

Inhaltsverzeichnis

Einführung in das „Tortenschema“ zur Chemiedidaktik .. 1

1	Schülervorstellungen	9
1.1	Fachliche Schwerpunkte – Theorien aus der Geschichte der Naturwissenschaften.....	11
1.2	Lernende – Empirische Hinweise auf Schülervorstellungen.....	15
1.3	Vermittlungsprozesse – Berücksichtigung der Schülervorstellungen.....	22
1.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder – Schülervorstellungen und Umgangssprache	24
	Literatur	24
	Übungsaufgaben zu „1 Schülervorstellungen“	25
	Experimente zu „1 Schülervorstellungen“.....	26
2	Motivation.....	35
2.1	Lernende – Entwicklungsstand, Einstellungen und ursprüngliche Vorstellungen	36
2.2	Vermittlungsprozesse – Möglichkeiten zum Aufbau sachbezogener Motivation.....	38
2.3	Fachliche Schwerpunkte – experimentelle Fertigkeiten.....	44
2.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder – Motivation durch Alltagssprache und Medien.....	45
	Literatur.....	47
	Übungsaufgaben zu „2 Motivation“	47
	Experimente zu „2 Motivation“.....	48

3	Unterrichtsziele	55
	Allgemeindidaktische Einführung	56
3.1	Gesellschaftliche Bezugsfelder – Richtlinien und Lehrpläne	61
3.2	Lernende – kognitive Entwicklung, Präkonzepte, Einstellungen, Interessen.....	65
3.3	Fachliche Schwerpunkte – Chemieunterricht als Spiralcurriculum....	68
3.4	Vermittlungsprozesse – Methodenvielfalt zur Realisierung von Unterrichtszielen	72
	Literatur	77
	Übungsaufgaben zu „3 Unterrichtsziele“	78
	Schema für einen Unterrichtsentwurf (Vorschlag).....	78
4	Medien	79
4.1	Vermittlungsprozesse – Vielfalt der Medien für den Chemieunterricht	81
4.2	Fachliche Schwerpunkte – sachliche Angemessenheit von Medien.....	90
4.3	Lernende – Medien und Abstraktionsfähigkeit	92
4.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder – Massenmedien.....	95
	Literatur	96
	Übungsaufgaben zu „4 Medien“	97
	Experimente zu „4 Medien“	97
5	Experimente	103
5.1	Fachliche Schwerpunkte – Experiment, Experimentierfähigkeiten, Sicherheit.....	104
5.2	Vermittlungsprozesse – Funktionen, Auswahlkriterien und Formen des Experiments	111
5.3	Lernende – Spieltrieb und Neugierverhalten, experimentelle Fertigkeiten	118
5.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder – Umwelt- und Alltagsbezüge, historische Entwicklungen	119
	Literatur	121
	Übungsaufgaben zu „5 Experimente“	121
	Praktikum zu „5 Experimente“	122
	Experimente zu Alkalimetallen	123
6	Modelle, Modellvorstellungen	135
6.1	Fachliche Schwerpunkte – Modelle und deren Funktionen.....	137
6.1.1	Modellbegriff und Erkenntnis in den Naturwissenschaften	137
6.1.2	Denkmodelle in der Chemie	141
6.1.3	Anschauungsmodelle in der Chemie.....	142

6.2	Vermittlungsprozesse – Modelle und deren fachdidaktische Funktionen.....	145
6.2.1	Vermittlung chemischer Sachverhalte durch Modellvorstellungen	146
6.2.2	Anpassung und Erweiterung von Modellen im Chemieunterricht	148
6.2.3	Weitere Funktionen von Modellen und Modellvorstellungen	150
6.3	Lernende – Erfahrungen mit Modellen	152
6.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder – interdisziplinäre Modellvorstellungen.....	154
	Literatur	155
	Übungsaufgaben zu „6 Modelle und Modellvorstellungen“	155
	Praktikum: Strukturen der Metalle und Salze	157
	Lösungen und Zeichnungen zu den Aufgaben.....	161
7	Fachsprache und Symbole	163
7.1	Fachliche Schwerpunkte – Begriffe, Symbole, Größen, Einheiten ..	164
7.1.1	Systeme Internationale und abgeleitete Einheiten	164
7.1.2	Schulrelevante Größen und Einheiten.....	165
7.1.3	Schulrelevante Fachbegriffe	167
7.2	Vermittlungsprozesse – Alltagssprache → Fachsprache → Symbolsprache	174
7.2.1	Verknüpfung von Alltagssprache und Fachsprache.....	174
7.2.2	Die chemische Symbolsprache	177
7.2.3	Ableitung erster chemischer Symbole im Unterricht.....	182
7.3	Lernende – Schülervorstellungen zu Strukturen und Symbolen	184
7.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder – Wie weit versteht der Laie die Fachsprache?	187
	Literatur	188
	Übungsaufgaben zu „7 Fachsprache und Symbole“	188
8	Alltag und Chemie	191
8.1	Lernende – Neugier und Interesse	192
8.2	Fachliche Schwerpunkte – Fachsystematik versus Alltagschemie ..	198
8.3	Vermittlungsprozesse – Fachsystematik plus Alltagschemie	205
8.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder – Rollenspiele und Umweltbildung	211
	Literatur	215
	Übungsaufgaben zu „8 Alltag und Chemie“	216
	Experimente zu „8 Alltag und Chemie“	216

