

Minimalkonsens

aller Chemie-Didaktiken an bayerischen Universitäten
für das Erste Staatsexamen aller Lehrämter

Stand vom 14.05.2024

Der Arbeitskreis Bayerischer Chemiedidaktiker:innen hat sich für die Inhalte der Staatsexamina im Fach Chemie auf eine (unverbindliche) Empfehlung in Form eines Minimalkonsenses geeinigt. Dieser besteht aus

1. Leitlinien für einen **Unterrichtsentwurf** und
2. Stichpunkten zu weiteren **fachlichen Inhalten**.

BITTE BEACHTEN SIE AUCH:

Für die jeweilige Aufgabenstellung **zentrale Fachbegriffe** sollten bei der Beantwortung der Staatsexamens-Aufgaben **stets definiert** und grundsätzlich in ihrer Bedeutung für den **Chemie-Unterricht verortet** werden. Dies wird in der Regel als selbstverständlich vorausgesetzt und daher in den Aufgabenstellungen meist nicht gesondert angeführt!

Rechtschreibung und fachliche Inhalte werden korrigiert und können in die Bewertung einfließen. Wird deutlich, dass ein grundsätzliches konzeptuelles Nicht-Verstehen in Bezug auf Fachliches vorliegt, führt dies zu einer Verschlechterung der Note.

1. Leitlinien für einen Unterrichts-Entwurf

Die unten angegebenen Facetten werden für einen Unterrichtsentwurf von den Chemie-Didaktiker:innen Bayerns mindestens erwartet. Diese Bestandteile müssen also immer angeführt werden, wobei weitere Aspekte optional hinzukommen können.

Ein Unterrichtsentwurf besteht grundsätzlich aus Begleitangaben, dem tabellarischen Artikulationsschema und Erläuterungen der didaktisch-methodischen Überlegungen.

In der Regel werden ein tabellarisches Artikulationsschema mit Begleitangaben in Teilaufgabe 2.a, und die dazugehörigen didaktisch-methodischen Überlegungen mit dem Schwerpunkt auf einem weiteren Gesichtspunkt in Teilaufgabe 2.b erwartet.

Beispiel:

- 2.a Skizzieren Sie eine schülerzentrierte Unterrichtseinheit inklusive Artikulationsschema und Begleitangaben im Umfang von 90 min zum Thema Säure-Base, in der eine Schülerfehlvorstellung adressiert wird.
- 2.b Erläutern Sie theoriebasiert im didaktisch-methodischen Kommentar zur Stunde aus 2.a insbesondere, wie die konkrete Fehlvorstellung adressiert wird.

1.1. Begleitende Angaben zum Artikulationsschema

Dieser Teil sollte in gehaltvollen Stichpunkten formuliert werden.

- Thema der Stunde
- Operationalisierte Lernziele und Zuordnung zu den Kompetenzbereichen aus den Bildungsstandards
- Lehrplan-Einordnung
- Notwendiges Vorwissen der Schüler:innen

1.2. Tabellarisches Artikulationsschema

- Phasen kennzeichnen (gegebenenfalls passend zum Unterrichtsverfahren, jedenfalls aber mit Einstieg, Erarbeitungs- und Sicherungsphase(n))
- Arbeits-, Sozialformen und Medien angeben
- Methodenwerkzeuge stichpunktartig angeben (z. B. „Stationenarbeit“, „Gruppenpuzzle“, „Expertenarbeit“...)
- Zeitangabe

Weiterhin sollen logische Überleitungen zwischen den Phasen erkennbar sein, z.B. indem Impulse und/oder Schlüsselfragen angegeben werden.

1.3. Erläuterung der didaktisch-methodischen Überlegungen

Die didaktisch-methodischen Überlegungen sollen in einem Fließtext dargelegt werden. Sie erläutern Gründe für die spezielle Vorgehensweise des Entwurfs. Dazu nutzen Sie fachdidaktische Theorien und Konzepte wie auch die Fachsprache, um Ihre Planungsentscheidungen zu legitimieren. Die Erläuterungen sollen sich insbesondere auf den in der Aufgabenstellung gesondert ausgeführten Schwerpunkt beziehen.

2. Weitere fachdidaktische Inhalte

Auf die unten angegebenen Inhalte haben sich alle Chemie-Didaktiker:innen Bayerns geeinigt. Sie stellen einen Minimalkonsens dar, den alle Standorte in ihrer Lehre abdecken. Darüber hinaus werden an den verschiedenen Standorten weitere und vertiefende Schwerpunkte gesetzt. Für das Absolvieren eines Staatsexamens stellen die untenstehenden Inhalte also nur eine Orientierung und **Minimalvorgabe** dar!

