Unterricht Chemie

Katrin Sommer
Judith Wambach-Laicher
Peter Pfeifer (Hrsg.)

Chemiedidaktik

in Übersichten

FRIEDRICH fr Aulis

Katrin Sommer, Judith Wambach-Laicher, Peter Pfeifer (Hrsg.)

Chemiedidaktik in Übersichten

FRIEDRICH Aulis

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

Impressum

Katrin Sommer, Judith Wambach-Laicher, Peter Pfeifer (Hrsg.)
Chemiedidaktik in Übersichten

1. Auflage 2022
Das E-Book folgt der Buchausgabe: 1. Auflage 2022

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

© 2022. Kallmeyer in Verbindung mit Klett
Friedrich Verlag GmbH
D-30159 Hannover
Alle Rechte vorbehalten.
www.friedrich-verlag.de

Redaktion: Heike Kunze-Snigula, Neu-Ulm
Umschlag: © M.Style/stock.adobe.com © nadiinko/stock.adobe.com © Graficriver/stock.adobe.com
Realisation: Sabine Duffens, Dennis Baumann
E-Book-Erstellung: Friedrich Verlag GmbH, Hannover

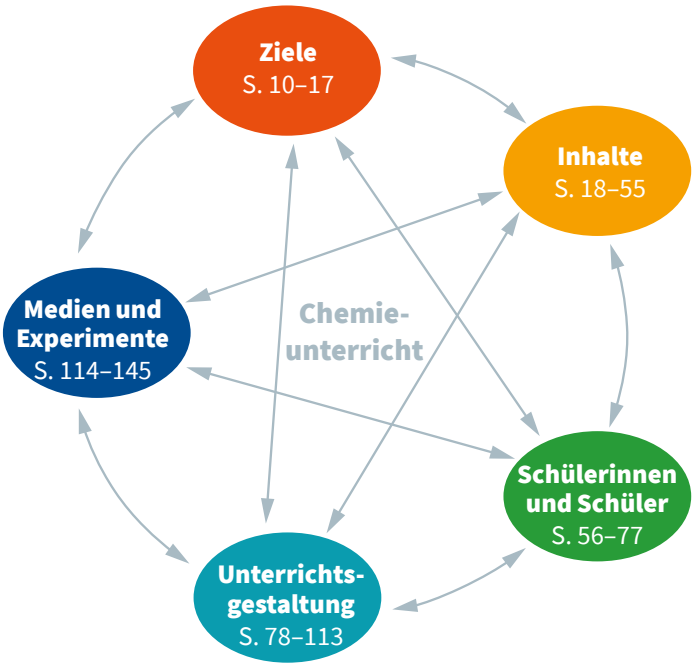
ISBN: 978-3-7614-3010-1

Katrin Sommer
Judith Wambach-Laicher
Peter Pfeifer (Hrsg.)

Chemiedidaktik

in Übersichten

FRIEDRICH Aulis



Vorwort 7
Autorinnen und Autoren 8

I. Welche Ziele werden gewählt?

I.1 Bildungsziele des Chemieunterrichts *(KS)* 10
I.2 Kompetenzen, Kompetenzbereiche *(ES, MW)* 12
I.3 Kompetenzorientierte Lehrpläne *(KS, IP)* 14
I.4 Kompetenz und Lernziel *(KS, AK, JWL)* 16

II. Welche Inhalte sollen bearbeitet werden?

II.1 Fachkompetenz Chemie – Leitlinien – Basiskonzepte *(PP)* 18
II.2 Basiskonzept Stoff-Teilchen *(PP)* 20
II.3 Basiskonzept Struktur-Eigenschaft *(PP)* 22

II.4 Leitlinie Stoff-Struktur-Eigenschaften *(PP)* 24
II.5 Basiskonzept Chemische Reaktion *(PP)* 26
II.6 Beispiele für das Donator-Akzeptor-Konzept *(PP)* 28
II.7 Basiskonzepte Energie bzw. Chemisches Gleichgewicht *(PP)* 30
II.8 Leitlinie Chemische Reaktion *(PP)* 32
II.9 Erkenntnisse gewinnen *(KS)* 34
II.10 Weg der Erkenntnisgewinnung *(KS)* 36
II.11 Leitlinie Denk- und Arbeitsweisen der Chemie *(KS)* 38
II.12 Didaktische Reduktion *(BR, PP)* 40
II.13 Maßnahmen zur Didaktischen Reduktion *(BR, PP)* 42
II.14 Leitlinie Historische Betrachtungsweise *(PP)* 44
II.15 Didaktische Prinzipien der Stoffauswahl und -anordnung *(AK)* 46
II.16 Didaktisches Prinzip der Lernzielorientierung *(AK)* 48
II.17 Didaktisches Prinzip der Schülerangemessenheit *(AK)* 50
II.18 Didaktisches Prinzip des Exemplarischen Lehrens und Lernens *(AK)* 52
II.19 Leitlinie „Bezug zur Lebenswelt“ *(PP, KS)* 54