9	Der „Horror vacui“ in den Vorstellungen zum Teilchenkonzept.....	223
9.1	Ist das Vakuum wirklich leer?	224
9.2	Vorstellungen aus vergangenen Jahrhunderten	225
9.3	Horror-vacui-ähnliche Vorstellungen bei Schülern	232
9.4	Folgerungen für den Unterricht	240
	Literatur	245
	Experimente zu „9 Horror vacui“	246
10	Raumvorstellung zur Struktur von Teilchenverbänden	253
10.1	„Raumvorstellung“ als Faktor der Intelligenz	253
10.2	Eigene Untersuchungsergebnisse	257
10.3	Der Raumvorstellungstest (RVT).....	257
10.4	RVT-Untersuchungen im Raum Münster.....	264
10.5	RVT-Leistungen von Jugendlichen aus Deutschland und Äthiopien	269
	Literatur	274
	Anhang	275
11	Runge: Bilder, die sich selber malen, als Motivationshilfen für den Chemieunterricht.....	289
11.1	Runges Bilderbücher	289
11.2	Diskussion der Quellenmaterialien im Unterricht	296
11.3	Nachschaffung von Runge-Bildern mit heutigen Mitteln.....	304
	Literatur	310
12	Organische Chemie nach dem PIN-Konzept – phänomenorientiert, integrativ und vernetzt.....	311
12.1	Ordnen unbekannter Stoffe mit unbekanntem Reagenzien	314
12.2	Vernetzung der Stoffe durch Synthesebeziehungen	315
12.3	Untersuchung von Haushaltsstoffen	318
12.4	Entdeckung weiterer Synthesebeziehungen	320
12.5	Der Sprung auf die Ebene der Teilchen	322
12.6	Anwendung der Formeln („Struktur-Eigenschafts-Denken“)	324
12.7	Integration weiterer Stoffe.....	326
	12.7.1 Untersuchung eines Naturstoffs	326
	12.7.2 Erarbeitung des Begriffs der homologen Reihe	326
	12.7.3 Viele Wege führen zur Essigsäure	328
12.8	Weitere assoziierbare Experimente und Konzepte	331
12.9	Erfahrungen mit dem PIN-Konzept in der Lehrerbildung	333

12.10	Erfahrungen mit dem PIN-Konzept im Chemieunterricht der Sekundarstufe II	333
12.10.1	Beurteilung durch die Lehrer	334
12.10.2	Beurteilung durch die Schüler	336
12.10.3	Vortestleistungen der Schüler	339
12.10.4	Nachtestleistungen der Schüler	340
12.11	Schluss	343
	Literatur	343

13 Konzeption des strukturorientierten Chemieunterrichts 349

13.1	Chemische Strukturen in der heutigen Chemie	349
13.2	Chemische Strukturen als Grundlage zur Interpretation von Reaktionen	350
13.3	Der Ionenbegriff auf der Ebene des Daltonmodells	352
13.4	Atome und Ionen als Grundbausteine der Materie	353
13.5	Verknüpfung von Atomen und Ionen zu Gittern und Molekülen	355
13.5.1	Verknüpfung von Metall-Atomen („links und links im PSE“)	356
13.5.2	Reaktionen der Metalle – Umgruppierung von Metall-Atomen	361
13.5.3	Verknüpfung von Ionen („links und rechts im PSE“)	364
13.5.4	Reaktionen der Salze – Umgruppierung von Ionen	368
13.5.5	Verknüpfung von Nichtmetall-Atomen („rechts und rechts im PSE“)	370
13.5.6	Reaktionen der Nichtmetalle – Umgruppierung von Molekülen	373
13.6	Strukturvorstellungen im Spiralcurriculum	375
13.6.1	Zum Teilchenmodell in der Primarstufe	376
13.6.2	Zum Teilchenmodell im Anfangsunterricht Chemie (Klassenstufe 7 oder 8)	377
13.6.3	Zum Daltonschen Atommodell im Chemieunterricht (Klassenstufe 8 oder 9)	380
	Literatur	384

14 Stereobilder zum Training des Raumvorstellungsvermögens 385

14.1	Einführung	385
14.2	Kristallstrukturen von Metallen und Legierungen	388
14.2.1	Hexagonal dichteste Kugelpackung (Motiv 1)	388
14.2.2	Kubisch dichteste Kugelpackung (Motiv 2)	389
14.2.3	Kubisch innenzentrierte Kugelpackung (Motiv 3)	390
14.2.4	Zusammenhang zwischen kubisch innenzentrierter und kubisch dichtester Kugelpackung (Motiv 4)	390
14.2.5	Lückenverteilung in der kubisch dichtesten Kugelpackung (Motiv 5)	391