Im Folgenden sind zu Ihrer Orientierung und im Sinne guter wissenschaftlicher Arbeit stets Quellen angegeben. **Die Chemie-Didaktiker:innen erwarten in der Regel nicht, dass Autor:innen angegeben werden.** Ausnahmen: Wörtliches Zitieren einer Definition; Autor:innen-Name benennt das beschriebene Konzept (z. B. „das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren von Schmidkunz & Lindemann“ oder „Kompetenz-Definition nach Weinert“).

2.1. Unterrichtsverfahren

Relevante Beispiele für den Chemieunterricht sind:

Konzeption bzw. Verfahren	Autor*innen bzw. Quellen	Typische Kennzeichen
Chemie im Kontext (ChiK)	(Demuth, Gräsel, Parchmann, & Ralle, 2008)	Drei Säulen: Kontextorientierung, Methodenvielfalt, Basiskonzepte Vier Phasen: Begegnungsphase, Neugier- und Planungsphase, Erarbeitungsphase, Vernetzungsphase
Choice2learn	(Marohn, 2008)	Schüler:innen-Vorstellungen werden ermittelt, die Lernenden werden per Multiple Choice mit Schüler:innen-Vorstellungen konfrontiert und entscheiden sich aufgrund von erarbeiteten Fakten, die Vorstellungen werden in Gruppen diskutiert, im Plenum wird eine Entscheidung gefällt Phasen: Kontextualisierung / Positionierung / Polarisierung / Reflexion und Klärung / Anwendung
Forschend-entwickelndes Unterrichtsverfahren	(Schmidkunz & Lindemann, 1992)	Phasen: Problemgewinnung / Überlegungen zur Problemlösung / Durchführung eines Lösungsvorschlags / Abstraktion / Sicherung
Historisch-problemorientiertes Unterrichtsverfahren	(Jansen, 1986)	Typisch: Historischer Kontext – zum Beispiel Persönlichkeit und ihr Erkenntnisweg, historische Experimente, etc. Keine genauen Phasen; experimentelles Problemlösen
Gesellschaftskritisch-problemorientierter Unterricht	(Marks & Eilks, 2016)	Phasen: Zugang und Analyse der Kontroverse / Fachliche Klärung unter Einbezug experimenteller Arbeit / Wiederaufgreifen der kontroversen Problemlage / Metareflexion

Falls keinem definierten Verfahren / keiner Konzeption gefolgt wird, so muss jeder Unterrichtsentwurf mindestens die grundlegenden Abschnitte anführen:

- Motivation / Einstieg
- Erarbeitung
- Sicherung

Lern-Literatur zum Thema Unterrichtsverfahren

Sommer, K., Wambach-Laicher, J., & Pfeifer, P. (2018). Konkrete Fachdidaktik Chemie. Seelze: Aulis Verlag.

Marohn, A. (2016). Unterrichtskonzepte. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 65 (5), 4.

2.2. Medien

Def. Unterrichts-Medien

z.B.:

- „Medien sind einerseits kognitive und andererseits kommunikative Werkzeuge zur Verarbeitung, Speicherung und Übermittlung von zeichenhaften Informationen.“ (Petko, 2014, S. 13)
- Medien werden als „Mittler verstanden, durch die in kommunikativen Zusammenhängen Zeichen mit technischer Unterstützung übertragen, gespeichert, wiedergegeben, angeordnet oder verarbeitet und in abbildhafter und/oder symbolischer Form präsentiert werden“ (Tulodziecki & Herzig, 2004)

Kriterien für den guten Umgang mit Medien im CU

z.B.

- Cognitive Theory of Multimedia Learning / kognitive Theorie des multimedialen Lernens (Mayer, 2014)
 - o Multimodalität
 - o Multicodalität
- Orientierung am DigCompEdu-Framework

Besonderheit in der Chemiedidaktik

- Mittlerrolle zur Veranschaulichung von Prozessen, Objekten, Strukturen, Materie und theoretischen Modellvorstellungen (Ropohl et al., 2018)
- Auswahl von Medien, die zur Vermittlung des speziellen Lerninhalts geeignet sind
- Medien adressieren / verknüpfen verschiedene Ebenen der Chemie (Johnstone-Dreieck)

Medienkompetenz im CU

- Siehe Kompetenzbereich Kommunikation

Lern-Literatur zum Thema Medien:

Standard-Lehrbücher

Krüger, Theorien der Fachdidaktik, Kapitel Girwitz / Schanze (Physik-Didaktik PhyDid 1/3 (2004) S.9-19)

Ropohl, M., Härtig, H., Kampschulte, L., Lindmeier, A., Ostermann, A. & Schwanewedel, J. (2018). Planungsbereiche für Medieneinsatz im Fachunterricht. *MNU Journal*, 71(3), 148–155.

https://duepublico2.uni-due.de/servlets/MCRFileNodeServlet/duepublico_derivate_00045781/Ropohl_et_al_Planungsbereiche_Medieneinsatz.pdf

Ropohl et al.(2018). Medieneinsatz im Naturwissenschaftlichen Unterricht. Joachim Herz Stiftung.

