmodell Optik.....	190
10.5.8	Korrelationsanalysen Optik.....	192
10.5.9	Modellvergleich zur Trennbarkeit von ProMo-O und DekMo-O.....	195
11	Interpretation der Ergebnisse und Beantwortung der Forschungsfragen	197
11.1	Objektive, valide und reliable Erfassung physikalischer Modellierungskompetenz.....	197
11.2	Struktur des Kompetenzmodells	203
11.3	Erfassung der Teilkompetenz Entwickeln	208
11.4	Prozedurale Modellierungskompetenz als inhaltsspezifisches Konstrukt	209
12	Zusammenfassende Diskussion und Fazit	213
13	Literaturverzeichnis.....	217
	ANHANG.....	235
	Anhang 1: Konstruktions- und Kodiermanuale	237
	Anhang 2: Testhefte	245
	Anhang 3: Ergänzende Tabellen.....	275