III. Was ist bei Schülerinnen und Schülern zu beachten?

III.1 Lernen *(JW)* 56
III.2 Problemlösen *(RS)* 58
III.3 Lernmotivation und Interesse *(AW, BS, SZ)* 60
III.4 Diagnostizieren und Fördern *(MK)* 62
III.5 Wege zur Fachsprache im Chemieunterricht *(CBL, CS)* 64
III.6 Symbole, Formeln, Reaktionsgleichungen *(CBL, CS)* 66
III.7 Begriffsbildung im Chemieunterricht *(KS)* 68
III.8 Entstehung von Schülervorstellungen *(BH)* 70
III.9 Schülervorstellungen zu Stoff-Struktur-Eigenschaften *(BH)* 72
III.10 Schülervorstellungen zur chemischen Reaktion *(BH)* 74
III.11 Konzeptwandelprozesse *(BH)* 76

IV. Wie soll Chemieunterricht gestaltet werden?

IV.1 Personale und situative Bedingungen *(JWL)* 78
IV.2 Unterrichtskonzeptionen und Unterrichtsverfahren *(KS, SZ)* 80
IV.3 Orientierung an der Fachwissenschaft Chemie I *(KS)* 82
IV.4 Orientierung an der Fachwissenschaft Chemie II *(KS)* 84
IV.5 Orientierung an der Lebenswelt *(KS,IP)* 86
IV.6 Orientierung an der Genese der Schülerinnen und Schüler *(KS, AM)* 88
IV.7 Orientierung an der Interdisziplinarität *(KS,JK)* 90
IV.8 Sozialformen *(AR)* 92

IV.9 Überlegungen und Vorgehen in der Unterrichtsplanung *(JWL)* 94
IV.10 Concept Map für kompetenzorientierten Unterricht *(JWL)* 96
IV.11 Artikulationsschema des Unterrichts *(JWL)* 98
IV.12 Lehr-Lern-Pfad *(JWL)* 100
IV.13 Unterrichtsverlaufsplan *(JWL)* 102
IV.14 Individualisierung im Chemieunterricht *(JWL)* 104
IV.15 Sicherung und Festigung *(MK)* 106
IV.16 Unterrichtseinstiege *(MK)* 108
IV.17 Unterrichtsanalyse *(PW)* 110
IV.18 Möglichkeiten der Leistungsbewertung *(DDF)* 112

V. Mit welchen Medien und Experimenten können Inhalte adressatengerecht vermittelt werden?

V.1 Anforderungen an ein Schulexperiment *(AL)* 114
V.2 Funktionen von Experimenten im Unterricht *(AL)* 116
V.3 Demonstrationsexperimente *(AL)* 118
V.4 Schülerexperimente *(AL)* 120
V.5 Schlüsselstellen und Schlüsselexperimente *(JWL)* 122
V.6 Modelle im Chemieunterricht *(KS, PP, KE)* 124
V.7 Didaktische Funktion von Modellen *(KS, PP, KE)* 126
V.8 Denken in Analogien *(CT, KS)* 128
V.9 Modellentwicklung im Chemieunterricht *(JWL)* 130
V.10 Methoden-Werkzeuge *(WHT)* 132
V.11 Methoden-Werkzeuge für das digitale Lernen *(WHT)* 134
V.12 Lernaufgaben *(KR, GWP)* 136
V.13 Tafelbild *(MK)* 138
V.14 Schulbuch *(MK)* 140
V.15 Arbeitsblatt *(WW)* 142
V.16 Ausgewählte digitale Medien *(WW, CS, AG)* 144

Anhang

Register 146
Fachliches Register 150
Literaturverzeichnis 152
Online-Links 158
Bildquellen 159