https://www.joachim-herz-stiftung.de/fileadmin/Redaktion/Naturwissenschaften/05_Medieneins_mat-natwiss_Unterr_ohne.pdf

2.3. Didaktische Reduktion und didaktische Rekonstruktion

Didaktische Reduktion:

Definition

„Didaktische Reduktion findet dann statt, wenn umfangreiche und komplexe Sachverhalte aufbereitet werden, um sie für die Lernenden überschaubar und begreifbar zu machen.“
(Lehner, 2012)

Prinzipien

- Fachliche Richtigkeit
- Fachliche Ausbaufähigkeit
- Angemessenheit

Maßnahmen

- Vernachlässigung
- Partikularisierung
- Generalisierung
- u.a.

Didaktische Rekonstruktion (Kattmann, Duit, Gropengießer & Kormorek, 1997)

Definition/Beschreibung

„Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion werden fachliche Vorstellungen [...] mit Schülerperspektiven so in Beziehung gesetzt, daß [sic] daraus ein Unterrichtsgegenstand [„Inhalt“] entwickelt werden kann.“ (ebd. S. 3)

- Abgrenzung bzw. Zusammenspiel mit der Didaktischen Reduktion
- Planungsaufgaben:
 - Fachliche Klärung
 - Lernpotentialdiagnose (Berücksichtigung von SuS-Vorstellungen)
 - Didaktische Strukturierung
- Iterativer Prozess der Wechselwirkung zwischen diesen drei Facetten
- Kann als Bündelung von Prinzipien/Merkmalen zur Planung und Gestaltung von Unterricht erachtet werden (z.B. Konstruktivistische Lerntheorien; Conceptual Change; Prinzip der Exemplarizität, Empiriebasierung)

Lern-Literatur zum Thema Didaktische Reduktion und Rekonstruktion

Reinfried, S., Mathis, C. & Kattmann, U. (2009). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27(3).

2.4. Experimente

- Eine Definition für „Experiment“
- Abgrenzung zwischen Schul-Experiment und Forschungs-Experiment bzw. zwischen Versuch und Experiment
- Levels of Inquiry (Bell, 2008; Koenen, Emden & Sumfleth, 2016; Hofer, Abels & Lembens, 2016)
- Variablenkontrollstrategie
- Klassifikation, z. B. nach
 - Phase
 - Ausführende Personen (Lehrkraft o. Schüler:in)
 - Organisationsform
 - Selbstständigkeit der SuS
 - Didaktische Intention
 - Technik / Experimentiersystem
- Berücksichtigung der Sicherheit beim Experimentieren

Lern-Literatur zum Thema Experimente:

Standard-Lehrbücher

2.5. Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung

Teilprozessansatz (z.B. Abd-El-Khalick et al., 2004; Chinn & Malhotra, 2002; Banchi & Bell, 2008; Pedaste et al., 2015):

Dieser Teilprozessansatz basiert auf der Idee, dass der naturwissenschaftliche Erkenntnisprozess in Teilprozesse zerlegt werden kann. Im Rahmen dieses Ansatzes können verschiedene Teilprozesse benannt werden, die sich im Wesentlichen auf folgenden Dreischritt reduzieren lassen (und in einem Zyklus wiederholbar sind):

- (1) Fragestellung und Hypothesenbildung,
- (2) Planung und Durchführung,
- (3) Auswertung, Schlussfolgern und Reflexion.

Forschungszyklus: 5E-Modell (Bybee et al., 2006)

- Engage
(über eine Aktivität Lernende dazu bringen, ihr Vorwissen zu aktivieren, neugierig zu werden)
- Explore
(Durch explorative Erfahrungen Ideen generieren, Fragen erkunden, Untersuchungen/ Experimente durchführen; Conceptual Change wird angestoßen)
- Explain
(Fokussierung des Denkens der Lernenden; Erarbeiten einer Erklärung; Anstreben eines tieferen Verständnisses)
- Extend
(Herausfordern und Erweitern des erworbenen Verständnisses über Anwendung)
- Evaluate
(Reflektieren des Lernstandes – sowohl durch Lernende selbst als auch durch Lehrkraft)

Kenntnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen. Abgrenzung zwischen naturwissenschaftlichen Denkweisen (z.B. Bildung von Hypothesen, Planung von Experimenten, Dateninterpretation) und den Naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (z.B. Modellieren; Experimentieren; Beobachten, Vergleichen, Ordnen) (Tiemann, Nehring & Koppelt, 2011)

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Inquiry-based Learning (Banchi & Bell, 2008; Pedaste et al., 2015)

Lern-Literatur zum Thema Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung:

Standard-Lehrbücher

Gut-Glanzmann, C. & Mayer, J. (2018). Experimentelle Kompetenz. In: D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker. Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. (S. 121-140) Berlin: Springer.

