

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINFÜHRUNG: PROBLEMEXPLIKATION UND METHODISCHES VORGEHEN	13
2 GRUNDLEGUNGEN	19
2.1 Standortbestimmung: Der Status quo von Modellen im Chemieunterricht.....	19
2.1.1 Forderungen der Fachdidaktik	19
2.1.1.1 Malenter Empfehlungen.....	19
2.1.1.2 Denkschriften der GDCh	21
2.1.1.3 Empfehlungen der MNU.....	23
2.1.2 Lehrpläne Nordrhein-Westfalen	24
2.1.2.1 Gymnasium (Sekundarstufe I).....	24
2.1.2.2 Realschule	26
2.1.2.3 Hauptschule	26
2.1.2.4 Gesamtschule.....	27
2.1.3 Bayerische Lehrpläne im Vergleich	28
2.1.4 Diskussion und Folgerungen.....	29
2.2 Voraussetzung: Der Erkenntnistheoretische Kontext	33
2.2.1 Erkenntnistheoretische Standpunkte: Empirismus und Rationalismus	33
2.2.2 Das Forschungsprogramm „Evolutionäre Erkenntnistheorie“	36
2.2.2.1 Postulate wissenschaftlicher Erkenntnis und der „Hypothetische Realismus“	37
2.2.2.2 Kernaussagen der Evolutionären Erkenntnistheorie	39
2.2.2.3 Konzepte der Evolutionären Erkenntnistheorie	40
2.2.2.3.1 Mesokosmos.....	40
2.2.2.3.2 Anschaulichkeit.....	41
2.2.2.3.3 Der Erkenntnisprozeß	44
2.2.3 Kritik und Einführung einer konstruktionistischen Prämisse	45
2.2.4 Diskussion und Folgerungen.....	51
2.3 Konkretisierung: Der Modellbegriff in der Fachdidaktik.....	55
2.3.1 Der umgangssprachliche Modellbegriff	55
2.3.2 Erschließung der wissenschaftlichen Bedeutung	56
2.3.2.1 Der allgemeine Modellbegriff nach STACHOWIAK.....	56
2.3.2.2 Der Modellbegriff in den Naturwissenschaften nach HERTZ und KELLER	58
2.3.2.3 Der fachdidaktische Modellbegriff nach KIRCHER.....	60

2.3.2.3.1	Festlegung des Modellbegriffs	60
2.3.2.3.2	Das Verhältnis von Modell und Objekt	62
2.3.2.3.3	Die Einbeziehung des Subjekts	64
2.3.3	Erweiterung des M-O-S-Relationsgefüges	65
2.3.4	Diskussion und Folgerungen	69
2.4	Computervisualisierung: Möglichkeiten eines Mediums.....	73
2.4.1	Grundlagen der Visualisierung	73
2.4.2	Bedeutungsfelder der Visualisierung	76
2.4.2.1	Förderung visueller Lerntypen und Multimedia-Anwendungen....	76
2.4.2.2	Datenanalyse und Molecular Modeling	77
2.4.3	Visualisierungen als Veranschaulichungen und Anschauungs- modelle sowie als Aufgabe der Fachdidaktiken	81
2.4.4	Animationen und virtuelle Realität	82
2.4.5	Dreidimensionale Visualisierung mit VRML.....	85
2.4.6	Computervisualisierungen im Chemieunterricht	93
2.4.7	Diskussion und Folgerungen	95
2.5	Zusammenföhrung: Die Verbindung von Determinanten der theoretischen Überlegungen und Möglichkeiten des Computers	97
3	DIE RAUM-ZEIT-DIMENSION: EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG ZUR COMPUTERGESTÜTZTEN RAUMVORSTELLUNG	105
3.1	Vorbetrachtungen: Das Denken im Raum.....	105
3.1.1	Das Konzept Raumvorstellung	105
3.1.1.1	Raumvorstellung im Rahmen der Intelligenzmessung	105
3.1.1.2	Systematisierungsansätze	107
3.1.1.3	Entwicklung der Raumvorstellung	108
3.1.2	Die Bedeutung der Raumvorstellung für den Chemieunterricht	109
3.1.3	Befunde zur computergestützten Raumvorstellung.....	112
3.2	Untersuchungshypothese.....	114
3.3	Grundsätzliche Überlegungen zur Testkonstruktion	115
3.4	Entwicklung einer Testsoftware	117
3.4.1	Aufgabenauswahl.....	117
3.4.2	Softwareplattform	119
3.4.3	Konstruktion und Programmierung der Testsoftwarepakete.....	120
3.5	Qualitativer Vortest	122
3.6	Quantitativer Vortest	123

