



Kommentar zum Fachlehrplan Chemie (Mittelschule/AHS-Unterstufe)

Autorinnen und Autor:

Elisabeth Hofer, Anja Lembens, Adrian Müller

Inhalt

1.	Einleitung	2
2.	Vertiefende Überlegungen zu wesentlichen Aspekten des Fachlehrplans.....	2
2.1	Bildungs- und Lehraufgabe: Warum wird Chemie unterrichtet und wohin soll es die Lernenden führen?	2
2.2	Didaktische Grundsätze: Welche Ansätze gibt es, um das Fach Chemie gut zu unterrichten?.....	2
2.3	Zentrale fachliche Konzepte (Basiskonzepte).....	3
2.4	Kompetenzmodell und Kompetenzbereiche	4
3.	Verknüpfung von Kompetenzbeschreibungen, Anwendungsbereichen und zentralen fachlichen Konzepten.....	5
3.1	Umsetzungshinweise – Beispiel 1	5
3.2	Umsetzungshinweise – Beispiel 2	6
3.3	Umsetzungshinweise – Beispiel 3	8
4.	Behandlung der übergreifenden Themen	10
5.	Individualisierung und Begabungsförderung.....	10
6.	Digital unterstützter Chemieunterricht	11
7.	Weiterführende Hinweise und Literatur.....	12
7.1	Chemie- und naturwissenschaftsdidaktische Lehrbücher.....	12
7.2	Online-Ressourcen	12

1. Einleitung

Der Kommentar ist eine vertiefende Erläuterung des Fachlehrplans. Er richtet sich primär an Lehrpersonen und soll sie dabei unterstützen, den Lehrplan besser zu verstehen und anwenden zu können. Dazu werden die Intention sowie wesentliche Aspekte des kompetenzorientierten Lehrplans näher ausgeführt und mit praxisnahen Anregungen für die Umsetzung ergänzt. Demgemäß kann der Kommentar in unterschiedlichen Situationen und Kontexten – von einzelnen Lehrpersonen, von Fachgruppen an Schulen, von Fach-Arbeitsgemeinschaften, im Rahmen der Aus- und Fortbildung usw. – genutzt werden.

2. Vertiefende Überlegungen zu wesentlichen Aspekten des Fachlehrplans

2.1 Bildungs- und Lehraufgabe: Warum wird Chemie unterrichtet und wohin soll es die Lernenden führen?

Im Abschnitt **Bildungs- und Lehraufgabe** werden die Bedeutung und die Ziele der Chemie als Unterrichtsfach erläutert. Für die Lehrpersonen wird hier das Grundgerüst hinsichtlich der **Zielsetzung** ihres Unterrichts beschrieben.

Im Alltag sind wir ständig mit Stoffen, deren Eigenschaften und Änderungen konfrontiert. Um in dieser Alltagswelt verantwortungsvoll urteilen und handeln zu können, ist es für alle Lernenden notwendig, einen fundierten Einblick in das Fach Chemie zu erlangen. Durch den Erwerb von Wissen und Kompetenzen im Bereich der Chemie wird eine Basis für lebenslanges Lernen und die Entwicklung einer kritischen Urteilsfähigkeit gelegt.

2.2 Didaktische Grundsätze: Welche Ansätze gibt es, um das Fach Chemie gut zu unterrichten?

Im Abschnitt **Didaktische Grundsätze** werden Zugangswege zum Erwerb von Wissen und Kompetenzen der Chemie erläutert. Für die Lehrpersonen wird hier das Grundgerüst hinsichtlich der **Strukturierung und Gestaltung** ihres Unterrichts beschrieben.

Ein zentraler Punkt ist der kompetenzorientierte Unterricht.¹ Dabei sollen die Lernenden nicht nur Fachwissen erwerben, sondern auch die Fähigkeit, dieses Fachwissen zur Bearbeitung von Problemstellungen – allein oder mit anderen – anzuwenden.

Auf dem Weg zum selbstständigen Problemlösen ist ein induktiver Unterricht – „vom Einzelfall zum Allgemeinen“ – sinnvoll. Wenn möglich, ist hier der praktische chemische Versuch – von den Lernenden ausgeführt – der Ausgangspunkt. Dabei ist besonders auf die fachsprachliche Beschreibung der Stoffebene und der Teilchenebene sowie auf die fachlich angemessene Verwendung von Symbolen und Formeln zu achten.

¹ Kompetenzorientierter Unterricht: <https://www.iqs.gv.at/themen/nationale-kompetenzerhebung/grundlagen-der-nationalen-kompetenzerhebung/bildungsstandards-und-kompetenzorientierter-unterricht> [Zugriff: 22.01.2023]

Es ist keine einfache Aufgabe, Chemie so zu unterrichten, dass Lernende ihr erworbenes Wissen und ihre Kompetenzen in vielfältigen (Alltags-)Situationen auch anwenden, um verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen. Eine der Herausforderungen ist es, die Ursachen und Wirkungen chemischer Phänomene und Vorgänge unter Verwendung einer fachlich angemessenen Sprache nachvollziehbar und verstehbar machen zu können. Hilfreich ist es in jedem Fall, sich am chemischen Dreieck² zu orientieren. Dabei muss klar kommuniziert werden, ob es um die Beschreibung eines beobachtbaren Phänomens (makroskopisch/**Stoffebene**) oder um die Erklärung der Ursache des Phänomens (submikroskopisch/**Teilchenebene**) geht.