2.6. Nature of Science

Allgemeines

- Übersetzung von NOS: Wesen/ Natur/ Kultur der Naturwissenschaften.
- NOS ist ein *Meta*-Wissen über die Naturwissenschaften (Hofheinz, 2010). Es beinhaltet insbesondere Wissen über Voraussetzungen, Generieren und Grenzen naturwissenschaftlichen Wissens, inklusive epistemologischer Überzeugungen.
- Es herrscht kein allgemeiner Konsens über „the“ NOS, aber in etwa Konsens darüber, was Schüler:innen dazu wissen sollten.

Einzelinhalte

Einige der in der Literatur häufig genannten Aspekte bzw. Wesensmerkmale im Sinne von NOS sind (z.B. Bartos & Lederman, 2014; (Lederman, 2007; Neumann & Kremer, 2013):

1. Naturwissenschaftliches Wissen ist begrenzt und vorläufig sowie wird fortwährend weiterentwickelt.
 2. Naturwissenschaftliches Wissen basiert auf der Interpretation von Daten und Beobachtungen (empirische Grundlage), woraus Schlussfolgerungen gezogen werden.
 3. Naturwissenschaftliches Wissen beruht auf menschlicher Kreativität.
 4. Die Generierung naturwissenschaftlichen Wissens ist methodisch vielfältig.
 5. Naturwissenschaftliches Wissen entsteht in einem sozialen und kulturellen Kontext.
- Neben den zuvor genannten Aspekten bzw. Wesensmerkmalen existieren in der Literatur weitere Kategorisierungen oder Bedeutungszuordnungen (verschiedene Beispiele möglich, z. B.):
1. NOS beinhaltet drei Unterbereiche: Scientific enterprise (Wissenschaftsbetrieb), Scientific worldview (Wissenschaftliche Weltsicht), Scientific Inquiry (Wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung) (Hofheinz, 2010).
 2. Wissen über NOS fördert Wissenschaftsverständnis (Grundzüge und Grenzen von Naturwissenschaften, Beurteilen der Aussagekraft von Modellen, Bezüge zwischen Naturwissenschaften und Gesellschaft) (Mayer, 2007).
 - Möglichkeiten NOS in den Unterricht einzubinden.

Lern-Literatur zum Thema NOS:

Gebhard, U.; Höttecke, D.; Rehm, M. (2017). Pädagogik der Naturwissenschaften. Ein Studienbuch. Wiesbaden: Springer Fachmedien. (Kapitel 6: Die Natur der Naturwissenschaften, S. 85-105)

Neumann, I., & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen - Ähnlichkeiten und Unterschiede. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 19.

2.7. Modelle und Modellieren

Modelle

- Bedeutung von Modellen (vgl. Nerdel, 2017)
- Definition von Modellen (bspw. Banse, 1973; Wüstneck 1966, S. 1452)
- Charakteristika von Modellen (Abbildungsmerkmal, Verkürzungsmerkmal, Subjektivierungsmerkmal (Stachowiak, 1973);
- Bezüge zwischen Modellen und Johnstone'schem Dreieck herstellen
- Entstehung von Modellen / Modellkonstruktion (Steinbuch K., 1977; Sommer et al., 2017)
- Grenzen von Modellen und Modellkritik
- Einordnung von Modellen nach verschiedenen Kriterien
 - Inhaltsbezogene Klassifikation von Modellen
 - Einteilung nach der didaktischen Funktion im Erkenntnisprozess (Erkundungsfunktion, Entscheidungsfunktion, Veranschaulichungsfunktion)
 - Einteilung nach Aufbau der Repräsentation (Materielle Modelle, Ideelle Modelle)

Modellieren

- Prozess des Modellierens und seine Bedeutung für den Unterricht (Unterscheidung des Einsatzes von Modellen im Chemieunterricht und Modellen in der Forschung, (vgl. auch Bindernagel & Eilks, 2008)
- Modellkompetenz (Wellnitz et al., 2012; Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010)

Modellexperiment und seine Charakteristika (vgl. Sommer et al., 2018)

- Bezug zum Experiment
- Bezug zum Original
- Bezug zum Modell

Beachten Sie: In älterer Literatur werden Beispiele für Modell-Experimente genannt, die nach aktueller Definition nach Sommer keine Modellexperimente mehr sind, zum Beispiel: Stechheber-Versuch, Apfelkrieg, Modelle für Massenspektrometrie, Rutherford, Volumenkontraktion, Es handelt sich dabei um Modelle, aber nicht um Modellexperimente im Sinne der Definition nach Sommer et al. (2018). Falls Sie diese Modelle als Beispiel heranziehen wollen, argumentieren Sie entsprechend.

Lern-Literatur zum Thema Modelle:

Sommer, K., Wambach-Laicher, J., & Pfeifer, P. (2018). Konkrete Fachdidaktik Chemie. Grundlagen für das Lernen im Chemieunterricht, Modelle und Modellexperimente (S. 518 – 556), Hannover: Aulis Verlag.

