

Hans-Jürgen Schmidt

# Fachdidaktische Grundlagen des Chemieunterrichts

Mit 112 Bildern  
sowie zahlreichen Beispielen und Tests



Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig/ Wiesbaden

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort

<b>1 Einleitung</b> .....	1
1.1 <i>Chemiedidaktik – Definition und Aufgabe</i> .....	1
1.2 <i>Literatur</i> .....	1
<b>2 Geschichte des Chemieunterrichts</b> .....	2
2.1 <i>Das 19. Jahrhundert – die Didaktik des Anschauungsunterrichts</i> .....	2
2.1.1 Die Chemie wird selbständiges Unterrichtsfach an deutschen Universitäten .....	2
2.1.2 Die Entwicklung der Realschulen .....	3
2.1.3 Der naturwissenschaftliche Unterricht im Spannungsfeld zwischen dem realistischen und dem neuhumanistischen Bildungsideal .....	5
2.1.4 Die Anfänge eines chemischen Experimentalunterrichts an deutschen Schulen .....	7
2.1.5 Die Abgrenzung des Schulunterrichts im Fach Chemie vom Universitätsunterricht .....	8
2.2 <i>Von der Jahrhundertwende bis zum Ende der Weimarer Republik   – die Didaktik der Arbeitsschule</i> .....	9
2.2.1 Die Gründerjahre .....	9
2.2.2 <i>Kerschensteiner</i> und die Arbeitsschule .....	11
2.2.3 Schülerexperimente als Bestandteil des Chemieunterrichts – das praktisch-heuristische Unterrichtsverfahren .....	12
2.2.4 Die <i>General Science</i> Bewegung in England .....	14
2.3 <i>Die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg</i> .....	14
2.3.1 Das Verfahren der Entwicklung von Chemiecurricula .....	14
2.3.2 Überblick über die wichtigsten Chemiecurricula (bzw. naturwissenschaftlichen Curricula) aus den USA und aus Großbritannien .....	16
2.3.3 Entwicklungen in Deutschland .....	19
2.3.3.1 Die Situation in der Bundesrepublik .....	19
2.3.3.2 Die Situation in der DDR .....	21
2.3.4 Die Schulsysteme in den USA und in England .....	23
2.4 <i>Literatur</i> .....	24

<b>3</b>	<b>Rahmenbedingungen und Entscheidungskriterien für die Gestaltung von Chemieunterricht</b>	<b>26</b>
3.1	<i>Lernziele im Chemieunterricht</i>	26
3.1.1	Allgemeine Lernziele und fachliche Lernziele	26
3.1.2	Abstraktionsniveaus von Lernzielen	27
3.1.3	Beschreibung von Lernzielen	28
3.1.4	Lernziel-Taxonomien	30
3.1.5	Auf dem Wege zu einer babylonischen Lernziel-Taxonomie-Sprachverwirrung	31
3.2	<i>Lernpsychologische Grundlagen des Chemieunterrichts</i>	33
3.2.1	Der Einfluß der Lerntypentheorie von <i>Gagné</i> auf die Curriculumentwicklung	34
3.2.2	Der Einfluß der Lerntheorie von <i>Bruner</i> auf die Curriculumentwicklung	37
3.2.3	Der Einfluß der Stufentheorie von <i>Piaget</i> auf die Curriculumentwicklung	41
3.2.3.1	Charakteristik der Entwicklungsphasen nach <i>Piaget</i>	41
3.2.3.2	Die Stufentheorie von <i>Piaget</i> im Curriculum Science 5/13	45
3.2.3.3	Die Stufentheorie im Chemieunterricht der Sekundarstufe I	46
3.3	<i>Chemiecurricula als Informationsquelle für die Gestaltung von Chemieunterricht</i>	51
3.3.1	Chemiecurricula aus den USA	52
3.3.2	Chemiecurricula und Chemie integrierende Curricula aus Großbritannien	53
3.3.3	Curriculumentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland	59
3.4	<i>Literatur</i>	62
<b>4</b>	<b>Lerninhalte und ihre Transformation an ausgewählten Beispielen</b>	<b>66</b>
4.1	<i>Messen und Auswerten im einführenden Chemieunterricht</i>	67
4.1.1	Gehaltsbestimmungen und Relativmessungen	68
4.1.2	Der Weg zum Gesetz von den konstanten (multiplen) Proportionen	69
4.2	<i>Die Einführung des Molbegriffs bei der experimentellen Ermittlung von Formeln</i>	72
4.2.1	Mit welchen kleinsten Teilchen beginnen?	72
4.2.2	Schwierigkeiten bei der Einführung chemischer Grundbegriffe	73
4.2.3	Wege zur chemischen Formel	74
4.2.4	Die Genauigkeit von Messungen	76
4.3	<i>Einfache quantitative Untersuchungen chemischer Reaktionen</i>	78
4.3.1	Bestimmung von Gleichungskoeffizienten	78
4.3.2	Auswertungen von Titrationsergebnissen	82
4.3.3	Graphisches Verfahren zur Auswertung von Rücktitrationen	83