Die submikroskopische Ebene ist keiner direkten Beobachtung zugänglich (Blackbox). Um über Phänomene sowie ihre Ursachen und Wirkungen zu kommunizieren, sind wir immer auf die Nutzung von Symbolen angewiesen. Symbole können Fachwörter, Formeln, Modelle, Diagramme etc. sein. Sie bilden die dritte Ebene des chemischen Dreiecks, die **symbolische Ebene** (siehe Abbildung 1).

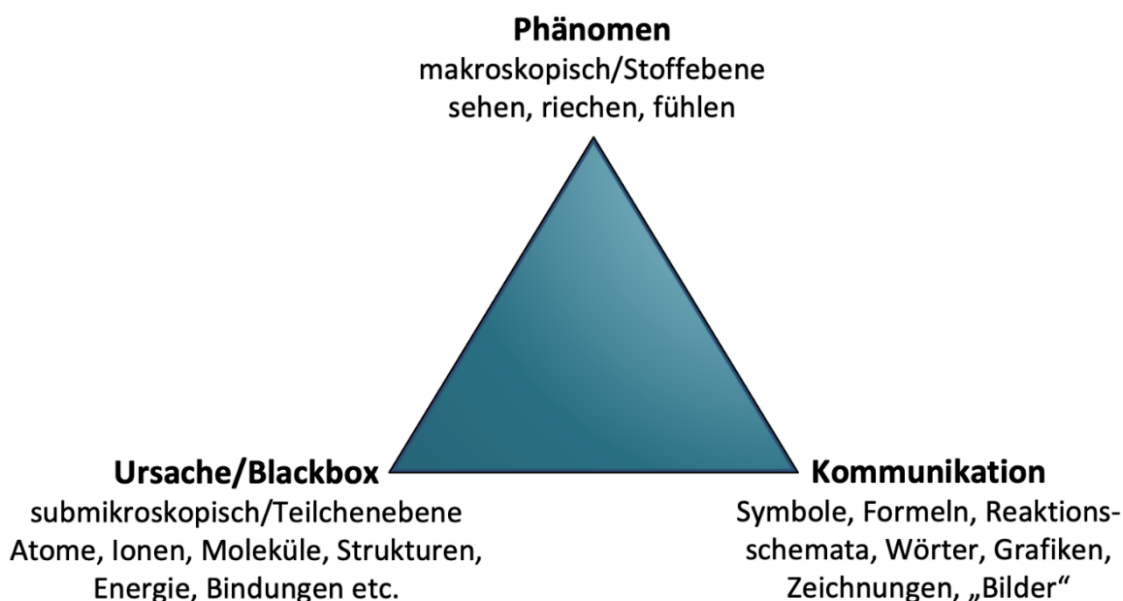


Abbildung 1: Das chemische Dreieck mit seinen drei Ebenen (eigene Darstellung)

2.3 Zentrale fachliche Konzepte (Basiskonzepte)

Um die Vielfalt chemischer Phänomene verstehen zu können und die Komplexität zu reduzieren, sind Kenntnisse über immer wiederkehrende Grundprinzipien der Chemie nötig.³ Im Lehrplan für die Sekundarstufe I werden diese Grundprinzipien anhand der drei **Basiskonzepte Stoffe und ihre Teilchen, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Chemische Reaktion** gegliedert.

² Chemisches Dreieck: <https://www.logos-verlag.de/lp/9783832553456lp.pdf> [Zugriff: 22.01.2023]

³ Basiskonzepte der Chemie: <https://www.u-helmich.de/che/lexikon/B/Basiskonzepte.html> [Zugriff: 22.01.2023]

2.4 Kompetenzmodell und Kompetenzbereiche

Das Kompetenzmodell Chemie besteht aus einer Inhalts- und einer Handlungsdimension und ist – wie auch bisher – so zu verstehen, dass es als Rahmung für die Gestaltung kompetenzorientierten Unterrichts dient. Die Verknüpfung der Inhalte der **Anwendungsbereiche** vor dem Hintergrund der **zentralen fachlichen Konzepte** (Inhaltsdimension) und der **Handlungsdimension** wird in Abbildung 2 dargestellt.

