

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
I	Theoretische Grundlagen	3
2	Mathematisches Modellieren	5
2.1	Begriffsdefinition	5
2.1.1	Mathematisches Modell	6
2.1.2	Mathematisches Modellieren	8
2.1.3	Modellierungskreislauf	11
2.1.4	Modellierungsaufgaben	16
2.2	Zielsetzungen	19
3	Mathematisches Modellieren im Mathematikunterricht	25
3.1	Mathematisches Modellieren im Schulalltag	26
3.2	Schwierigkeiten und Hindernisse	27
3.2.1	Organisatorische Hindernisse	28
3.2.2	Schülerbezogene Hindernisse	29
3.2.3	Materialbezogene Hindernisse	30
3.2.4	Lehrerbezogene Hindernisse	31
3.3	Bewertung von Modellierungsaufgaben	33
3.4	Aufgabenschwierigkeit	38
3.5	Folgerungen für die vorliegende Arbeit	41

II	Forschungsansatz und Zielsetzung	43
4	Forschungsfragen	45
5	Schwierigkeit von Modellierungsaufgaben	49
5.1	Die Struktur von Lösungsansätzen	50
5.1.1	Beziehung zu Modellbildungssoftware	53
5.1.2	Der Zusammenhang von Lösungsstruktur und Schwierigkeit	57
5.2	Denkstrukturanalyse	58
5.2.1	Verortung von Denkoperationen in der Denkstruktur	64
5.3	Denkstrukturen und das Arbeitsgedächtnis	70
5.4	Komplexität der Aufgabenstellung	72
5.5	Modelle zur Bestimmung der Schwierigkeit von Lösungsansätzen	77
III	Methode	85
6	Konzeption der Studie	87
6.1	Ablauf und Stichprobe	87
6.2	Aufgabenentwicklung	89
6.2.1	Kriterien zur Entwicklung der Modellierungsaufgaben	90
6.3	Die Modellierungsaufgaben	91
6.3.1	Taj Mahal	91
6.3.2	Kartoffel	93
6.3.3	Cola	95
6.3.4	Tennisschläger	97
6.3.5	Brücke	99
7	Komplexität der Aufgabenstellung	103
8	Kategorisierung von Schülerlösungen	107
8.1	Lösungsansätze Taj Mahal	108
8.1.1	Lösungsansatz Fläche	110
8.1.2	Lösungsansatz Zeilen/Spalten	113
8.1.3	Lösungsansatz Etage	116
9	Denkstrukturen und Schwierigkeitsgrad	119
9.1	Denkstrukturanalyse Taj Mahal	119
9.1.1	Fläche	121
9.1.2	Lösungsansatz Zeilen/Spalten	124

9.1.3 Lösungsansatz Etage	126
9.2 Theoretische Schwierigkeit der Lösungsansätze Taj Mahal	129
10 Bewertungsschema	131
10.1 Entwicklung eines Bewertungsschemas	132
10.2 Bewertungsschemata Taj Mahal	133
10.2.1 Lösungsansatz Fläche	134
10.2.2 Lösungsansatz Zeilen/Spalten	137
10.2.3 Etage	139
IV Ergebnisse, Diskussion und Ausblick	141
11 Ergebnisse und Auswertung	143
11.1 Lösungsraum der Modellierungsaufgaben	145
11.2 Empirische Schwierigkeit	148
11.3 Vergleich von empirischer und theoretischer Schwierigkeit	154
11.3.1 Regressionsmodelle und Gütemaß	154
11.3.2 Empirische und theoretische Schwierigkeit der Lösungsansätze	158
11.3.3 Empirische und theoretische Schwierigkeit der Modellierungsaufgaben	167
12 Diskussion der Ergebnisse	173
12.1 Lösungsraum der Modellierungsaufgaben	173
12.2 Analyse der empirischen Schwierigkeit	175
12.3 Analyse des theoretischen und empirischen Schwierigkeitsvergleichs auf Ebene der Lösungsansätze	176
12.4 Analyse des theoretischen und empirischen Schwierigkeitsvergleichs auf Ebene der Modellierungsaufgaben	178
13 Zusammenfassung und Ausblick	181
Anhang	
A Test-Booklets	185
B Analyse der restlichen Modellierungsaufgaben	193
B.1 Modellierungsaufgabe <i>Kartoffel</i>	194
B.1.1 Lösungsansätze	194

B.1.2	Denkstrukturanalyse	204
B.1.3	Bewertungsschemata	211
B.2	Modellierungsaufgabe <i>Cola</i>	216
B.2.1	Lösungsansätze	216
B.2.2	Denkstrukturanalyse	224
B.2.3	Bewertungsschemata	229
B.3	Modellierungsaufgabe <i>Tennisschläger</i>	233
B.3.1	Lösungsansätze	233
B.3.2	Denkstrukturanalyse	241
B.3.3	Bewertungsschemata	246
B.4	Modellierungsaufgabe <i>Brücke</i>	250
B.4.1	Lösungsansätze	250
B.4.2	Denkstrukturanalyse	256
B.4.3	Bewertungsschemata	264
C	Anhänge zur statistischen Auswertung	269
	Abbildungsverzeichnis	279
	Tabellenverzeichnis	285
	Literaturverzeichnis	291