
Chemiedidaktik kompakt

Hans-Dieter Barke · Günther Harsch ·
Simone Kröger · Annette Marohn

Chemiedidaktik kompakt

Lernprozesse in Theorie und Praxis

3. Auflage

 Springer Spektrum

Hans-Dieter Barke
Westfälische Wilhelms-Universität
Münster, Deutschland

Simone Kröger
Westfälische Wilhelms-Universität
Münster, Deutschland

Günther Harsch
Westfälische Wilhelms-Universität
Münster, Deutschland

Annette Marohn
Westfälische Wilhelms-Universität
Münster, Deutschland

ISBN 978-3-662-56491-2

ISBN 978-3-662-56492-9 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-56492-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2011, 2015, 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

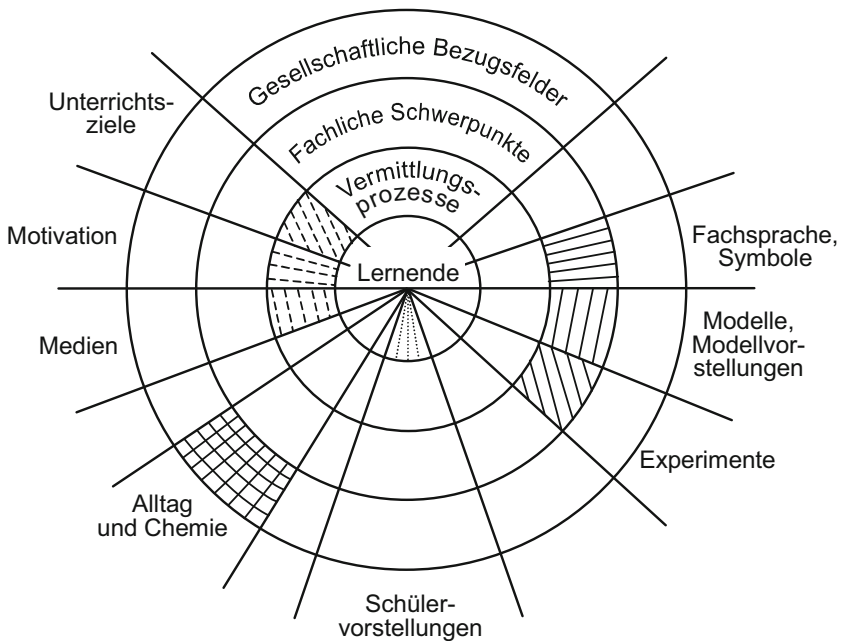
Verantwortlich im Verlag: Rainer Münz

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort



Es ist nicht einfach, Inhalte der Chemiedidaktik übersichtlich anzuordnen: Themen wie *Unterrichtsziele*, *Schülervorstellungen*, *Motivation*, *Medien*, *Experimente*, *Modelle*, *Fachsprache und Symbole* oder *Alltag und Chemie* sind vielfältig miteinander verflochten und bauen nicht linear aufeinander auf. Ein Tortenschema hat sich in unseren Vorlesungen und Seminaren als Organisationsstruktur für die acht Grundthemen am besten bewährt (siehe Bild). Zu jeder Thematik werden Fragen und Probleme auf bestimmten Reflexionsebenen diskutiert: Lernende, Fachliche Schwerpunkte, Vermittlungsprozesse, Gesellschaftliche Bezugsfelder. Die gemäß dem Tortenschema zu den einzelnen Themen ausgeführten fachdidaktischen Ana-

lysen, Reflexionen und Empfehlungen weisen immer auch viele Beispiele aus der Unterrichtspraxis auf.

Mit dieser Art der Gliederung soll deutlich werden, dass keine bestimmte Reihenfolge der Themen festliegt und weitere Themen in das Tortenschema aufgenommen werden können. So ist gewährleistet, dass Kollegen und Kolleginnen, die ihre Studierenden ebenfalls auf dieser Grundlage ausbilden wollen, ihre eigenen Vorstellungen mit den hier vorgeschlagenen Inhalten verknüpfen können. Dieses Konzept hat mit unserem 2001 erschienenen, jedoch derzeit vergriffenen Lehrbuch „Chemiedidaktik Heute“ sehr viel Anklang gefunden.