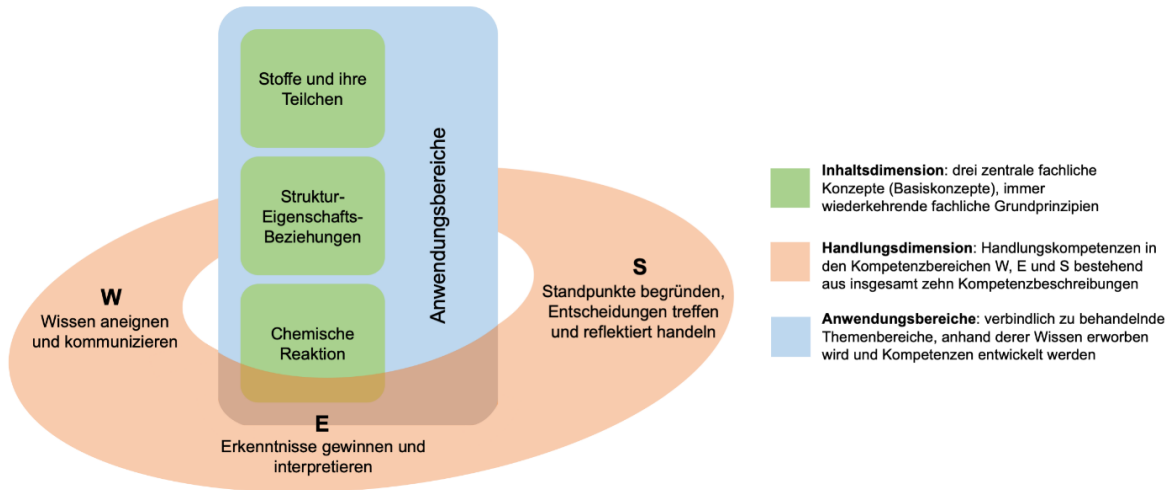


Abbildung 2: Verknüpfung von Inhalts- und Handlungsdimension im Kompetenzmodell mit den Anwendungsbereichen des Lehrplans (eigene Darstellung)

Das Kompetenzmodell Chemie ist vom früheren Kompetenzmodell Nawi 8⁴ abgeleitet, unterscheidet sich jedoch in folgenden Merkmalen:

- Das Kompetenzmodell Chemie ist ein **zweidimensionales Modell** bestehend aus Inhalts- und Handlungsdimension – die Anforderungsdimension entfällt. Anforderungen von Aufgabenstellungen sind vielschichtig, stark kontextabhängig und müssen an die individuellen Lernvoraussetzungen der Lernenden angepasst werden. Eine grundlegende Niveauunterteilung erscheint deshalb (für Unterricht und Leistungsbeurteilungen) wenig praktikabel.
- Die Inhaltsdimension im Kompetenzmodell besteht nicht länger aus Oberthemen, sondern wird durch die **drei zentralen fachlichen Konzepte** (siehe Abbildung 2) abgebildet.
- Die Bezeichnung der **Kompetenzbereiche** W („Wissen aneignen und kommunizieren“) und E („Erkenntnisse gewinnen und interpretieren“) hat sich nur minimal geändert, der Kompetenzbereich S heißt nun „Standpunkte begründen, Entscheidungen treffen und reflektiert handeln“, um eine klarere Abgrenzung zur Auswertung und Interpretation von Untersuchungen (Kompetenzbereich E) zu schaffen.
- Die einzelnen Kompetenzbeschreibungen (aus formalen Gründen nun zehn statt bisher zwölf) bleiben im Wesentlichen inhaltsgetreu erhalten, die Nummerierung (z. B. E2) entfällt.

⁴ Kompetenzmodell Nawi 8: <https://iqs.gv.at/themen/nationale-kompetenzerhebung/grundlagen-der-nationalen-kompetenzerhebung/grundlagen-der-bildungsstandards> [Zugriff: 22.01.2023]

3. Verknüpfung von Kompetenzbeschreibungen, Anwendungsbereichen und zentralen fachlichen Konzepten

Die im neuen Lehrplan aufgeführten **Anwendungsbereiche** müssen im Unterricht verbindlich behandelt werden. Die zeitliche Abfolge, die Gewichtung und die Tiefe der Bearbeitung (d. h. die didaktische Reduktion) der Anwendungsbereiche obliegt jedoch der Lehrperson. Im Folgenden finden sich exemplarische Umsetzungshinweise, die Bezug auf die adressierten Anwendungsbereiche, Basiskonzepte und Kompetenzbereiche (W, E und S) nehmen.

3.1 Umsetzungshinweise – Beispiel 1

Anwendungsbereiche:

- Aggregatzustände und Eigenschaften von Stoffen
- Aufbau von Atomen und Periodensystem der Elemente
- Bindungsmodelle, Strukturen und Wechselwirkungen
- Symbolische und grafische Darstellung auf Teilchenebene

Bei diesen vier Anwendungsbereichen ist das Vernetzen der Stoff- und der Teilchenebene in der Vorstellungswelt der Lernenden besonders essenziell:

Tabelle 1: Zusammenhang von Stoff- und Teilchenebene

Stoffebene (makroskopische Ebene)	Teilchenebene (submikroskopische Ebene)
Welche Eigenschaften hat der Stoff?	Aus welchen Teilchen ist der Stoff aufgebaut?
Wie sieht der Stoff aus, wie riecht er, wie fühlt er sich an?	Welche Struktur haben diese Teilchen? Wie sind diese Teilchen angeordnet?
Welche Dichte hat der Stoff?	Welche Eigenschaften haben diese Teilchen?
Welche Siedetemperatur hat der Stoff?	Welche Wechselwirkungen gibt es zwischen diesen Teilchen?
Kann der Stoff elektrischen Strom leiten?	
usw.	usw.