3.6.1 Durchführung und Stichprobendaten	123
3.6.2 Ergebnisanalyse	124
3.6.2.1 Rohwerte.....	125
3.6.2.2 Prüfung auf Normalverteilung	125
3.6.2.3 Schwierigkeiten- und Trennschärfenbestimmung.....	129
3.6.2.4 Testgüte.....	131
3.7 Testoptimierung.....	135
3.7.1 Aufgabenselektion.....	136
3.7.2 Testendform.....	137
3.8 Hauptuntersuchung.....	137
3.8.1 Durchführung und Stichprobendaten	137
3.8.2 Ergebnisanalyse	139
3.8.2.1 Rohwerte.....	139
3.8.2.2 Prüfung auf Normalverteilung	140
3.8.2.3 Schwierigkeiten- und Trennschärfenbestimmung.....	143
3.8.2.4 Testgüte.....	144
3.8.3 Überprüfung der Testhypothese	145
3.8.4 Weitere Ergebnisse	147
3.9 Zusammenfassung der Untersuchung, Diskussion der Ergebnisse und Konsequenzen für den Chemieunterricht	151
4 DIE MODELLDIMENSION: ANSÄTZE FÜR EINEN MODELLORIENTIERTEN COMPUTERUNTERSTÜTZTEN CHEMIEUNTERRICHT	159
4.1 Allgemeine und methodische Überlegungen.....	159
4.2 Die Behandlung des Teilchenmodells im Chemieunterricht als Beispiel für den Einsatz neuer computergestützter Visualisierungskonzepte	163
4.2.1 Sachanalyse des Themenbereichs	164
4.2.1.1 Modellbereich: Eigenschaften der kleinsten Teilchen.....	165
4.2.1.2 Objektbereich: Die Erklärungskraft des Teilchenmodells	167
4.2.1.3 Subjektbereich.....	168
4.2.1.3.1 Schülervorstellungen.....	168
4.2.1.3.2 Diskontinuumsproblematik	172
4.2.1.3.3 Modell und Realität.....	174
4.2.1.4 Trennung von Modellbereich und Realitätsbereich des Teilchenmodells.....	176
4.2.1.5 Folgerungen.....	178
4.2.2 Möglichkeiten der Computervisualisierung	179

4.2.2.1 Alternativen zu herkömmlichen Darstellungsformen	179
4.2.2.1.1 Zur Kugelform.....	179
4.2.2.1.2 Zur Größe.....	180
4.2.2.1.3 Zur Massenerfüllung.....	181
4.2.2.1.4 Zur Bewegung.....	182
4.2.2.2 Anwendungsbereiche	183
4.2.2.3 Verknüpfung der Alternativen und Konzeption eines Softwarepaketes.....	184
4.2.2.4 Erweiterbarkeit der Software	187
4.3 Weiterführende Beispiele	187
4.3.1 Die Stoffumwandlung	187
4.3.1.1 Sachanalyse des Themenbereichs	187
4.3.1.2 Möglichkeiten der Computervisualisierung	193
4.3.2 Einführung der kovalenten Bindung.....	196
4.3.2.1 Sachanalyse des Themenbereichs	196
4.3.2.2 Möglichkeiten der Computervisualisierung	198
4.3.3 Der Säure-Base-Begriff nach BRÖNSTED	200
4.3.3.1 Sachanalyse des Themenbereichs	200
4.3.3.2 Möglichkeiten der Computervisualisierung	202
4.4 Diskussion und Ausblick	203
5 ZUSAMMENFASSUNG	207
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	213
TABELLENVERZEICHNIS	215
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	217
LITERATURVERZEICHNIS.....	219
ANHANG	229
A 1 Rohwerturlisten	229
A 1.1 Qualitativer Vortest (RVT)	229
A 1.2 Quantitativer Vortest	230
A 1.3 Hauptuntersuchung.....	232
A 2 Testmaterial der Testvorform.....	235
A 2.1 Objekte.....	235
A 2.2 Menüprogramm	237
A 2.3 Testbögen	238

A 3 Testmaterial der Testendform	246
A 3.1 Objekte	246
A 3.2 Menüprogramm	247
A 3.3 Testbögen.....	248
A 4 RVT-Testbögen.....	254
A 5 Aufgabengruppen I-IV des RAT von BARKE.....	256