4.4	<i>Der Molekülbegriff als Schlüssel zur Kohlenstoffchemie</i>	85
4.4.1	Das molare Volumen von Gasen	86
4.4.2	Die Sonderstellung des Kohlenstoffs im Periodensystem der Elemente	90
4.4.3	Verfahren zur Elementaranalyse organischer Verbindungen	94
4.4.4	Untersuchungen organisch-chemischer Reaktionen	99
4.5	<i>Die Triebkraft stofflicher Veränderungen</i>	108
4.5.1	Das Streben nach Energieminimum und Verteilungsmaximum	109
4.5.2	Die elektrochemische Spannungsreihe	110
4.5.3	Die Messung von Reaktionswärmen	111
4.5.4	Die Temperaturabhängigkeit von Gleichgewichtsreaktionen	113
4.5.5	Von der Nernstschen Gleichung zur Gibbs-Helmholtz-Gleichung	117
4.6	<i>Atom- und Bindungsmodelle im Chemieunterricht</i>	120
4.6.1	Das Atommodell von <i>Dalton</i>	120
4.6.2	Kern-Elektron-Modelle	122
4.6.2.1	Auf dem Wege zum Zwiebel-Modell	122
4.6.2.2	Die Diskussion um die Brauchbarkeit des <i>Bohrschen</i> Atommodells im Chemieunterricht	122
4.6.3	Elektronenwolkenmodelle	125
4.7	<i>Literatur</i>	129
5	<b>Lernorganisation</b>	137
5.1	<i>Unterrichtshilfsmittel</i>	137
5.1.1	Tafelanschrieb und Hefteintrag	137
5.1.2	Die Arbeitsprojektion	137
5.1.2.1	Aufbau und Handhabung des Arbeitsprojektors	137
5.1.2.2	Folienprojektion	138
5.1.2.3	Projektion von chemischen Versuchen	140
5.1.3	Dia- und Filmprojektion	141
5.1.3.1	Aufbau und Handhabung von Dia- und Filmprojektoren	141
5.1.3.2	Zur Arbeit mit Dias und Filmen im Chemieunterricht	142
5.1.4	Molekülbaukästen	143
5.1.5	Chemiespiele	151
5.2	<i>Unterrichtsorganisation</i>	153
5.2.1	Unterrichtsformen	154
5.2.1.1	Arbeitsgruppenunterricht	157
5.2.1.2	Demonstrationsunterricht	160
5.2.1.3	Programmierter Unterricht	162
5.2.2	Sicherheit im Chemieunterricht	165
5.2.2.1	Unfallschutz	165
5.2.2.2	Feuer- und Brandbekämpfung	168
5.2.2.3	Gesundheitsschutz und Umwelterziehung	169
5.2.3	Einrichtung von Chemieräumen	170
5.3	<i>Unterrichtsplanung</i>	177
5.4	<i>Literatur</i>	179

<b>6 Leistungsmessung und Leistungsbewertung im Chemieunterricht</b> . . . . .	186
6.1 <i>Testaufgaben mit vorgegebenen Antworten</i> . . . . .	186
6.1.1 Die wichtigsten Formen von Testaufgaben mit vorgegebenen Antworten . . . . .	187
6.1.1.1 Mehrfachwahlaufgaben mit Auswahl der richtigen Lösung . . . . .	187
6.1.1.2 Mehrfachwahlaufgaben mit Auswahl von mehreren richtigen Lösungen oder von Antwortkombinationen (multiple completion questions) . . . . .	188
6.1.1.3 Mehrfachwahlaufgaben mit Auswahl der besten Lösung . . . . .	188
6.1.1.4 Mehrfachwahlaufgaben mit Auswahl einer falschen Lösung . . . . .	189
6.1.1.5 Verschachtelte Mehrfachwahlaufgaben oder Zuordnungsaufgaben (classification questions) . . . . .	189
6.1.1.6 Begründungsaufgaben (assertion questions) . . . . .	190
6.1.2 Analyse und Auswertung von Testaufgaben mit vorgegebenen Antworten . . . . .	191
6.1.2.1 Die Validität von Testaufgaben . . . . .	191
6.1.2.2 Die Objektivität von Testauswertungen . . . . .	192
6.1.2.3 Der Schwierigkeitsgrad von Testaufgaben . . . . .	193
6.1.2.4 Die Trennschärfe von Testaufgaben . . . . .	194
6.1.2.5 Der Zusammenhang zwischen Trennschärfe und Schwierigkeitsgrad von Testaufgaben . . . . .	195
6.1.2.6 Die Zuverlässigkeit von Testaussagen . . . . .	196
6.2 <i>Testaufgaben mit offenen Antworten</i> . . . . .	196
6.2.1 Testaufgaben mit vorstrukturierten Antworten . . . . .	196
6.2.2 Testaufgaben mit freien Antworten . . . . .	200
6.3 <i>Bewertung praktischer Arbeit</i> . . . . .	201
6.3.1 Praktische Prüfungsaufgaben für die Sekundarstufe I . . . . .	202
6.3.2 Praktische Prüfungsaufgaben für die Sekundarstufe II . . . . .	204
6.3.3 Beurteilung von Schülerprotokollen und von praktischen Schülertätigkeiten im Laufe des Unterrichts . . . . .	207
6.4 <i>Literatur</i> . . . . .	209
 Sachwortregister . . . . .	 211