Die Lernenden sollen zu Begriffen, die sich auf die Stoffebene beziehen (Aggregatzustände und -übergänge, bestimmte Stoffeigenschaften), eine Vorstellung auf Teilchenebene entwickeln. Diese grundlegende Idee ist im zentralen fachlichen Konzept **Stoffe und ihre Teilchen** abgebildet. Zur Entwicklung von Vorstellungen über die nicht direkt sichtbare Teilchenebene ist das Anwenden einer grafischen und symbolischen Darstellung unerlässlich (Abbildung 3). Hier wird auch die Basis für die notwendigen Kompetenzen gelegt, um **„Vorgänge und Phänomene [...] in verschiedenen Formen [...] darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren“** zu können (Kompetenzbeschreibung, Kompetenzbereich W).

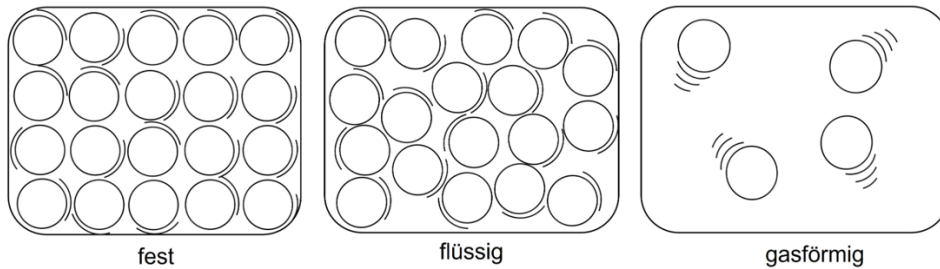


Abbildung 3: Vereinfachte Darstellung der Aggregatzustände im Teilchenmodell mit Andeutung der Teilchenbewegung (eigene Darstellung)

Wenn eine grundlegende Vorstellung über den Zusammenhang zwischen der makroskopischen und der sub-mikroskopischen Ebene entwickelt wurde, folgt der nächste Schritt: Wie lassen sich die Eigenschaften der Stoffe auf makroskopischer Ebene aus den Eigenschaften der Teilchen, d. h. deren Aufbau, deren Anordnung und deren Wechselwirkungen, erklären oder sogar voraussagen?

Dieser Gedanke betrifft den Anwendungsbereich **Bindungsmodelle, Strukturen und Wechselwirkungen** und baut auf dem zweiten zentralen fachlichen Konzept **Struktur-Eigenschafts-Beziehungen** auf. Als Beispiel sei hier der Zusammenhang *Polarität von Molekülen – Anziehung von Molekülen – Siedetemperatur und Mischbarkeit* genannt. In diesem Kontext sind die Lernenden schon gefordert, **Vermutungen aufzustellen** und **Abhängigkeiten festzustellen** (Kompetenzbeschreibung, Kompetenzbereich E).

3.2 Umsetzungshinweise – Beispiel 2

Anwendungsbereiche:

- Kennzeichen chemischer Reaktionen
- Darstellung chemischer Reaktionen
- Typen chemischer Reaktionen

Betrachten wir ein konkretes Beispiel zu diesen drei Anwendungsbereichen: Natronlauge und Salzsäure reagieren miteinander. Die folgende Darstellung soll insbesondere die Bedeutung einer klaren und eindeutigen Sprache aufzeigen, indem auf das Basiskonzept **Stoffe und ihre Teilchen** Bezug genommen wird.

Basiskonzept: Stoffe und ihre Teilchen

Phänomen-/Stoffebene: Natronlauge ist eine wässrige basische Lösung, Salzsäure ist eine wässrige saure Lösung. Werden diese Lösungen gemischt, kommt es zu einer Neutralisationsreaktion, bei der eine Erwärmung feststellbar ist. Bei Verwendung eines Säure-Base-Indikators kann eine Farbänderung beobachtet werden, die eine Veränderung des pH-Wertes anzeigt.

Ursachen-/Teilchenebene: Natronlauge besteht aus Natriumionen, Hydroxidionen (die als Baseteilchen fungieren) und Wassermolekülen. Salzsäure besteht aus Chloridionen, Oxoniumionen (die als Säureteilchen fungieren) und Wassermolekülen. Bei der Neutralisationsreaktion reagieren Hydroxidionen (Base) und Oxoniumionen (Säure) zu Wassermolekülen, dabei wird Wärme (Neutralisationsenthalpie) frei. Wassermoleküle können sowohl als Säure als auch als Base fungieren. Die Natriumionen und Chloridionen sind nicht an der Reaktion beteiligt.

Tabelle 2: Zuordnung von Fachbegriffen und chemischen Symbolen (Kommunikationsebene) zur Stoff- und Teilchenebene

Stoffebene		Teilchenebene
Natronlauge	Na^+, OH^-, H_2O	Natriumion, Hydroxidion, Wassermolekül
Salzsäure	Cl^-, H_3O^+, H_2O	Chloridion, Oxoniumion, Wassermolekül
Natriumhydroxid(-plättchen)	Na^+, OH^-	Natriumion, Hydroxidion
Chlorwasserstoff/Wasserstoffchlorid	HCl	Chlorwasserstoffmolekül/ Wasserstoffchloridmolekül
Wasser	H_2O	Wassermolekül

Die drei Anwendungsbereiche **Kennzeichen chemischer Reaktionen**, **Darstellung chemischer Reaktionen** und **Typen chemischer Reaktionen** adressieren darüber hinaus unmittelbar das Basiskonzept **Chemische Reaktion** und können mit diversen Handlungskompetenzen verknüpft werden.