2.8. Fachsprache, Unterrichtssprache, Alltagssprache

Grundsätzlich ist das Lehren und Lernen fachlicher Inhalte immer an Sprache gebunden. Sie ist basale Voraussetzung für den Erwerb fachlicher Inhalte und im Kompetenzbereich Kommunikation verankert.

-> primäre Aufgabe der Fachsprache ist ein weltweit einheitliches Verständnis und eine international uneingeschränkte Fachkommunikation zu schaffen (Parchmann & Venke, 2008)

Es werden **Fachsprache**, **Unterrichtssprache** und **Alltagssprache** unterschieden; diese differieren in Bezug auf Exaktheit und Anschaulichkeit.

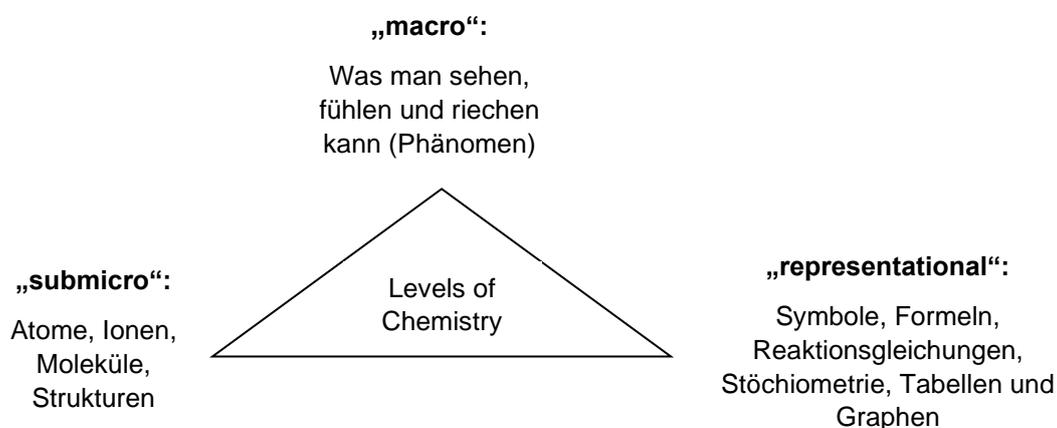
- Fachsprache: formalste und exakteste verbale Ausdrucksweise für chemische Inhalte
- Unterrichtssprache: Sprache des formellen Austauschs (Sprache von Lehrpersonen und Schüler:innen, Hochschuldozenten und Studierende)
- Alltagssprache: Sprache des informellen Austauschs (Begriffsbezeichnung nach Tradition)

Aber: Viele chemische Begriffe sind Teil der Alltagssprache und werden dort nicht mit gleicher Bedeutung wie in der Wissenschaftssprache verwendet (z.B. edel, Vermischung physikalischer / chemischer Reaktionen (zusammensetzen, trennen, zerlegen), Säure, Oxidation).

→ Es ist notwendig, dass sowohl Lehrkräfte als auch Schüler:innen sich mögliche Bedeutungsbeziehungen von Begriffen in Alltags- und Wissenschaftssprache bewusst sind. Daher muss überprüft werden, ob die Sprache der Lehrenden und die Sprache der Lernenden bedeutungsgleich verwendet werden!

Missverständnis / Misskommunikation entsteht häufig dadurch, dass nicht klar dargestellt wird, ob man über das Diskontinuum (Teilchenebene) oder das Kontinuum (Stoffebene) spricht.

Anhand des Johnstone-Dreiecks ist jederzeit die Betrachtungsebene klar (Johnstone, 2010):



Umgang mit Fachsprache: Benannte Konzepte sollen an U-Beispielen umgesetzt werden können.

Lern-Literatur zum Thema Sprache im CU:

Markic, S., Broggy, J., Childs, P. (2013). How to Deal with Linguistic Issues in Chemistry Classes. In: Eilks, I., Hofstein, A. (eds) Teaching Chemistry – A Studybook. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5_5d

2.9. SuS-Vorstellungen, Conceptual Change und -Growth

Schüler:innen-Vorstellung (SV)

Begriffsbestimmung/ Definition

Schüler:innen-Vorstellungen in der Chemiedidaktik sind Dispositionen Lernender, chemische Begriffe oder Phänomene in bestimmter Weise zu interpretieren oder zu beschreiben.
(angepasst nach Schecker & Duit, 2018, S. 9f)

Im Kern sollte folgende Merkmale mit dem Begriff Schüler:innen-Vorstellung verknüpft sein:

1. Abgrenzung Schüler:innen-Vorstellung (fachlich korrekt und inkorrekt) vs. Schüler:innen-Fehlvorstellung (immer fachlich inkorrekt)
2. Schüler:innen-Fehlvorstellungen bezeichnen Vorstellungen Lernender über einen Lerngegenstand, die in Widerspruch zu einer fachlich angemessenen Denkweise stehen
3. Schüler:innen-Vorstellungen können mehr oder weniger änderungsresistent/ persistent (je nach Verankerungstiefe) sein
4. Schüler:innen-Vorstellungen beeinflussen, Informationsaufnahme (Filterwirkung) und Informationsverarbeitung
5. Schüler:innen-Vorstellungen sind Rekonstruktionen von Didaktiker:innen, also ihrer Natur nach hypothetische Konstrukte über Dispositionen von Lernenden, die aus Indizien (Oberflächenstruktur, z.B. Sprache, Handlung) erschlossen werden.