Liebe Leserin, lieber Leser,

stellen Sie sich vor, Sie haben 2.700 Zeichen incl. Leerzeichen zur Verfügung, um jeweils einen fachdidaktischen Begriff oder ein fachdidaktisches Konzept zu beschreiben. Wie kann das gelingen? Man muss den Kern des Begriffes oder Konzeptes identifizieren, um ihn knapp und verständlich darzustellen – eine klassische Leistung der Didaktischen Reduktion (beschrieben finden Sie den Begriff in Kapitel II, Nr. 13; kurz: → *II.13*). Möchten Sie Ihr Wissen zu einem Begriff oder Konzept vertiefen, leitet Sie die Abkürzung → KFD (linke Seite, oben) auf das entsprechende Kapitel der *Konkreten Fachdidaktik Chemie* mit ausführlicheren Erläuterungen und weiterführenden Literaturangaben.
Erst die Anwendung und Berücksichtigung dieser Begriffe und Konzepte bei der Unterrichtsplanung und Unterrichtsdurchführung verleiht ihnen ihre Bedeutung. Daher werden die Begriffe und Konzepte auf der rechten Seite jeweils durch ein praktisches Beispiel aus dem Fachunterricht Chemie veranschaulicht, wie sie im Chemieunterricht zum Tragen kommen können. Auf diese Weise ist eine Vielfalt an unterrichtspraktischen und schulrelevanten Inhalten zustande gekommen. Sie reicht vom Springbrunnenversuch *(→ II.6; → V.1)* über die Farbigkeit von Methylrot *(→ IV.10; → IV.13)* bis zum Recycling von Kunststoffen *(→ II.8)*.
Sie ist es wert, in einem separaten Register geführt zu werden. Deshalb finden Sie in dem Buch zwei Register – eines für die fachdidaktischen Begriffe und Konzepte (genannt: **Register**) und eines für die chemischen Inhalte (genannt: **Fachliches Register**). Damit bietet Ihnen dieses Buch neben den Einblicken in fachdidaktische Grundbegriffe auch konkrete Anregungen und Hinweise für die unterrichtspraktische Umsetzung ausgewählter Inhalte.
Wir hoffen, dass Sie die Ideenvielfalt dieses Buches nutzen können – sei es für einen ersten Überblick, für die Prüfungsvorbereitung, mit Tipps für die Unterrichtsgestaltung oder einfach zum Nachschlagen.

Alle Autorinnen und Autoren haben mit viel Engagement, großem Fach- und Sachwissen sowie Kreativität die vielfältigen Herausforderungen bei der Gestaltung ihrer Doppelseite(n) gemeistert. Dafür danken wir ihnen allen ganz herzlich.

Frau Dr. Gabriela Holzmann, der Programmleiterin des Klett | Kallmeyer Verlages, möchten wir ein herzliches Dankeschön sagen – für das Vertrauen in uns, solch ein Buch zu konzipieren und zu realisieren, für Ihr außerordentliches Engagement und für Ihren ganz persönlichen Einsatz. Frau Dr. Heike Kunze-Snigula danken wir für die umfangreiche und vielfältige redaktionelle Unterstützung. Frau Sabine Duffens und Herr Dennis Baumann haben die Vielfalt der 68 graphisch gestalteten Seiten gewissenhaft und mit Liebe zum Detail umgesetzt und so wesentlich zum Gelingen des Buches beigetragen.

Bochum und Neuss im August 2022

Katrin Sommer
Judith Wambach-Laicher
Peter Pfeifer

Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde: Professorin für Didaktik der Chemie an der Universität Wuppertal

Prof. Dr. David-S. Di Fuccia: Professor (W3) für Didaktik der Chemie an der Universität Kassel

Katharina Emmerich: Lehrerin (Chemie, Sozialwissenschaften) am Josef-Albers-Gymnasium Bottrop, hälftig abgeordnet an den Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum

Adrian Gursch: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum

Waltraud Habelitz-Tkotz: Seminarlehrerin Chemie, zentrale Fachberaterin Chemie an Gymnasien in Bayern, Lehrerin (Chemie, Biologie) am Emil-von-Behring-Gymnasium Spardorf

Dr. Barbara Hank: Referentin am Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) und Lehrerin in München

Dr. Annette Kakoschke: Lehrerin (Chemie, Mathematik) am Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium Gelsenkirchen

Jan Kath: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum

Matthias Kremer: Prof. i. R. am Staatlichen Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasium) Rottweil, Chemielehrer in Tuttlingen

Prof. Dr. Arnim Lühken: Professor für Didaktik der Chemie an der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Prof. Dr. Annette Marohn: Professorin für Didaktik der Chemie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Prof. Dr. Ilka Parchmann: Professorin für Didaktik der Chemie am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaft und Mathematik (IPN)

Prof. Dr. Peter Pfeifer: Professor i. R. für Didaktik der Chemie an der Universität Erlangen-Nürnberg

Karola Raguse: Fachleiterin für Chemie und pädagogische Module am STS für Gymnasien Frankfurt, Lehrerin am dortigen Heinrich-von-Gagern-Gymnasium

Prof. Dr. Björn Risch: Leiter der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik an der Universität Koblenz-Landau

Dr. Adrian Russek: Lehrer (Chemie, Geographie, Biologie) am Neuen Gymnasium Bochum, Fachleiter am ZfsL Bochum und Lehrbeauftragter am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum

Prof. Dr. Ronny Scherer: Professor für „Educational Measurement and Assessment“ an der Universität Oslo

Dr. Bert Schlüter: Referendar (Chemie und Geographie) am ZfsL Duisburg und am Franz-Haniel-Gymnasium Duisburg-Homberg

Prof. Dr. Katrin Sommer: Inhaberin des Lehrstuhls für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum

Dr. Christian Georg Strippel: Akademischer Rat am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum

Prof. Dr. Elke Sumfleth: Seniorprofessorin für Didaktik der Chemie an der Universität Duisburg-Essen