Anwendungsbereich: **Kennzeichen chemischer Reaktionen**

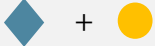
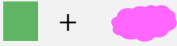

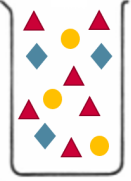
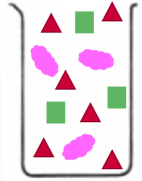

Anhand des Beispiels und der verschiedenen Darstellungsformen können folgende Kennzeichen chemischer Reaktionen besonders anschaulich dargelegt werden:

- Entstehung neuer Stoffe mit anderen Eigenschaften: Die an der Reaktion beteiligten Teilchen werden umgruppiert (aus Hydroxidionen und Oxoniumionen entstehen Wassermoleküle), sodass neue Stoffe mit anderen Eigenschaften entstehen (aus der basischen Natronlauge und der sauren Salzsäure entsteht eine [neutrale] Kochsalzlösung). Dieser Vorgang kann durch den Einsatz eines geeigneten Säure-Base-Indikators beobachtet und untersucht werden (Kompetenzbereich **Erkenntnisse gewinnen und interpretieren**).
- Energieumsatz: Bei der Reaktion von Natronlauge und Salzsäure kann eine Erwärmung festgestellt werden, was als Kennzeichen eines Energieumsatzes gilt. Um diese Temperaturveränderung nachzuvollziehen, ist es möglich, **Beobachtungen zu machen**, einfache **Messungen durchzuführen** oder komplexere **Untersuchungen zu planen, durchzuführen und zu protokollieren**. Die Ergebnisse der praktischen Arbeit (d. h. die Messerergebnisse) können dann **analysiert und interpretiert** werden.

Anwendungsbereich: **Darstellung chemischer Reaktionen**

Chemische Reaktionen können auf verschiedene Arten dargestellt werden, z. B. mit Wortgleichungen, in der Formelschreibweise, mithilfe von grafischen Symbolen, wie z. B. in Becherglasmodellen (siehe Tabelle 3). Dieser Anwendungsbereich ist unmittelbar mit dem Kompetenzbereich **Wissen aneignen und kommunizieren** verbunden, wobei die Beschreibung, Darstellung und Kommunikation von Vorgängen und Phänomenen besonders adressiert werden.

Tabelle 3: Zuordnung von Wortgleichungen, Formelschreibweise und Verwendung von grafischen Symbolen (Kommunikationsebene) zur Stoff- und Teilchenebene

Wortgleichung	Natronlauge	+	Salzsäure	→	Kochsalzlösung
Formelschreibweise	$Na_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$	+	$Cl_{(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$	→	$2 H_2O + Na_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$
Grafische Symbole		+		→	
Becherglasmodell	 Natronlauge (basisch)		 Salzsäure (sauer)		 Kochsalzlösung (neutral)

Anwendungsbereich: Typen chemischer Reaktionen

Die Neutralisationsreaktion ist eine spezielle Form von Säure-Base-Reaktionen, die in wässriger Umgebung stattfinden. Dabei reagieren Hydroxidionen und Oxoniumionen unter Bildung von Wassermolekülen miteinander. Die bei dieser Reaktion freiwerdende Energie wird als Neutralisationsenthalpie bezeichnet. Von einer Neutralisation kann jedoch nur gesprochen werden, wenn äquimolare Mengen (d. h. dieselbe Anzahl an Molen) miteinander reagieren und ein pH-Wert von 7 (neutral) resultiert.

Am Beispiel der Neutralisationsreaktion können Säure-Base-Reaktionen (neben Redox-Reaktionen) als wichtiger Typ chemischer Reaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip bearbeitet werden. Neben der Übertragung der Teilchen von einem Donator (Säureteilchen, hier: Oxoniumion H_3O^+) auf einen Akzeptor (Baseteilchen, hier: Hydroxidion OH^-) (Basiskonzept **Chemische Reaktion**) können hier auch noch die an der Reaktion beteiligten Stoffe und deren Aufbau (Basiskonzept **Stoffe und ihre Teilchen**) sowie deren Eigenschaften (Basiskonzept **Struktur-Eigenschafts-Beziehungen**) besprochen werden.

3.3 Umsetzungshinweise – Beispiel 3

Anwendungsbereiche:

- „Planen, Durchführen, Beobachten, Erfassen, Auswerten und Dokumentieren von Untersuchungen“
- „Verhalten und Sicherheit im Umgang mit Chemikalien [...]“
- „Bedeutung der Chemie für Alltag, Wirtschaft, Gesundheit und Umwelt [...]“

Diese drei Anwendungsbereiche sind weniger fachinhalts-, dafür stärker prozessbezogen. Sie beziehen sich auf den Weg naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung sowie auf die Tätigkeiten von Chemikerinnen und Chemikern und das Berufsfeld in chemiebezogenen Berufen. Außerdem werden die Relevanz und Rolle der Chemie in unserer Gesellschaft thematisiert.

