

Expertisen-Bericht zu den Fragestellungen zu den „Kompetenzen und Standards“:

Inhaltsverzeichnis:

Fragestellung 1: Didaktische Prinzipien	S. 2-17
Fragestellung 2: Beispielhafte Umsetzung für „Erkenntnisgewinnung“	S. 18-21
Fragestellung 3: Vernetzte Kompetenzentwicklung im NaWi-Unterricht	S. 22-26

Fragestellung 1)

Im neu zu erarbeitenden Fachteil C Chemie wird das Niveaustufenband beibehalten. Welche Prinzipien sollten bei der Progression der Standards aus fachdidaktischer Sicht angewendet werden, unter der Voraussetzung, dass nun die Basiskonzepte auf alle Kompetenzbereiche anzuwenden sind?

Da die weiterentwickelten Bildungsstandards nun die drei **Basiskonzepte (BK1: Aufbau und Eigenschaften von Stoffen und Teilchen, BK2: Chemische Reaktion, BK3: Energie)** auf alle Kompetenzbereiche anwenden, sollte die Progression der Standards durch folgende Prinzipien bestimmt werden:

- **Kumulative Kompetenzentwicklung:**
Konzepte werden spiralförmig aufgebaut, sodass frühere Kenntnisse in späteren Stufen vertieft und erweitert werden.
- **Steigende Komplexität:**
Während in den unteren Niveaustufen (C-D) grundlegende chemische Denk- und Arbeitsweisen vermittelt werden, erfolgt in höheren Niveaustufen (E-H) eine stärkere Verknüpfung mit abstrakten Modellen und Theorien.
- **Erhöhung der Eigenständigkeit:**
Während auf niedrigeren Niveaustufen eine engere Anleitung und strukturierte Aufgaben vorherrschen, sollten auf höheren Stufen zunehmend eigenständige Erkenntnisprozesse gefordert werden.
- **Integration experimenteller Kompetenzen:**
In jedem Kompetenzbereich sollte sich die Anwendung der Basiskonzepte durch steigende Anforderungen in der Experimentierfähigkeit widerspiegeln.
- **Vernetzung der Kompetenzbereiche:**
Insbesondere in höheren Niveaustufen (z. B. F-H) sollte die Verbindung zwischen

Sach- und Erkenntnisgewinnungskompetenz mit der Kommunikations- und Bewertungskompetenz intensiviert werden.

- **Fächerübergreifende Vernetzung:**
Mit zunehmender Kompetenzentwicklung sollten in den höheren Niveaustufen auch Implikationen für fächerübergreifende Ansätze verankert sein, um komplexen Problemen mehrschichtig begegnen zu können.
- **Exemplarität**
Das Prinzip der Exemplarität beruht darauf, dass Sachverhalte an konkreten Beispielen veranschaulicht werden. Die Beispiele sollten so gewählt werden, dass sie von einfachen hin zu komplexen Zusammenhängen führen. Ebenso sollten zur Abgrenzung Gegenbeispiele bzw. Ausnahmen thematisiert werden.
- **Alltagsbezüge/ Relevanz**
Der Zusammenhang des Lernstoffes für den Alltag bzw. die Relevanz dessen für einen persönlich oder für die Gesellschaft bzw. Menschheit sollte möglichst in jeder Einzelstunde verdeutlicht werden. In höheren Niveaustufen sollte es zunehmend gelingen, auch indirekte oder komplexe Zusammenhänge (z.B. auch interdisziplinär verknüpft) herauszustellen.

Auf den nächsten Seiten führe ich die o.g. Prinzipien unter Bezugnahme der drei formulierten Basiskonzepte beispielhaft für alle vier Kompetenzbereiche aus und ergänze diese um Hinweise und Anmerkungen, die ich empfehle, bei der Progression der Standards zu beachten. An einigen Stellen habe ich Kommentare eingefügt, welche weitergehende Hinweise wie z.B. Links zu online-Quellen enthalten.

1) Sachkompetenz

Im neuen Kompetenzbereich Sachkompetenz (ehemals Fachwissen) erfolgt die Struktur nicht mehr nach den Basiskonzepten, sondern nach den drei Johnstone Ebenen (Johnstone, 1993) „makroskopische Ebene“, „submikroskopische Ebene“, „Repräsentationsebene“. Innerhalb dieser wird (teils implizit, teils explizit) der Bezug zu den drei Basiskonzepten jeweils hergestellt. Daher sollte es hier nicht schwer fallen, die Standardformulierungen unter Beibehaltung des Niveaustufenbandes und der Anwendung der Basiskonzepte zu realisieren.