In vielen Gesprächen mit Studierenden des Chemielehramts, mit Chemielehrerinnen und -lehrern, mit Fachleiterinnen und -leitern der Studienseminare und Dozentinnen und Dozenten der Universitäten kam zum Ausdruck, dass diese Kapitel der Chemiedidaktik gern zur Grundlage von Seminaren gemacht werden. Wir hoffen, dass auch die vorliegende, in vielen Kapiteln veränderte Fassung „Chemiedidaktik kompakt“ bei den Lesern gut ankommt.

Diese neue Auflage wurde durch neue Ergebnisse empirischer Erhebungen notwendig, die sich in den acht Kapiteln der Chemiedidaktik widerspiegeln. Da die Inhalte nahezu jedes Kapitels mit Experimenten anschaulich gemacht werden, allerdings bislang die von den Lesern geforderten Sicherheitshinweise fehlen, sind diese Hinweise mit den neuen GHS-Gefahrensymbolen ergänzt worden. Mit Genehmigung des Schroedel-Verlags sind sie aus dem Schulbuch „Chemie heute, NRW“ (Braunschweig 2016) übernommen worden, ebenfalls Elemente des Entsorgungskonzepts (s. folgende Abbildungen). In Anlehnung an diese Grafiken wurden die Sicherheitsleisten für die Experimente entworfen und eingefügt.

Da die Chemie mit den Phänomenen allein auf dem „Macro level“ nicht zu verstehen ist, werden für ein gutes Chemieverständnis auf dem „Submicro-Level“ im Kapitel Modelle und Modellvorstellungen viele Abbildungen zu Strukturmodellen abgedruckt – über Molekülmodelle hinaus die Kugelpackungen und Raumgitter zu Metall- und Salzstrukturen. Insbesondere werden für die Vermittlung von Lösungen der Säuren, Basen und Salze spezielle Becherglasmodelle angeboten, die die beteiligten Ionen visualisieren – anderenfalls kommt es zwangsläufig zu diesbezüglichen Fehlvorstellungen von Molekülen. Der Übergang auf den „Symbolic level“ findet im Kapitel Fachsprache und Symbole statt: Formeln und Reaktionssymbole werden als verkürzte Modelle von den mentalen und konkreten Modellen des Kap. 7 abgeleitet. Viele Hinweise auf eine angemessene Fachsprache sind hinzugekommen, um für Lernende unverständliche Formulierungen des „Laborjargons“ zu vermeiden. Alle Kapitel weisen fünf Übungsaufgaben aus, die zum jeweiligen Kapitel das Verständnis der Inhalte prüfen.

Da es für die Autoren und Autorinnen wichtig erscheint, dass Lehramtsstudierende auch die Entwicklung vieler Begriffe und Theorien aus der Geschichte der Chemie kennenlernen, ist dem Buch ein Elektronischer Anhang angefügt worden (<http://www.springer.com/de/book/978-3-662-56491-2>), der bedeutungsvolle Stationen der Chemiegeschichte in kurzer Form dokumentiert. Es werden 15 Kapitel ausgeführt, die jeweils auch das Unterkapitel Chemiedidaktische Relevanz ausweisen und für Lehramtsstudierende den Bezug zur Chemiedidaktik und zum

Übersicht Sicheres Experimentieren

Die Versuche auf den Praktikumsseiten sind mit einer **Symboleiste** versehen. Zunächst erscheinen als rote Rauten die **Gefahrenpiktogramme**. Dann folgen Symbole, die unbedingt einzuhaltende Hinweise zur **Arbeitssicherheit** geben (Schutzbrille, Handschuhe, Abzug). Das letzte Symbol bezieht sich auf die korrekte Entsorgung der Stoffe. Die genaue Bedeutung dieser Symbole ist in der Übersicht **Richtig entsorgen** beschrieben.