Dr. Christina Toschka: Lehrerin (Chemie, Mathematik) am Städtischen Gymnasium Gevelsberg

Walter Wagner: Fachvertreter für Didaktik der Chemie an der Universität Bayreuth

Prof. Dr. Maik Walpuski: Professor für Didaktik der Chemie an der Universität Duisburg-Essen

Dr. Judith Wambach-Laicher: Fachleiterin Chemie am ZfsL Leverkusen, Lehrerin (Chemie, Mathematik) am Abtei-Gymnasium Brauweiler

Dr. Gisela Weber-Peukert: Fachleiterin für Chemie und DFB am STS für Gymnasien Gießen, Lehrerin am Landgraf-Ludwigs-Gymnasium (Chemie, Biologie) Gießen

Prof. Dr. Ariane S. Willems: Inhaberin des Lehrstuhls für Empirische Bildungsforschung mit dem Schwerpunkt Schul- und Unterrichtsforschung, Georg-August-Universität Göttingen

Prof. Dr. Joachim Wirth: Inhaber des Lehrstuhls für Lehr-Lernforschung an der Ruhr-Universität Bochum

Petra Wlotzka: Fachleiterin Chemie am ZfsL Dortmund, Lehrerin (Chemie, Biologie) am Max-Planck-Gymnasium Dortmund

Stefan Zellmer: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum

Die Autorinnen und Autoren sind am Ende der einzelnen Kapitel sowie im Inhaltsverzeichnis mit ihrem Namenskürzel aufgeführt.

Claudia Bohrmann-Linde = *CBL*
David-S. Di Fuccia = *DDF*
Katharina Emmerich = *KE*
Adrian Gursch = *AG*
Waltraud Habelitz-Tkotz = *WHT*
Barbara Hank = *BH*
Annette Kakoschke = *AK*
Jan Kath = *JK*
Matthias Kremer = *MK*
Arnim Lühken = *AL*
Annette Marohn = *AM*
Ilka Parchmann = *IP*
Peter Pfeifer = *PP*
Karola Raguse = *KR*
Björn Risch = *BR*
Adrian Russek = *AR*
Ronny Scherer = *RS*
Bert Schlüter = *BS*
Katrin Sommer = *KS*
Christian Georg Strippel = *CS*
Elke Sumfleth = *ES*
Christina Toschka = *CT*
Walter Wagner = *WW*
Maik Walpuski = *MW*
Judith Wambach-Laicher = *JWL*
Gisela Weber-Peukert = *GWP*
Ariane S. Willems = *AW*
Joachim Wirth = *JW*
Petra Wlotzka = *PW*
Stefan Zellmer = *SZ*

I.1 Bildungsziele des Chemieunterrichts

Alle Bürgerinnen und Bürger sollten über ein Mindestmaß an naturwissenschaftlicher Grundbildung verfügen. Dieser Bildungsauftrag obliegt den naturwissenschaftlichen Fächern einschließlich dem Fach Chemie. Der Großteil der Bevölkerung wird nach Abschluss der Schullaufbahn keine Möglichkeit der Vertiefung chemischer Kenntnisse mehr haben. Insofern kommt dem Chemieunterricht die zentrale Rolle zum Aufbau einer naturwissenschaftlichen Kompetenz aus dem Blickwinkel der Chemie zu (Fachkompetenz Chemie → *I.2*). Dafür leistet das Fach Chemie als spezifisches Unterrichtsfach, als ein naturwissenschaftliches Fach sowie als Unterrichtsfach per se essenzielle Beiträge, die sich in Bildungszielen (Pfeifer 2006) formulieren lassen.

Fachspezifische Bildungsziele …
werden nur durch das Fach Chemie umgesetzt. Konkret sind u. a. zu nennen:
- Wissen über die Lehre der Stoffe und ihrer Umwandlung
- Denken in makroskopischer und submikroskopischer Ebene
- sachgemäßer Umgang mit Chemikalien (Handhabung und Entsorgung) und chemiespezifischen Geräten zum Praktizieren der Fachmethoden und Transfer dieser Fähigkeiten auf das Alltagsgeschehen
- Bedeutung der Chemie und ihrer Produkte zur Lösung globaler Schlüsselprobleme
- Vorstellung über Chemie als Industriezweig
- chemische Sachverhalte unter Nutzung der Fachsprache kommunizieren und bewerten
- chemische Sachverhalte gegenüber der Öffentlichkeit verständlich kommunizieren
- Teilhabe am gesellschaftlichen Diskurs über chemische Sachverhalte.

Fachbereichsspezifische Bildungsziele
können nur durch die Fächer Chemie, Biologie und Physik umgesetzt werden. Konkret sind u. a. zu nennen:
- Gewinnen von Erkenntnissen mithilfe des Experiments
- naturwissenschaftliche Denkweisen, wie naturwissenschaftliche Fragen stellen, Hypothesen bilden, Versuche grundsätzlich planen, Beobachten und Messen, Daten analysieren und interpretieren, Daten bewerten
- Umgang mit Modellen.