Begriffsalternativen

„Präkonzepte“ – häufig für fachliche SV (im engeren Sinne) vor Instruktion verwendet

Synonym zu „Schüler:innen-Vorstellung“ verwendete Begriffe: Präkonzepte, Alltagsvorstellungen, Vorverständnis, students' ideas, students' conceptions, preconceptions, alternative frameworks etc.

Ursachen/Quellen von SV

- hilfreiche Unterscheidung: sachbedingte, lehrbedingte, innenbedingte Lernschwierigkeiten
- (Alltags-)Sprache → verweist auf Metaphern als „Erkenntnismittel“
- Alltagserfahrungen (mit chemischen Substanzen, Produkten, Phänomenen) --> beachtliche Konstruktionen, die im Alltag meist völlig ausreichend sind
- Visualisierungen → Wahrnehmungsmuster
- Medien
- Unterricht

Conceptual Change Theory

Jeder Lernweg von Schüler:innen-Vorstellungen hin zu wissenschaftlichen Vorstellungen wird als Conceptual Change bezeichnet, sei es durch Weiterentwicklung oder Umstrukturierung von Wissensnetzen [...] (Wilhelm & Schecker, 2018)

- setzt konstruktivistisches Lehr-Lernverständnis voraus

- Umstrukturierung des Vorwissens ist notwendig, aber Conceptual Change als Bezeichnung irreführend bzw. widerlegt (Auswechseln eines Konzeptes gegen ein anderes ist nicht möglich → Conceptual *Growth*, Koexistenz von fachlicher und alltäglicher Sichtweise)

Diagnose von und Umgang mit Schüler:innen-Vorstellungen

Grundvoraussetzungen für Erfolg (Posner et al. 1982)

- Unzufriedenheit der Lernenden mit vorhandenem Konzept
- Hinreichende (nicht notwendigerweise vollständige) Verständlichkeit des neuen Konzeptes Plausibilität des neuen Konzeptes in der betreffenden Situation („intuitiv einleuchtend“).
- Fruchtbarkeit des neuen Konzeptes in neuen Situationen

Diagnose von und unterrichtlicher Umgang mit Schüler:innen-Vorstellungen

- U.a. Berücksichtigen, Explizieren, ...
- Siehe z. B. Unterrichtsverfahren (z.B. Choice2Learn, Chemie im Kontext, ...)

Welchen Umgang mit Schüler:innen-Vorstellungen kann man beobachten?
nach Barke (2006); Schecker & Duit (2018)

- Überhören (aus didaktischer Perspektive eher negativ)
 - nicht auf Schülervorstellungen eingehen
 - eng auf die richtige Antwort hinlenken
- Zurechtbiegen (aus didaktischer Perspektive eher negativ)
 - Schüleraussagen im Lehrer-Echo korrigieren (Schüler wird schon das Richtige gemeint haben.)
 - Das vermeintlich Richtige heraushören (das Wort „Elektronegativität“ macht Lehrer froh.)
- Aufgreifen (aus didaktischer Perspektive eher positiv)
 - "Kannst Du Deine Erklärung noch einmal wiederholen?"
 - "Habe ich Dich richtig verstanden, dass Sauerstoff in Wasser sauer reagiert?"

Wünschenswert ist ein eher konstruktiver Umgang (nach Wilhelm & Schecker (2018)):
kontinuierliche Lernwege

- Umgehen:
 - Unterricht so aufbauen, dass bekannte fachliche Vorstellungen nicht aktiviert werden
- Anknüpfen:
 - Kontinuierlicher Übergang zu wissenschaftlichen Vorstellungen
 - Aufgreifen ausbaufähiger Vorstellungen der Lernenden
- Umdeuten:
 - Vorstellungen werden in die Sprache der Wissenschaft übersetzt
 - betont die Angemessenheit des Denkens, die aber mit einem anderen Fachbegriff verbunden wird
- Überbrücken:
 - eine Überbrückungssituation vermittelt zwischen einer verstandenen Ankersituation und einer unverstandenen Zielsituation

diskontinuierliche Lernwege

- Konfrontieren:
 - Kognitiver Konflikt soll das Lernen des Neuen ermöglichen

Lern-Literatur zum Thema Schüler:innen-Vorstellungen:

Nerdel, C. (2017). Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Berlin: Springer Spektrum.