Sicherheitshinweise. Wegen des möglichen Umgangs mit Gefahrstoffen im Chemieunterricht sind Sicherheits- und Schutzhinweise zu beachten:

- Versuchsvorschriften und Hinweise müssen genau befolgt werden. Bei Unklarheiten frage deine Lehrkraft.
- Im Chemieraum darf nicht gegessen oder getrunken werden.
- Ein Versuch darf erst dann durchgeführt werden, wenn ihr dazu aufgefordert werdet. Die Geräte und Substanzen dürfen nicht ohne ausdrückliche Genehmigung und nur sachgerecht verwendet werden.
- Beim Experimentieren sind Schutzbrillen zu tragen.
- Die Anlagen für Strom, Gas und Wasser dürfen erst nach Freigabe durch die Lehrkraft eingeschaltet werden.
- Die Geräte müssen in sicherem Abstand von der Tischkante standfest aufgebaut werden.
- Ausgehändigte Schutzhandschuhe müssen benutzt werden.
- Geschmacksproben sind verboten. Geruchsproben sind erst nach besonderer Anleitung erlaubt.
- Chemikalien dürfen nicht mit den Händen berührt werden.
- Die Haare sind so zu tragen, dass sie nicht in die Brennerflamme geraten können.
- Chemikalien dürfen nicht umgefüllt werden. Gefäße, die zur Aufbewahrung oder Aufnahme von Speisen und Getränken bestimmt sind, sind in Fachräumen verboten.
- Der Arbeitsplatz ist stets sauber, aufgeräumt und übersichtlich.
- Glasgeräte werden ausgespült.
- Chemikalienreste müssen vorschriftsmäßig entsorgt werden (siehe Seite 14).

Gefahrenpiktogramme. Beim Experimentieren arbeitet man auch mit Gefahrstoffen. Welche Gefahren von einem solchen Stoff ausgehen, wird unter anderem durch die Piktogramme angegeben.



Explosive Stoffe: explosive oder selbstzersetzliche Stoffe, sowie organische Peroxide.



Entzündbare Stoffe: Stoffe, die entzündbar sind oder bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase bilden. Selbsterhitzungsfähige, selbstzersetzliche oder pyrophore Stoffe. Organische Peroxide.



Oxidierende Stoffe: Stoffe, die einen Brand anderer Materialien verursachen und unterstützen können.



Gase unter Druck: Gase, die unter erhöhtem Druck in entsprechenden Behältern aufbewahrt werden.



Ätzende Stoffe: Stoffe, die nach kurzer Einwirkung Haut oder Augen schädigen. Stoffe, die korrosiv gegenüber Metallen wirken.



Giftige Stoffe: Stoffe, die beim Verschlucken, bei Hautkontakt oder beim Einatmen akut giftig wirken oder zum Tode führen können.



Gesundheitschädliche / reizende Stoffe: Stoffe, die beim Verschlucken, bei Hautkontakt oder beim Einatmen gesundheitschädlich sind, die Haut oder die Augen reizen oder auf die Haut allergen wirken. Stoffe, die die Atemwege reizen oder Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen oder die Ozonschicht schädigen.



Chronisch gefährliche Stoffe: Stoffe, die das Erbgut verändern, Krebs erzeugen, die Fruchtbarkeit beeinträchtigen, das Kind im Mutterleib schädigen oder in bestimmten Organen toxisch wirken. Stoff, die beim Verschlucken oder Eindringen in die Atemwege tödlich sein können (Aspirationsgefahr) oder beim Einatmen Allergien, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.



Umweltgefährdende Stoffe: Stoffe, die für Wasserorganismen sehr giftig oder giftig sind.