Allgemeine Bildungsziele …
sollten an konkreten Gegenständen auch im Fach Chemie umgesetzt werden. Konkret sind u. a. zu nennen (Klafki 1980):
- Kritik- und Urteilsfähigkeit: kriteriengeleitete Analyse und Bewertung des Sachverhaltes aus der Perspektive der Chemie an epochaltypischen Schlüsselproblemen
- Kommunikationsfähigkeit: Sachverhalt klar, sach- und fachgerecht kommunizieren unter Nutzung der Fachsprache
- Erziehung zum logischen Denken, Problemlösefähigkeit, abstraktes Denken.

Diese Bildungsziele haben Eingang in die Bildungsstandards für den Chemieunterricht genommen. *(KS)*

→ Pfeifer 2006 → Klafki 1980

Bildungsziele aufgedeckt am Beispiel ...

abstrahierendes Denken, Verallgemeinerung, Transferdenken

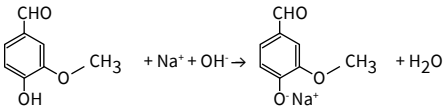
mit Säure-Base-Reaktion bestimmbar

↑

hat sauren Charakter, ist eine phenolische Verbindung

↑

Vanillin + Natriumhydroxid → Natriumvanillinat + Wasser



Kommunikationsfähigkeit
z. B. chemische Sachverhalte unter Nutzung der Fachsprache inkl. Formelschreibweise kommunizieren

Wie viel Vanillin ist im Vanillinzucker?

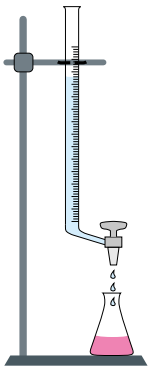
Weg der Erkenntnisgewinnung
(von der Frage über die Nutzung der Fachmethode bis zur Antwort) *(→ II.10)*

Kenntnis der Fachmethode: Säure-Base-Titration

sachgemäßer Umgang mit chemischen Stoffen (z. B. NaOH = ätzend) und chemiespezifischen Experimentiergeräten (z. B. Bürette)

fachliche Begründung für Vorsichtsmaßnahmen (z. B. ätzende Stoffe → Schutzbrille tragen)

sachgemäße Entsorgung (hier: Ausguss)



Genauigkeit
beim Titrieren,
beim Ablesen der Bürette

Sorgfalt
beim Einwiegen der Stoffe

Geduld
beim Zutropfen der Natronlauge, um den Umschlagpunkt zu erkennen

manuelle Fähigkeiten
beim Zutropfen,
beim Schwenken des Erlenmeyerkolbens

nachhaltiger Umgang →

Kritik- und Urteilsfähigkeit
Vanillin – hergestellt aus Holzabfällen bei Papierherstellung,
Abfälle als Rohstoffquelle
aber: Vanillinisierung der Lebensmittel – vom Babybrei bis ...
überall ist Vanillin als Aroma enthalten

Legende: Allgemeine Bildungsziele, fachbereichsspezifische Bildungsziele, fachspezifische Bildungsziele

→ Sommer et al. 2009

I.2 Kompetenzen, Kompetenzbereiche

In den **Bildungsstandards** Chemie für den mittleren Schulabschluss (KMK 2005) und für die allgemeine Hochschulreife (KMK 2020) sind aufeinander aufbauend Kompetenzen festgeschrieben. Sie umfassen Wissen und Können, also **Kenntnisse** und **Fähigkeiten**, die die Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe I bzw. II erreicht haben sollen. Sie bilden die Grundlage für den IQB-Bildungstrend sowie die Grundlage für die Abiturprüfungen in den Ländern ab dem Schuljahr 2024/25. Die Bildungsstandards sind in vier **Kompetenzbereiche** strukturiert und bilden gemeinsam die Fachkompetenz Chemie ab.

Sachkompetenz/Der Umgang mit Fachwissen

... umfasst die Kenntnis chemischer Begriffe, Gesetzmäßigkeiten, Konzepte, Theorien und Verfahren und die Fähigkeit, Fachwissen z. B. mithilfe von Basiskonzepten zu strukturieren und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu bearbeiten. Bei der Anwendung des Wissens steht die modellhafte Deutung beobachtbarer Phänomene auf Teilchenebene im Zentrum.

Erkenntnisgewinnungskompetenz

... umfasst die Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und fachlichen Modellen sowie die Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu nutzen, um Erkenntnisprozesse planen und gestalten zu können, aber auch um deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren. Es ist entscheidend, Experimente und Modelle nicht nur zur Datengewinnung zu nutzen, sondern sie zur Gewinnung und Reflektion von Erkenntnissen einsetzen zu können.