Der Anwendungsbereich **Planen, Durchführen, Beobachten, Erfassen, Auswerten und Dokumentieren von Untersuchungen** bezieht sich direkt auf den Kompetenzbereich **Erkenntnisse gewinnen und interpretieren** und kann in Form verschiedenster Versuche und Experimente bearbeitet werden. Je nach Zielsetzung kön-

nen diese einen eher inhaltlichen Schwerpunkt haben oder stärker auf naturwissenschaftliche Arbeitsweisen⁵ fokussieren. Insgesamt empfiehlt es sich (ggf. mit Ausnahme der Einführung neuer Geräte oder Methoden), stets eine **Frage** an den Anfang von Untersuchungen zu stellen. Von dieser Frage wird nicht nur die Durchführung einer Untersuchung, sondern auch die Auswertung der Daten abgeleitet und damit das praktische Arbeiten im chemischen Labor strukturiert.

Mit welchem Gefäß oder Gerät können 150 mL Wasser am genauesten abgemessen werden?

Ausgehend von dieser Frage können die Lernenden eigenständig eine **Untersuchung planen** oder eine bereits vorgegebene **Untersuchung durchführen**. Neben dem sinnvollen Einsatz und der richtigen Handhabung von Geräten und Gefäßen können die Lernenden an diesem Beispiel auch das **Dokumentieren von Untersuchungen** erlernen.

Arbeitsphasen, in denen die Lernenden selbst Untersuchungen planen, eignen sich bestens zur **Differenzierung**. Ausgehend von einem allgemeinen Arbeitsauftrag lassen sich Komplexität und Anforderungsniveau vergleichsweise einfach abändern:

- Variation des abzumessenden Volumens: 125 mL oder 7 mL sind deutlich schwieriger präzise abzumessen als etwa 100 mL oder 250 mL.
- Vorauswahl oder Einschränkung der Messgeräte: Die Verwendung einheitlicher Fassungsvermolumina (z. B. jeweils 50 mL) sowie die Einschränkung der Anzahl (z. B. „Wähle drei der Geräte/Gefäße für deine Untersuchung aus.“) reduzieren die Komplexität.
- Strukturierung des Untersuchungsprozesses: Durch den Einsatz von Protokollvorlagen, die Integration von Arbeitsanweisungen (z. B. „Stellt eine Vermutung auf und begründet sie.“) oder die Verwendung von Leitfragen (z. B. „Wie könnt ihr die abgemessenen Volumina am besten vergleichen?“) kann die Komplexität reduziert werden.
- Einsatz von Unterstützungsmaterial: Durch den Einsatz von Protokollvorlagen, Abbildungen (siehe Abbildung 4), Durchführungshinweisen oder Hinweiskarten sowie durch die Verwendung einfacher Sprache, das Vorgeben von Satzanfängen oder das Dokumentieren mit Bildern und Fotos kann die Komplexität wesentlich reduziert werden.

⁵ Naturwissenschaftliches Arbeiten: https://www.schulportal-thueringen.de/get-data/4639db42-ba81-453b-8c70-c57f492a8397/Modul2_Staedel.pdf [Zugriff: 22.01.2023]

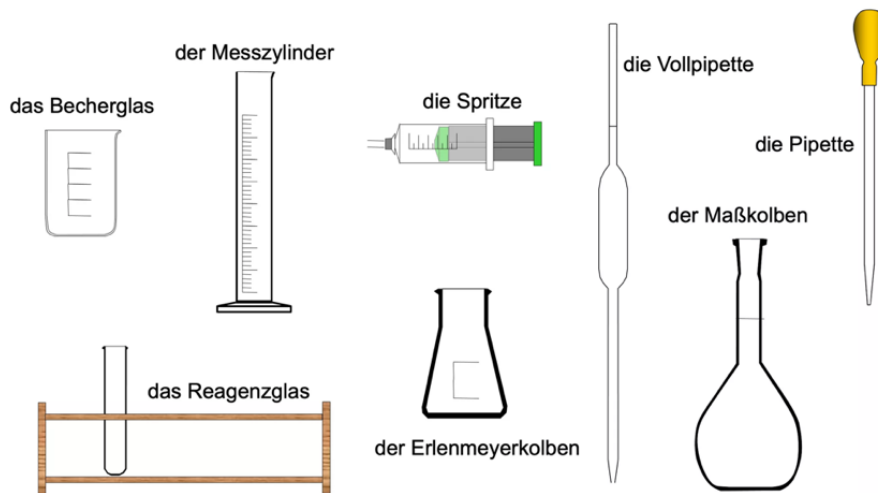


Abbildung 4: Übersicht über die zur Verfügung stehenden Messgeräte und -gefäße (eigene Darstellung)

Insgesamt kann und soll bei der Durchführung jeglicher Untersuchungen auch immer der Anwendungsbereich **Verhalten und Sicherheit im Umgang mit Chemikalien im chemischen Labor sowie im Alltag** adressiert werden.