Sicherheitskonzept und Gefahrensymbole. (Mit freundlicher Genehmigung vom Verlag Schroedel [1])

Übersicht Sicher entsorgen

Jeder weiß es: **Gefährliche Stoffe müssen ordnungsgemäß entsorgt werden.** Chemikalienreste und Reaktionsprodukte dürfen also nicht ohne weiteres in den Abfluss oder den Abfalleimer gegeben werden. Folgende Regeln sind genau zu beachten:

Gefährliche Abfälle vermeiden. Eine der wichtigsten Regeln für einen verantwortungsbewussten Umgang mit Stoffen ist ganz einfach: *Die Entstehung unnötiger Abfälle oder unnötig großer Mengen an Abfällen muss vermieden werden.* Die Anwendung dieser Regel setzt eine sorgfältige Versuchsplanung im Hinblick auf Art und Menge der verwendeten Stoffe voraus.

Gefährliche Abfälle umwandeln. Nicht vermeidbare gefährliche Abfallstoffe sollen in weniger gefährliche umgewandelt werden:

Saure und alkalische Lösungen werden neutralisiert. Es ist zweckmäßig, saure und alkalische Lösungen in einem gemeinsamen Behälter zu sammeln. Sie brauchen dann nicht einzeln neutralisiert zu werden.

Viele *lösliche Stoffe* können zu schwer löslichen Stoffen umgesetzt werden.

Gefährliche Abfälle sammeln. Chemikalienreste von Praktikumsversuchen, die nicht sofort in ungefährliche Produkte umgewandelt werden können, werden in besonders beschrifteten Abfallbehältern gesammelt. Von Zeit zu Zeit werden die Abfallbehälter dann durch ein *Entsorgungsunternehmen* abgeholt.

Durch das Sammeln in getrennten Behältern verringern sich die Kosten für eine endgültige Beseitigung.



Behälter 1: Saure und alkalische Lösungen

In Behälter 1 gehören nur saure und alkalische Lösungen, in denen *keine Schwermetallverbindungen* enthalten sind. Saure und alkalische Lösungen neutralisieren sich dann gegenseitig. In der Regel reagiert die Lösung im Behälter 1 nicht neutral, sondern leicht sauer oder alkalisch. Bevor der Behälter ganz gefüllt ist, muss er deshalb neutralisiert werden. Der neutralisierte Inhalt kann dann in den Ausguss geschüttet werden.



Behälter 2: Giftige anorganische Stoffe

In Behälter 2 werden giftige und umweltschädliche Schwermetallsalze und ihre Lösungen gesammelt – auch dann, wenn es sich um saure oder alkalische Lösungen handelt. Die endgültige Entsorgung erfolgt durch ein Entsorgungsunternehmen.



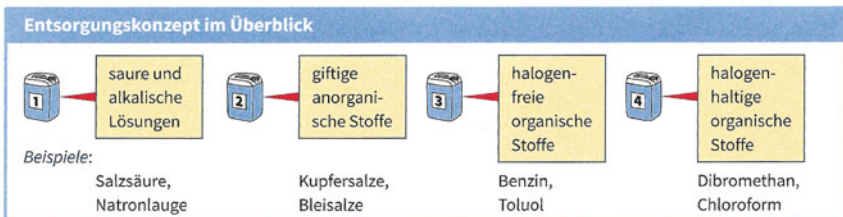
Behälter 3: Halogenfreie organische Stoffe

Wasserlösliche und wasserunlösliche halogenfreie organische Stoffe werden gemeinsam in einem Abfallbehälter gesammelt. Damit sich kein zu großes Volumen an leicht entzündlichen Flüssigkeiten ansammelt, kann die Lehrkraft im Einzelfall anordnen, geringe Mengen nicht giftiger wasserlöslicher organischer Abfälle wie Ethanol oder Aceton in den Ausguss zu geben. Behälter 3 muss von einem Entsorgungsunternehmen ordnungsgemäß entsorgt werden.



Behälter 4: Halogenhaltige organische Stoffe

Organische Halogenverbindungen und Abfälle, die bei Halogenierungsreaktionen entstehen, werden im Behälter 4 gesammelt. Dieser Behälter muss von einem Entsorgungsunternehmen ordnungsgemäß entsorgt werden.