Kommunikationskompetenz

... umfasst die Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen, um Informationen sach- und fachbezogen adressatengerecht erschließen und austauschen zu können. Hier wird nicht nur die fachliche Richtigkeit betont, sondern auch der fachsprachlich richtige Umgang mit analogen und digitalen Informationsmaterialien und Repräsentationsformen.

Bewertungskompetenz

... umfasst die Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Bewertungsstrategien und die Fähigkeit, diese zu nutzen, um Situation, Informationen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, Handlungsoptionen zu entwickeln und Entscheidungen zu reflektieren. Bewerten beschränkt sich nicht auf das Vergleichen von Fakten, sondern thematisiert fachliches Beurteilen von Sachverhalten und ggf. ethisches Bewerten.

Alle Kompetenzbereiche basieren auf bereichsspezifischem Fachwissen. Die inhaltlichen Gemeinsamkeiten werden in allen Kompetenzbereichen durch Basiskonzepte **vernetzt, die kumulatives Lernen** und den Aufbau von strukturiertem Wissen erleichtern. Dabei wird die vorhandene Wissensbasis erweitert und das neue Wissen wird in bestehende Strukturen integriert, sodass neue, vernetzte Wissensstrukturen entstehen. *(ES, MW)*

→ KMK 2005 → KMK 2020

Kriterien für kompetenzorientierte Lernaufgaben – konkretisiert am Beispiel Kälte-Sofort-Kompressen für die Sekundarstufe II

Kurzbeschreibung der Aufgabe

Im Mittelpunkt der Aufgabe steht die Funktionsweise von Kälte-Sofort-Kompressen. Hierbei werden die Basiskonzepte Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen und das Energiekonzept angesprochen.

Die Inhaltsstoffe (Harnstoff bzw. Ammoniumnitrat) werden analysiert, charakterisiert und nach Stoffklassen geordnet (Teilaufgabe 1). Das Lösen von Feststoffen, Ionensubstanzen (hier Ammoniumnitrat) und Molekülsubstanzen (hier Harnstoff) wird mit Blick auf energetische Aspekte thematisiert. Die Lernenden interpretieren Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung, indem sie Merkmale chemischer Reaktionen am Beispiel von Lösungsprozessen exemplarisch diskutieren (Teilaufgabe 2). Sie planen mit zur Auswahl gestellten Materialien einen Versuch zur Ermittlung der Lösungsenthalpie von Harnstoff, führen die kalorimetrische Untersuchung durch, protokollieren sie, wenden mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte an und machen eine Fehlerbetrachtung (Teilaufgabe 3 und 4). Schließlich bewerten sie Chancen und Risiken von Kältekompressen mit verschiedener inhaltlicher Zusammensetzung (Teilaufgabe 5). Die vollständige Aufgabendarstellung findet man unter dem Link Kältekompresse auf der Homepage des Instituts der Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB, Berlin).

→ *https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/chemie/*

Konkreter Standard im Kompetenzbereich	Mögliche Aufgabenformulierungen
Sachkompetenz S 1: Lernende beschreiben und begründen Ordnungsprinzipien für Stoffe und wenden diese an.	*Aus Teilaufgabe 1:* Ordnen Sie die in den Kälte-Sofort-Kompressen verwendeten Feststoffe je einer Stoffklasse der Chemie begründet zu. Stützen Sie Ihre Begründung auf die Teilchen- und Bindungsarten in den jeweiligen Stoffen.
Erkenntnisgewinnungskompetenz E 10: Lernende reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung.	*Aus Teilaufgabe 3:* Geben Sie stichpunktartig vier mögliche Fehlerquellen der kalorimetrischen Untersuchung an.
Kommunikationskompetenz K 5: Lernende wählen chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht aus.	*Aus Teilaufgabe 1:* Präsentieren Sie Ihre Ergebnisse mithilfe kurzer Steckbriefe.
Bewertungskompetenz B 11: Lernende beurteilen Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab.	*Aus Teilaufgabe 5:* Diskutieren Sie kriteriengeleitet, welchen der beiden Feststoffe Sie als Hersteller von Kälte-Sofort-Kompressen einsetzen würden.

Tab. 1: Beispielhaft ausgewählte angestrebte Standards und mögliche Aufgabenformulierungen

I.3 Kompetenzorientierte Lehrpläne

Kompetenz + Inhalt = Kompetenzerwartung

Es ist das Ziel des Unterrichtens, dass die Schülerinnen und Schüler am Ende eines festgelegten Abschnittes (z. B. Ende der Sekundarstufe I bzw. II) über definierte Kompetenzen *(→ I.2)* im entsprechenden Fach verfügen. Diese Kompetenzen, formuliert in den Bildungsstandards, liegen dem **Fachlehrplan** für die jeweilige Schulform und -stufe zugrunde und werden in **Kompetenzerwartungen** konkretisiert. Kompetenzerwartungen führen Kompetenzen, die ohne inhaltliche Festlegungen formuliert sind, und konkrete Inhalte zusammen, da Kompetenzen nur **in Verbindung mit konkreten Inhalten** erworben werden können.