4. Behandlung der übergreifenden Themen

Der Intention des Fachlehrplans Chemie folgend ist der Chemieunterricht so zu gestalten, dass

- die Fachsprache präzise und bewusst verwendet wird (Sprachliche Bildung und Lesen [ÜT 10]);
- Kontexte, Inhalte und Methoden so ausgewählt werden, dass alle Lernenden gleichermaßen angesprochen werden (Reflexive Geschlechterpädagogik und Gleichstellung [ÜT 8]);
- die Lernenden im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung für einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen sensibilisiert werden (Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung [ÜT 11]);
- die Lernenden einen Einblick in die Disziplin Chemie und chemienahe Berufe erlangen (Bildungs-, Berufs- und Lebensorientierung [ÜT 1]).

5. Individualisierung und Begabungsförderung

Lernende bringen unterschiedliches Vorwissen, vielfältige Vorerfahrungen, Interessen und Lernpräferenzen mit. Individualisierter und differenzierter Unterricht orientiert sich an dieser Vielfalt und fördert individuelle Lernprozesse durch unterschiedliche und abwechslungsreiche Lernsettings.

Um Chemieunterricht so zu gestalten, dass alle Lernenden an den fachlichen Lehr-Lern-Prozessen aktiv teilhaben können, ist es wichtig, die individuellen Lernvoraussetzungen, Interessen und Bedarfe anzuerkennen und wertzuschätzen. Hierfür braucht es flexible und anpassungsfähige Unterrichtsformate und -materialien. Die individuellen Interessen der Lernenden können beispielsweise dadurch angesprochen werden, dass ein Phänomen (z. B. das Freisetzen von Kohlenstoffdioxidgas bei der Reaktion von Carbonaten mit sauren Lösungen) in verschiedenen Kontexten (z. B. Brausetablette, Backpulver, Brausepulver-Süßigkeit) bearbeitet wird.

Auch Forschendes Lernen, fragengeleiteter oder problembasierter Unterricht bieten sich an, um den Lernenden individuelle Bearbeitungswege zu ermöglichen, indem offene Phasen bei der Planung und Durchführung von Untersuchungen sowie der Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse geschaffen werden. Die Einschränkung oder Erweiterung von Entscheidungs- und Handlungsspielräumen (z.B. unterschiedlich starke Vorgaben zu Material und Durchführung; siehe Beispiel 3) sowie ein unterschiedliches Maß an Selbststeuerung und Selbstverantwortung (z. B. durch mehr oder weniger ausführliche Protokollvorgaben) können dazu beitragen, ein begabungsförderndes Lernumfeld zu schaffen.

Insgesamt kann das fachliche Niveau des Chemieunterrichts durch die Variation der unterschiedlichen Kommunikationsebenen (makroskopisch, submikroskopisch, symbolisch) differenziert werden. So können beispielsweise manche Lernende eine chemische Reaktion mithilfe einer Wortgleichung beschreiben, andere in Form einer stöchiometrisch ausgeglichenen Formelgleichung. Weiters kann eine Individualisierung der Lernprozesse auch durch das Einbeziehen verschiedener medialer Formate (z. B. Fachinformationen in Form von Texten, Grafiken, Audio- und Videodateien sowie interaktiven Online-Ressourcen) erfolgen. Hierbei werden insbesondere durch digitale Medien (siehe unten) neue Wege und Möglichkeiten eröffnet.

Die Förderung besonderer Interessen und Begabungen kann darüber hinaus durch ergänzende schulische Angebote, den Besuch außerschulischer Lernorte sowie die Teilnahme an Wettbewerben (z. B. Chemieolympiade oder VCÖ-Projektwettbewerb) erfolgen.

6. Digital unterstützter Chemieunterricht

Im Chemieunterricht können digitale Medien (Geräte, Tools, Materialien und Anwendungen) auf unterschiedlichste Weise eingesetzt werden.⁶ Dabei können sie vier grundlegende Funktionen erfüllen: Lernwerkzeug, Experimentierwerkzeug, Lernbegleiter oder Lerngegenstand. Es sei an dieser Stelle betont, dass die Nutzung digitaler Medien und Geräte noch keine Lernumgebung darstellt, sondern nur eine Anwendung ist. Zentral ist es, diese Medien mit Blick auf die anvisierten Lehrziele und Lernprozesse ganz gezielt auszuwählen und einzusetzen. Solche Ziele können sein:

- Recherche, Verarbeitung und Dokumentation von Informationen
- Kommunikation und Kooperation
- Aufbereitung, Darstellung und Präsentation von Informationen, Daten und Ergebnissen
- Modellierung und Visualisierung von Teilchen und Vorgängen
- etc.