Entsorgungskonzept und Abfallbehältersymbole. (Mit freundlicher Genehmigung vom Verlag Schroedel [2])

Chemieunterricht herstellen. Diese 15 Kapitel referieren und reflektieren jeweils neue Erkenntnisse der folgenden bekannten Forscher der Chemiegeschichte: Boyle, Cavendish, Scheele, Priestley, Lavoisier, Richter, Dalton, Gay-Lussac, Avogadro, Galvani, Volta, Davy, Faraday, Berzelius, Liebig, Wöhler, Kekulé, van't Hoff, Meyer, Mendelejew, Arrhenius, Brönsted, Werner, Röntgen, von Laue, Bragg, Watson und Crick. Im Kap. 10 dieses Buches werden die Kap. 11–25 mit Fotos und Zeichnungen skizziert, sodass die Leser abschätzen können, welche Inhalte im elektronischen Anhang zu erwarten sind.

Die Autorinnen und Autoren hoffen, dass die Studierenden, Referendarinnen und Referendare, Chemielehrerinnen und -lehrer, Dozenten und Dozentinnen sowohl die Überlegungen zur Chemiedidaktik in Kap. 2–9 als auch die Stationen zur Geschichte der Chemie in Kap. 10–25 gern reflektieren, erfolgreich in Unterricht und Seminaren anwenden und einen guten Zugewinn an fachdidaktischer Kompetenz erwerben.

Münster, im Frühjahr 2018

Hans-Dieter Barke
Günther Harsch
Annette Marohn
Simone Kröger (geb. Krees)

Literatur

1. Sicherheitskonzept und Gefahrensymbole (Schulbuch „Chemie heute“, NRW, 2016, Verlag Schroedel)
2. Entsorgungskonzept und Abfallbehältersymbole (Schulbuch „Chemie heute“, NRW, 2016“, Verlag Schroedel)

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in das „Tortenschema“ zur Chemiedidaktik	1
	Literatur	9
2	Schülervorstellungen	11
2.1	Fachliche Schwerpunkte: Theorien aus der Geschichte der Naturwissenschaften	13
2.1.1	Urstofftheorien	14
2.1.2	Umwandlungskonzepte der Alchemisten	14
2.1.3	Die Phlogistontheorie	15
2.1.4	„Horror vacui“ und der Luftdruck	16
2.1.5	Theorien zur Atomistik und zur Struktur der Materie	18
2.2	Lernende: Empirische Hinweise auf Schülervorstellungen	19
2.2.1	Stoffe als Eigenschaftsträger	20
2.2.2	Mischungskonzept	21
2.2.3	Vernichtungskonzept	22
2.2.4	Energiekonzept	23
2.2.5	Der Verbrennungsprozess	24
2.2.6	Luft und andere Gase	27
2.2.7	Aufbau der Materie	28
2.2.8	Horror vacui	30
2.2.9	Raumvorstellungsvermögen	31
2.2.10	Hausgemachte Fehlvorstellungen	33
2.3	Vermittlungsprozesse: Berücksichtigung der Schülervorstellungen	34
2.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder: Schülervorstellungen und Umgangssprache	40
2.5	Übungsaufgaben	41
2.6	Experimente	42
	Literatur	57