Ein Beispiel:
Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte nach ausgewählten Kriterien ordnen, lautet die Kompetenz UF 3 (Umgang mit Fachwissen; MSB 2019).
Bringt man diese Kompetenz mit dem inhaltlichen Schwerpunkt „messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften“ (Inhaltsfeld 1: Stoffe und Stoffeigenschaften; MSB 2019, S. 20) zusammen, so lässt sich folgende Kompetenzerwartung ableiten: „Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF 2, UF 3)“ (MSB 2019, S. 20). Diese Kompetenzerwartung beschreibt ein intendiertes Lernergebnis einer Unterrichtseinheit (nicht einer einzelnen Unterrichtsstunde) in diesem Inhaltsfeld, das in Aufgabenstellungen umgesetzt und überprüft werden kann.

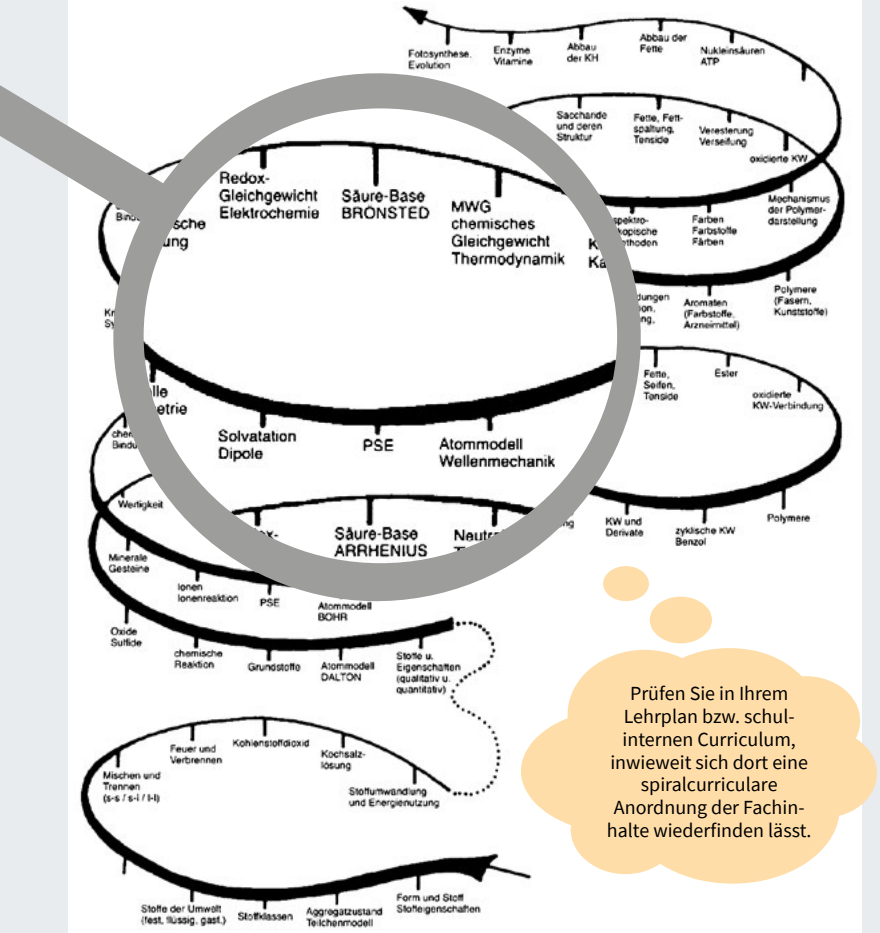
Strukturierungsansätze

Die ländergemeinsamen Bildungsstandards *(→ I.2)* als Zielvorgaben werden sehr unterschiedlich in länderspezifische Lehrpläne überführt. Vor dem Hintergrund der regelmäßig erfolgenden Überarbeitung von Lehrplänen lassen sich aktuell zwei Strukturierungsansätze identifizieren. Die Lehrpläne in *Ansatz 1* basieren auf einer Strukturierung durch **Basiskonzepte und Kompetenzbereiche.** Es handelt sich um sehr allgemein gehaltene Lehrpläne, die manchmal mit verbindlichen Fachinhalten gestützt werden. Den Lehrplänen in *Ansatz 2* liegen **Kontexte bzw. inhaltliche Themen** als Strukturierungsmerkmal zugrunde. In dem Lehrplantyp werden die inhaltlichen Schwerpunkte des jeweiligen Themengebietes und die entsprechenden Kompetenzerwartungen beschrieben. Für die Lehrkraft wird so ersichtlich, welche Kompetenzen mit dem jeweiligen Themenfeld entwickelt werden sollen.
Unabhängig vom Strukturierungsansatz wird im Lehrplan nur angegeben, über welche Kompetenzen / Kompetenzerwartungen die Lernenden am Ende des Abschnittes verfügen sollen. Aussagen über die Gestaltung des Unterrichts werden nicht getroffen. Die Lehrkraft entscheidet eigenverantwortlich und lerngruppenspezifisch, wie Wissen und Können im Unterricht entwickelt werden sollen. Des Weiteren prüft die Lehrkraft begleitend zum Unterricht, inwiefern die Lernenden die **Kompetenzerwartungen** bereits erreicht haben oder weitere Auseinandersetzungen damit notwendig sind. *(KS, IP)*