Barke, H.-D. (2006). Chemiedidaktik - Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Berlin: Springer-Verlag.

Taber, K. (2002). Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure: Theoretical background. London: Royal Society of Chemistry.

2.10. Heterogenität, Differenzierung, Inklusion

Def. **Heterogenität** (z.B. Sliwka, 2010):

„Die Lernenden werden als unterschiedlich betrachtet. Es werden Modifikationen vorgenommen, um ihren unterschiedlichen Bedürfnissen gerecht zu werden.“

Integration: Unterschiedlichkeit als Herausforderung, der man sich stellen sollte.

Mögliche Maßnahmen der Differenzierung

- Gestufte Lernhilfen / Tipp-Karten / verschiedene Anspruchsniveaus
- Advance Organizer
- Kontextorientierung und Auswahl der Kontexte (z.B. Wahl von Vorbildern)
- Auswahl geben, z.B. hinsichtlich
 - Themenwahl
 - Angebot von Materialien mit verschiedenen Abstraktionsniveaus
 - Sozialform, Zeit, ...
- Portfolios
- Kooperative / Kollaborative Lernformen
- ...

Def. **Diversität** (z.B. Sliwka, 2010):

„Die Lernenden werden als unterschiedlich wahrgenommen. Unterschiedlichkeiten dienen als Ressourcen für individuelles und wechselseitiges Lernen und Entwicklung.“

Inklusion: Unterschiede werden als Gewinn und Lernressource gesehen.

Lern-Literatur zum Thema Heterogenität, Differenzierung und Diversität:

Abels, S. & Markic, S. (2013). Themenheft "Diversität und Inklusion", Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie. 24 (135).

2.11. Weitere Themen

Außerschulische Lernorte

„Authentische Erfahrungsräume außerhalb des Schulgeländes, die Lernprozesse anregen, erweitern und ergänzen können“. (Hellberg-Rode, 2004)

Merkmale:

- Lernorte außerhalb der Schule, um schulisches und außerschulisches Lernen zu verbinden
- Ggf. Herstellung eines Praxisbezugs (auch realer Raum) zum Zwecke der Erarbeitung (auch Beantwortung) von Fragestellungen
- Projektartige Unterrichtsform

Vorteile und Nachteile / Herausforderungen außerschulische Lernorte für chemiedidaktische Inhalte

Didaktische Vor- und Nachbereitung

Kontexte

Definition Kontext nach ChiK:

„Ein Kontext ist ein übergeordneter Themenbereich von gesellschaftlicher und/oder persönlicher Relevanz, der geeignet ist, der geplanten Unterrichtseinheit eine didaktische Struktur zu verleihen.“ (Parchmann et al., 2008)

Definition Kontext nach van Vorst et al. (2015, S. 30)

„außerfachliche Situation, die als Ausgangspunkt für die Erarbeitung des fachlichen Inhalts genutzt wird“

Merkmale:

- Sollen authentisch / relevant für SuS sein (van Vorst, 2015)
- Bezugspunkt und roter Faden für die Erarbeitung chemischer Fachinhalte anhand „realer“ Fragestellungen/Probleme
- Anwendung chemischen Fachwissens unter multiplen Perspektiven (horizontale / vertikale Vernetzung)
- Kontexte müssen mit schulischen Mitteln thematisierbar und umsetzbar sein

Siehe z.B. auch Chemie im Kontext ChiK

Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)

Def. Nachhaltigkeit

„Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten der zukünftigen Generationen nicht eingeschränkt werden“ (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)

bzw.

„Leitvorstellung ist eine nachhaltige Raumentwicklung, die die sozialen und ökonomischen Ansprüche an den Raum und seine umweltrelevanten Funktionen in Einklang bringt“ (Umweltbundesamt)

Bildung für nachhaltige Entwicklung

„Im Rahmen einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung entwickeln Schülerinnen und Schüler Kompetenzen, die sie befähigen, nachhaltige Entwicklungen als solche zu erkennen und aktiv mitzugestalten.

Sie entwickeln Verantwortungsbewusstsein für Natur und Umwelt und erweitern ihre Kenntnisse über die komplexe und wechselseitige Abhängigkeit zwischen Menschen und Umwelt. Sie gehen sorgsam mit den **ökologischen, ökonomischen und sozialen Ressourcen** um, damit Lebensgrundlage und Gestaltungsmöglichkeiten der jetzigen und der zukünftigen Generationen in allen Regionen der Welt gesichert werden.

Die Schülerinnen und Schüler eignen sich Wissen über Umwelt- und Entwicklungsprobleme, deren komplexe Ursachen sowie Auswirkungen an und setzen sich mit Normen und Werten auseinander, um ihre Umwelt wie auch die vernetzte Welt im Sinne des Globalen Lernens kreativ mitgestalten zu können.“ (LehrplanPlus)

Als ganzheitlicher Bildungsansatz bezieht sich eine BNE auf die **17 Sustainable Development Goals (SDGs)** der Vereinten Nationen als Lerninhalte (UNESCO-Programm "BNE 2030").