3	Motivation	59
3.1	Lernende: Entwicklungsstand, Einstellungen und ursprüngliche Vorstellungen	60
3.1.1	Entwicklungsstand	61
3.1.2	Einstellungen	62
3.1.3	Ursprüngliche Schülervorstellungen	63
3.2	Vermittlungsprozesse: Möglichkeiten zum Aufbau sachbezogener Motivation	63
3.2.1	Nachvollziehbarer Unterricht	64
3.2.2	Einstieg nach Wagenschein	65
3.2.3	Bezüge zu Alltag und Lebenswelt	66
3.2.4	Erzeugung kognitiver Konflikte	67
3.2.5	Auffallende experimentelle Effekte	70
3.2.6	Handelnder Umgang mit Experimentier- oder Modellbaumaterial	71
3.3	Fachliche Schwerpunkte: Experimentelle Fertigkeiten für Schauversuche	73
3.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder: Motivation durch Alltagssprache und Medien	73
3.5	Übungsaufgaben	76
3.6	Experimente	77
	Literatur	86
4	Unterrichtsziele	89
4.1	Allgemeindidaktische Einführung	90
4.1.1	Unterrichtsziele und ihre Dimensionen	90
4.1.2	Didaktische Modelle	92
4.1.3	Unterrichtsplanung und -analyse	93
4.2	Gesellschaftliche Bezugsfelder: Bildungsstandards und Lehrpläne	96
4.3	Lernende: Kognitive Entwicklung, Schülervorstellungen, Einstellungen, Interessen	101
4.3.1	Lernziele und Entwicklungspsychologie	101
4.3.2	Schülervorstellungen	102
4.3.3	Einstellungen und Interessen	102
4.4	Fachliche Schwerpunkte: Chemieunterricht als Spiralcurriculum	104
4.5	Vermittlungsprozesse – Unterrichtsverfahren zur Realisierung von Unterrichtszielen	108
4.5.1	Der forschend-entwickelnde Unterricht:	109
4.5.2	Der historisch-problemorientierte Unterricht	111
4.5.3	ChiK – Chemie im Kontext	114
4.5.4	choice ² learn	116
4.5.5	Das an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtsverfahren	130
4.5.6	choice ² reflect	130
4.5.7	Der gesellschaftskritisch-problemorientierte Unterricht	136

4.5.8	choice ² explore	138
4.5.9	Weitere Unterrichtskonzepte	145
4.6	Übungsaufgaben	148
	Literatur	149
5	Medien	155
5.1	Vermittlungsprozesse: Medien und ihre Funktionen im Unterricht	157
5.1.1	Schulbuch	159
5.1.2	Schultafel	160
5.1.3	Präsentationsfolien (per Overheadprojektor bzw. Computer und Beamer)	162
5.1.4	Zeitungsmeldung	164
5.1.5	Videos, Filme, Onlineauftritte	164
5.1.6	Computer, Tablet	165
5.1.7	Multimedia	166
5.1.8	Interaktives Whiteboard	168
5.1.9	Experimente	169
5.1.10	Hintergründe und Leuchtwand	169
5.1.11	Kameraeinsatz	169
5.1.12	Projektionen	170
5.1.13	Magnetische Weißwandtafeln	170
5.1.14	Computereinsatz	170
5.1.15	Messwerterfassungssysteme, Handgeräte	171
5.1.16	Modelle	172
5.1.17	Experimentierkoffer	172
5.2	Fachliche Schwerpunkte: Sachliche Angemessenheit von Medien	172
5.3	Lernende: Medienkompetenz und Medienproduktion	175
5.4	Gesellschaftliche Bezugsfelder: Massenmedien	178
5.4.1	Webquest	179
5.4.2	Spielfilmszenen	180
5.5	Übungsaufgaben	180
5.6	Experimente	181
	Literatur	187
6	Experimente	191
6.1	Fachliche Schwerpunkte: Experiment, Experimentierfähigkeiten, Sicherheit	194
6.1.1	Experiment und Prozess der Erkenntnisgewinnung	194
6.1.2	Gewinnung von Daten	196
6.1.3	Synthese neuer Substanzen	198
6.1.4	Experimentelle Fähigkeiten und Fertigkeiten	198
6.1.5	Sicherheit und Entsorgung	203
6.1.6	Entsorgung	204
6.2	Vermittlungsprozesse: Funktionen, Auswahlkriterien und Formen des Experiments	204