Digitale Schulbücher, Informations- und Unterrichtsmaterialien erlauben eine individualisierte Gestaltung offener Arbeitsphasen, da sie den Lernenden flexibel und bedarfsorientiert zur Verfügung gestellt werden können. Darüber hinaus können in digitalen Formaten räumlich erfahrbare und dynamische Visualisierungen von Teilchen, Vorgängen und Modellen (z. B. 3-D-Molekül-Viewer, Animationen und Simulationen; siehe 7.2, Online-Ressourcen) als Ergänzungen zu herkömmlichen Unterrichtsmedien (wie z. B. gedruckten Schulbüchern) zur Verfügung gestellt werden. Durch die Arbeit mit digitalen Geräten (z. B. Computer, Tablets, Smartphones, interaktive Whiteboards) und Plattformen können nicht nur Bild-, Audio- und Videoaufnahmen als Unterrichtsressourcen genutzt, geteilt und gesichert werden, sondern auch Arbeitsblätter und Pro-

⁶ Naturwissenschaften digital: Toolbox für den Unterricht. Band 1. https://www.mint-digital.de/fileadmin/user_upload/210617_NW_Digital_Toolbox_Band_1_Webversion.pdf [Zugriff: 22.01.2023]

tokollvorlagen mit multimedialen Inhalten (z. B. Fotos oder Videos von Apparaturen oder Versuchsdurchführungen, Screenshots von digitalen Messgeräten oder App-Anwendungen) befüllt werden. Dies reduziert nicht nur die Barrieren in der Bearbeitung, sondern macht das Unterrichtsmaterial auch authentischer. Beim praktischen Arbeiten können digitale Medien zudem zur Erfassung (integrierte und externe Messsensoren) sowie zur Analyse von Messdaten genutzt werden. Smartphones, Tablets und entsprechende Apps ermöglichen es außerdem, Phänomene und chemische Vorgänge zu filmen und anschließend in Zeitlupe oder Zeitraffer zu betrachten, um so stoffliche Veränderungen besser sichtbar zu machen. Für Demonstrationsversuche ergibt sich zudem die Möglichkeit, diese zu filmen, zu projizieren und aufzuzeichnen, um einerseits für eine optimale Sichtbarkeit zu sorgen und andererseits ein mehrmaliges Beobachten des Versuchs zu ermöglichen, ohne ihn wiederholen zu müssen.

7. Weiterführende Hinweise und Literatur

7.1 Chemie- und naturwissenschaftsdidaktische Lehrbücher

H.-D. Barke, G. Harsch, S. Kröger & A. Marohn (2018). Chemiedidaktik kompakt: Lernprozesse in Theorie und Praxis. Springer, 3. Auflage.

J.-B. Haas (2021). chem.LEVEL. Fachsprachlich sensibler Chemieunterricht auf Basis des Johnstone Dreiecks. Logos.

P. Labudde & S. Metzger (Hrsg.) (2019). Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.–9. Schuljahr. Haupt, 3. Auflage.

C. Nerdel (2017). Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule. Springer Spektrum.

M. Rehm (Hrsg.) (2018). Wirksamer Chemieunterricht. Schneider Hohengehren.

C. Reiners (2017). Chemie vermitteln. Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen. Springer Spektrum.

H. Schmidkunz & W. Rentzsch (2020). Chemische Freihandversuche. Kleine Versuche mit großer Wirkung. Band 1. Aulis, 4. Auflage.

H. Schmidkunz & W. Rentzsch (2019). Chemische Freihandversuche. Kleine Versuche mit großer Wirkung. Band 1, überarbeitet von H. Kunze-Snigula. Aulis.

K. Sommer, J. Wambach-Laicher & P. Pfeifer (2018). Konkrete Fachdidaktik Chemie: Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht. Aulis, 6. Auflage.

7.2 Online-Ressourcen

Chemie & Schule: Zeitschrift des Verbands der Chemielehrer/-innen Österreichs, Sonderheft zum EU-Projekt TEMI. http://hp.vcoe.or.at/web/images/artikel/aktuelles/sonderheft_2015.pdf [Zugriff: 22.01.2023]

IMST Newsletter: Online-Zeitschrift der Initiative Innovationen machen Schulen top!, Newsletter 50 – Forschendes Lernen. https://www.imst.ac.at/files/ueber_imst/oeffentlichkeitsarbeit/imst_newsletter_50_final.pdf [Zugriff: 22.01.2023]

Leifi Chemie: Portal mit Anregungen und frei verfügbaren Materialien für den Chemieunterricht. <https://www.leifichemie.de> [Zugriff: 22.01.2023]

MINT Digital: Portal mit Anregungen und frei verfügbaren Materialien für den praktischen Einsatz von digitalen Medien im MINT-Unterricht. <https://www.mint-digital.de/> [Zugriff: 22.01.2023]

Plus Lucis: Zeitschrift des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts.
Themenheft Kompetenzorientierung: https://www.pluslucis.org/ZeitschriftenArchiv/2017-1_PL.pdf
[Zugriff: 22.01.2023]

Themenheft Forschendes Lernen: https://www.pluslucis.org/ZeitschriftenArchiv/2021-1_PL.pdf
[Zugriff: 22.01.2023]

sensiMINT: Sprachbildende Unterrichtsmaterialien. <https://www.sensimint.eu/unterrichtsmaterialien> [Zugriff: 22.01.2023]

SpottingScience – Chemieunterricht: Digital: Sammlung diverser Online-Ressourcen und digitaler Tools für den Chemieunterricht. <https://spottingscience.at/chemie-digital/> [Zugriff: 22.01.2023]