14.2.6	Lückenverteilung in der hexagonal dichtesten Kugelpackung (Motiv 6).....	392
14.2.7	Größe der Tetraederlücken in dichtesten Kugelpackungen (Motiv 7).....	392
14.2.8	Größe der Oktaederlücken in dichtesten Kugelpackungen (Motiv 8).....	393
14.3	Kristallstrukturen von Ionenverbindungen.....	394
14.3.1	Natriumchlorid NaCl – eine kubisch dichteste Packung mit vollständig besetzten Oktaederlücken (Motiv 9).....	394
14.3.2	Nickelarsenid NiAs – eine hexagonal dichteste Packung mit vollständig besetzten Oktaederlücken (Motiv 10).....	395
14.3.3	Cadmiumchlorid CdCl ₂ – eine kubisch dichteste Packung mit zur Hälfte besetzten Oktaederlücken (Motiv 11).....	395
14.3.4	Cadmiumiodid CdI ₂ – eine hexagonal dichteste Packung mit zur Hälfte besetzten Oktaederlücken (Motiv 12).....	396
14.3.5	Zinkblende ZnS – eine kubisch dichteste Packung mit zur Hälfte besetzten Tetraederlücken (Motiv 13).....	397
14.3.6	Wurtzit ZnS – eine hexagonal dichteste Packung mit zur Hälfte besetzten Tetraederlücken (Motiv 14).....	398
14.3.7	Perowskit CaTiO ₃ – eine kubisch dichteste Mischpackung mit zu einem Viertel besetzten Oktaederlücken (Motiv 15).....	398
14.3.8	Spinell MgAl ₂ O ₄ – eine kubisch dichteste Packung mit zur Hälfte besetzten Oktaederlücken und zu ein Achtel besetzten Tetraederlücken (Motiv 16).....	399
14.4	Kristallstrukturen mit kovalenten Bindungen.....	401
14.4.1	Selen – eine hexagonale Packung eindimensional unfiniter Moleküle (Motiv 17).....	401
14.4.2	Quarz – eine hexagonale Raumnetzstruktur (Motiv 18).....	402
14.4.3	Graphit – eine hexagonale Packung zweidimensional unfiniter Moleküle (Motiv 19).....	404
14.4.4	Diamant – ein dreidimensional infinites Riesenmolekül mit kubischer Symmetrie (Motiv 20).....	405
14.5	Von den Bravais-Gittern zu den Raumgruppen.....	407
14.5.1	Die neun rechtwinkligen Bravais-Gitter (Motiv 21).....	407
14.5.2	Symmetriegerüste einiger rechtwinkliger Bravais-Gitter (Motiv 22).....	408
14.5.3	Ausfall potenzieller rechtwinkliger Bravais-Gitter (Motiv 23).....	408
	Literatur.....	410

15 Simulationsspiele für den Chemieunterricht..... 411

15.1	Adsorptionschromatographie.....	412
15.2	Verteilungsgleichgewichte.....	418
15.3	Kristallisation.....	422
15.4	Entmischung.....	425
15.5	Lichtabsorption.....	426

15.6	Sedimentationsgleichgewichte und Energieverteilung.....	432
15.7	Radioaktiver Zerfall	435
15.8	Monomolekulare Reaktion	437
15.9	Bimolekulare Reaktion	439
15.10	Folgereaktion.....	441
15.11	Parallelreaktion.....	444
15.12	Gleichgewichtsreaktion	447
15.13	Katalyse und Autokatalyse	452
15.14	Oszillierende Reaktionen	456
15.15	Schluss.....	462
	Literatur	463
16	Max von Laue:	
	Ein Experiment verifiziert zwei große Theorien	465
16.1	Kristallgitterhypothesen von Kepler, Häüy, Bravais und Sohncke	466
16.2	Röntgen's Entdeckung einer „neuen Art von Strahlen“	468
16.3	Laue's geniale Idee.....	470
16.4	Zur Prüfung von Hypothesen im Chemieunterricht	474
16.5	Das Prinzip der Röntgenstrukturanalyse im Chemieunterricht	477
	16.5.1 Experimente zur Interferenz von Laserstrahlen	477
	16.5.2 Experimente mit einem Schulröntgengerät	479
	Literatur	484
17	Watson und Crick:	
	Nobelpreisträger spielen mit Modellen	485
	Literatur	496
18	Kekulé:	
	Benzol und die Geschichte der Struktursymbole	497
18.1	Vorstellungen und Symbole vor dem Karlsruher Kongress 1860	500
18.2	Der Weg Kekulé's von der Typentheorie zur Strukturtheorie.....	509
18.3	Chronologische Zusammenfassung.....	523
18.4	Chemiedidaktische Folgerungen für den Unterricht.....	525
	Literatur	529
	Sachwortverzeichnis	531