6.2.1	Funktionen des Experiments	205
6.2.2	Auswahlkriterien für Experimente	210
6.2.3	Ausführungsformen des Experiments	211
6.2.4	Organisatorischer Ablauf des Experimentalunterrichts	213
6.3	Lernende: Spieltrieb und Neugierverhalten, experimentelle Fertigkeiten	213
6.4	Gesellschaftliche Bezugfelder: Experimente zu Alltag und Umwelt	215
6.5	Übungsaufgaben	217
6.6	Praktikum	218
	Literatur	237
7	Modelle und Modellvorstellungen	239
7.1	Fachliche Schwerpunkte: Modelle und deren fachwissenschaftliche Funktionen	241
7.1.1	Modellbegriff und Erkenntnis in den Naturwissenschaften	242
7.1.2	Denkmodelle in der Chemie	246
7.1.3	Anschauungsmodelle in der Chemie	248
7.2	Vermittlungsprozesse: Modelle und deren fachdidaktische Funktionen	251
7.2.1	Vermittlung chemischer Sachverhalte durch Modellvorstellungen	253
7.2.2	Anpassung und Erweiterung von Modellen im Chemieunterricht	261
7.2.3	Weitere Funktionen von Modellen und Modellvorstellungen	263
7.3	Lernende: Erfahrungen mit Modellen	266
7.3.1	Spielzeug	266
7.3.2	Spaß mit Modellen	266
7.3.3	Modelle aus anderen Schulfächern	267
7.4	Gesellschaftliche Bezugfelder: Interdisziplinäre Modellvorstellungen	268
7.5	Übungsaufgaben	269
7.6	Modellbau-Praktikum: Strukturen der Metalle und Salze	270
7.6.1	Aufgaben und Bauanleitungen	271
7.6.2	Lösungen und Zeichnungen zu den Aufgaben	276
	Literatur	279
8	Fachsprache und Symbole	281
8.1	Fachliche Schwerpunkte: Begriffe, Symbole, Größen, Einheiten	282
8.1.1	Système Internationale und abgeleitete Einheiten	282
8.1.2	Schulrelevante Größen und Einheiten	284
8.1.3	Schulrelevante Fachbegriffe	290
8.2	Vermittlungsprozesse: Alltagssprache → Fachsprache → Symbolsprache	302

8.2.1	Verknüpfung von Alltagssprache und Fachsprache	303
8.2.2	Die chemische Symbolsprache	306
8.2.3	Ableitung erster chemischer Symbole im Unterricht	312
8.3	Lernende: Schülervorstellungen zu chemischen Strukturen und Symbolen	315
8.3.1	Vorstellungen zur Verbrennung	315
8.3.2	Vorstellungen zum Ionenbegriff	316
8.3.3	Vorstellungen zur Stöchiometrie	316
8.3.4	Laborjargon und Fehlvorstellungen	318
8.4	Gesellschaftliche Bezugfelder: Laien und die chemische Fachsprache	323
8.5	Übungsaufgaben	324
	Literatur	327
9	Alltag und Chemie	329
9.1	Lernende: Neugier und Interesse	330
9.1.1	Schülerinteressen	332
9.1.2	Haushaltschemikalien und Interesse	334
9.1.3	Einstellungen zur Chemie und zum Chemieunterricht	336
9.2	Fachliche Schwerpunkte: Fachsystematik versus Alltagschemie	338
9.2.1	Alltagsphänomene und Chemie	338
9.2.2	Fachliche Interpretationen, Experimente	339
9.3	Vermittlungsprozesse: Fachsystematik plus Alltagschemie	347
9.3.1	Methoden zu Vermittlungsprozessen	348
9.3.2	Vollständige Curricula auf der Basis von Alltagschemie	348
9.3.3	Chemie im Kontext	352
9.3.4	Chemie fürs Leben	354
9.3.5	NRW-Lehrpläne und neue Schulbücher	355
9.4	Gesellschaftliche Bezugfelder: Rollenspiele und Umweltbildung	357
9.5	Übungsaufgaben	360
9.6	Experimente	360
	Literatur	367
10	Geschichte der Chemie für Lehramtsstudierende	369
	Literatur	384
	Sachverzeichnis	385