- Ziele und mögliche Strategien angeben können

3. Literaturempfehlungen

3.1. Empfohlene Standardwerke der Chemiedidaktik

Sommer, K., Wambach-Laicher, J., & Pfeifer, P. (2018). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Seelze: Aulis Verlag. (nicht digital)

Reiners, C. (2016). *Chemie vermitteln. Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen*. Berlin: Springer Spektrum.

Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik*. Berlin: Springer Spektrum.

Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik - Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin: Springer-Verlag.

Krüger, D., Parchmann, I., & Schecker, H. (2018). *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin: Springer Verlag.

3.2. Sammlung der zitierten Literatur

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H.-L. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 88(3).

Banchi, H., & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science & Children*, 46(2), 26-29.

Banse, G. (1973). Modell und Erkenntnis in der Chemie. *Chemie in der Schule*, 5, 179-198.

Bindernagel, J., & Eilks, I. (2008). Modelle und Modelldenken im Chemieunterricht und ein Einblick in das Verständnis von erfahrenen Chemielehrkräften. *CHEMKON*, 15(4).

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Retrieved from Colorado Springs

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education* 86, 175-218.

Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I., & Ralle, B. (2008). *Chemie im Kontext - Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzeptes*. Münster: Waxmann.

Hofer, E., Abels, S., & Lembens, A. (2016). Forschendes Lernen und das 5E-Modell. *Plus lucis*, 1, 4.

Hofheinz, V. (2010). Das Wesen der Naturwissenschaften - Was die Naturwissenschaften ausmacht. *Unterricht Chemie*, 21(118/119), 8-13.

Jansen, W. (1986). Geschichte der Chemie im Chemieunterricht - das historisch-problemorientierte Unterrichtsverfahren. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht MNU*, 39(6), 321-330.

Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of chemical education*, 87(1), 22-29.

Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.

- Koenen, J., Emden, M., & Sumfleth, E. H. (2016). *Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung*. Münster: Waxmann.
- Lederman, N., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry. *Science and Education*, 23, 285-302.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Markic, S., Broggy, J., & Childs, P. (2013). How to Deal with Linguistic Issues in Chemistry Classes. In I. Eilks & A. e. Hofstein (Eds.), *Teaching Chemistry – A Studybook*. Rotterdam: SensePublishers.
- Marohn, A. (2008). "Choice2learn" - eine Konzeption zur Exploration und Veränderung von Lernervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 2008(14).
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Eds.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Neumann, I., & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen - Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19.
- Parchmann, I., & Venke, S. (2008). Eindeutig - Zweideutig?! Chemische Fachsprache im Unterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie NiU*, 19(106/107), 10-15.
- Pedaste, M., MÄeots, M., Siiman, L. A., Jong, T. d., Riesen, S. A. N. v., Kamp, E. T., . . . Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Schecker, H., & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen und Physiklernen. In *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (pp. 1-21). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Schmidkunz, H., & Lindemann, H. (1992). *Das forschend-entdeckende Unterrichtsverfahren - Problemlösen im Naturwissenschaftlichen Unterricht*. Dortmund: Westarp Wissenschaften.
- Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Berlin: Springer.
- Steinbuch, K. (1977). Denken in Modellen. In G. Schäfer, G. Trommler, & K. Wenk (Eds.), *Denken in Modellen*. Braunschweig: Westermann.
- Tiemann, R., Koppelt, J., & Nehring, A. (2011). Empirische Fundierung chemiedidaktischer Forschung – ein Beitrag zum kompetenztheoretischen Ansatz der Problemlöseforschung. In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Rothgangel, L.-H. Schön, H. J. Vollmer, & H.-G. Weigand (Eds.), *Empirische Fundierung in den Fachdidaktiken* (pp. 257-273). Münster: Waxmann
- Upmeier zu Belzen, A., & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16(41-57).
- van Vorst, H., Dorschu, A., Fechner, S., Kauertz, A., Krabbe, H., & Sumfleth, E. (2015). Charakterisierung und Strukturierung von Kontexten im naturwissenschaftlichen Unterricht - Vorschlag einer theoretischen Modellierung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 29-39.
- Wellnitz, N., Fischer, H. E., Kauertz, A., Mayer, J., Neumann, I., Pant, H. A., . . . Walpuski, M. (2012). Evaluation der Bildungsstandards: eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften ZfDN*, 18, 261-291.
- Wilhelm, T., & Schecker, H. (2018). Strategien für den Umgang mit Schülervorstellungen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Eds.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (pp. 39-61). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.

Wüsteneck, K. D. (1966). Einige Gesetzmäßigkeiten und Kategorien der wissenschaftlichen Modellmethode. *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, 14(12), 1425.