→ MSB 2019

Das inhaltsbezogene Spiralcurriculum für das Fach Chemie

Kernidee: In einem inhaltsbezogenen Spiralcurriculum werden zusammengehörige fachliche Inhalte auf der Spirale übereinander angeordnet. So wird deutlich, dass Inhalte auf verschiedenen Deutungsebenen, also auf Stufen von unterschiedlichem Abstraktionsniveau, betrachtet werden können. Ein Verständnis für die Anordnung der fachlichen Inhalte ist für die Kompetenzentwicklung unerlässlich.



Prüfen Sie in Ihrem Lehrplan bzw. schulinternen Curriculum, inwieweit sich dort eine spiralcurriculare Anordnung der Fachinhalte wiederfinden lässt.

→ *Schmidkunz & Büttner 1985*

I.4 Kompetenz und Lernziel

Antagonisten?

Sowohl die Kompetenzen *(→ I.2)* als auch die Lernziele *(→ II.16)* lenken den Fokus auf das **Ergebnis des Lernprozesses**. Lernziele und Kompetenzen beschreiben einen Zielzustand, der sich in einem Verhalten oder in einer Fähigkeit spiegelt. Während das **Lernziel** eine einzelne Unterrichtsstunde bzw. Unterrichtseinheit im Blick hat, beschreibt die **Kompetenz** das erwartete Ergebnis nach einem längeren Lehr-Lern-Prozess.

Nein, Protagonisten!

Ausgehend von der anzustrebenden Kompetenz muss überlegt werden, wie sie Schritt für Schritt aufgebaut bzw. erworben werden kann. In den kompetenzorientierten Lehrplänen sind Lernstufen (Lernprogression) mit konkretisierten Kompetenzerwartungen *(→ I.3)* formuliert, die in Lernziele für bestimmte Unterrichtseinheiten und schließlich für jede einzelne Unterrichtsstunde übersetzt werden können. In Abhängigkeit vom jeweiligen Lernziel liefert die einzelne Unterrichtsstunde also einen konkreten Beitrag zur Ausbildung der entsprechend zugeordneten Kompetenz. **Lernziele** können als **Schritte auf dem Weg zur** Ausbildung einer **Kompetenz** verstanden werden. Insofern sind Lernziel und Kompetenz keine Gegenspieler, sondern Protagonisten.

Der Dreiklang: Kompetenz – Lernziel – Inhalt

Die **Kompetenzen** sind zwar fachspezifisch formuliert, aber nicht an bestimmte Inhalte geknüpft. Es ist nicht festgelegt, dass eine bestimmte Kompetenz nur an einem bestimmten Inhalt erworben werden kann. Vielmehr wird eine Kompetenz erst durch Auseinandersetzung mit verschiedenen **Inhalten** aufgebaut.

Ein Beispiel:

Beiträge zum Aufbau der Kompetenz „Die Schülerinnen und Schüler können chemische Sachverhalte nach ausgewählten Kriterien ordnen“ (UF 3; MSB 2019) liefern alle fachlichen Inhalte mit Fokus auf Klassifikation, z. B. Klassifikation von Reinstoffen in Elemente und chemische Verbindungen (Inhaltsfeld 3: Verbrennung; MSB 2019, S. 22) oder Klassifikation von edlen und unedlen Metallen aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff (Inhaltsfeld 4: Metalle und Metallgewinnung (MSB 2019, S. 24) oder Klassifikation von Oxidation bzw. Reduktion entsprechend der Elektronenabgabe bzw. Elektronenaufnahme (Inhaltsfeld 7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung; MSB 2019, S. 31). Alle Inhalte erfordern das Erkennen von Merkmalen, die der Klassifikation zugrunde liegen *(→ III.7)*.

Die fachlichen Inhalte wiederum korrespondieren auch mit den **Lernzielen**. Im Rahmen der Kompetenzorientierung sind die Lernziele *(→ II.16)*, ihre Erreichbarkeit sowie Überprüfbarkeit leitend für die Unterrichtsplanung, Durchführung und Reflexion *(→ IV.17)*. Es wird für die einzelne Unterrichtsstunde festgelegt, an welchem fachlichen Inhalt das Lernziel der Stunde erreicht werden soll. Insofern ergibt sich ein Dreiklang aus Kompetenz – Lernziel – Inhalt.

(KS, AK, JWL)

→ MSB 2019