

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| 1 EINFÜHRUNG: PROBLEMEKPLIKATION 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 Erkenntniskontext | 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 | Zusammenführung: 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 |