S1: Die makroskopische Ebene (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
S1.1: unterscheiden zwischen Reinstoffen und Stoffgemischen sowie Elementen und Verbindungen	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Unterscheidung von Atom, Atomverbindung (Molekül), Atom-/Molekülverband (Stoffportion) usw. nötig.
S 1.2 kennen und nutzen Ordnungssysteme für Stoffe	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Z.B. Einführung des PSE über die periodisch auftretenden Stoffeigenschaften und Aufbau ihrer Atome.
S 1.3 nutzen Stoffeigenschaften, um Stoffe zu klassifizieren oder zu identifizieren	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Stoffeigenschaften wie Schmelz-/ Siedepunkt, Leitfähigkeit, Brennbarkeit, Löslichkeit usw. stehen im Zentrum.
S 1.4 beschreiben den Zusammenhang von äußeren Bedingungen und Stoffeigenschaften	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Druck, Temperatur (→Energie), Zerteilungsgrad, aber auch pH-Wert, Medium, usw. beeinflussen Stoffeigenschaften.
S 1.5 beschreiben chemische Reaktionen als Einheit von Stoff- und Energieumwandlungen	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Erstmals Bezug zu allen 3 BK. Wichtig: Nur bei dauerhafter Eigenschaftsänderung (nach Rückkehr p_{Anfang} und T_{Anfang}) fand eine chemische Reaktion statt → z.B. Lösungsprozess von Salzen
S 1.6 beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen	<input type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Unbedingt mit Energiekonzept verbinden. Z.B. über Energiediagramm von C-Kreislauf (Atmung & Photosynthese): $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energie}$
S 1.7 beschreiben Möglichkeiten der Beeinflussung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Bezug zu allen 3 Bks. Faktoren wie Zerteilungsgrad, Druck, Temperatur usw. betrachten. Beispiel: Schnellkochtopf → Wasser siedet bei 118°C bei 1,8 bar.
S 1.8 unterscheiden verschiedene Energieformen	<input type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Chem. Energie; Energieträger (Fossil vs. Erneuerbar); therm. E. ; pot. E.; kin. E.; elektr. E.; Strahlungs-E.; Kern-E.

S2: Die submikroskopische Ebene; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
S 2.1 beschreiben modellhaft den submikroskopischen Bau ausgewählter Reinstoffe und Stoffgemische	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Arbeiten mit Modellen (→KB Erkenntnisgewinnung) sowie Modellreflexion sind hier zentrale Elemente
S 2.2 unterscheiden Atome, Ionen und Moleküle	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Fachsprachliche Trennung der Stoff- und Teilchenebene (→ KB Kommunikation) sehr wichtig.
S 2.3 beschreiben den Bau von Atomen mithilfe eines differenzierten Atommodells	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Erst jetzt können chem. Reaktionen fachlich konsistent beschrieben werden. Retrospektiv das einfache Teilchenmodell kritisch reflektieren.

Kommentiert [A.B.1]: Sehr häufig findet man solche Darstellungen in Lehrbüchern: https://d1g9li960vaggp7.cloudfront.net/wp-content/uploads/2022/06/Wp-Bilder_Daltons-Atommodell-2-1024x576.jpg

Im undifferenzierten Teilchenmodell wird nicht zwischen Atomen, Molekülen und Ionen unterschieden. Somit kann nicht fachlich konsistent eine chemische Reaktion dargestellt werden.

S 2.4 unterscheiden und erklären Bindungstypen	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Wichtig: Verknüpfung mit Bindungsenergie: Bindungsbruch benötigt Energie. Bindungsbildung setzt Energie frei. → endotherme/exotherme Reaktionen
S 2.5 beschreiben räumliche Strukturen von Teilchen auf Basis eines Bindungsmodells	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Räumlicher Bau (2.5) und Wechselwirkungen (2.6) sollten verknüpft werden unter Betrachtung von Dipolmomenten. Nur so lassen sich die Struktur-Eigenschafts-Beziehung kohärent vermitteln. Beispielsweise über ein Mystery: „Wäre das Wassermolekül linear aufgebaut, so wäre Mars der blaue Planet.“
S 2.6 erklären Wechselwirkungen zwischen Teilchen	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	
S 2.7 begründen makroskopische Eigenschaften von Stoffen auf submikroskopischer Ebene	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Neben Schmelz- & Siedepunkt, Löslichkeit, Dichte auch elektrische LF von Leiter, Halbleiter und Isolator betrachten; zur Auswertung von Experimenten notwendig (in Vorbereitung auf S 2.9)
S 2.8 beschreiben Donator-Akzeptor-Vorgänge auf submikroskopischer Ebene	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Hier ist wieder die Nutzung von Modellen (auch interaktiven) und auch die Fachsprache (Trennung von Stoff- und Teilchenebene) sehr bedeutsam. Die Betrachtung der Bindungsenergie ist für höhere Niveaustufen zu empfehlen → Unterscheidung zwischen „freiwilligen“ und „erzwungenen“ Reaktionen.
S 2.9 deuten Stoffumwandlungen hinsichtlich des Umbaus chemischer Bindungen	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	

S3: Die Ebene der Repräsentationen; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
S 3.1 kennen Bedeutungen und Aussagen chemischer Symbole und Formeln und nutzen diese zur Beschreibung chemischer Sachverhalte;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Eine wichtige und sinnvolle Übung ist hier die Überführung von Animationen zu Teilchenprozessen in eine Reaktionsgleichung. SuS höherer Niveaustufen können versuchen, aus einer gegebenen Reaktionsgleichung eine Teilchenanimation zu erstellen (z.B. mithilfe von PowerPoint oder StopMotion). Hierdurch lassen sich z.B. Fehlvorstellungen diagnostizieren.
S 3.2 beschreiben chemische Reaktionen stöchiometrisch korrekt unter Verwendung der Formelsprache und stellen Reaktionsgleichungen auf;	<input type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	
S 3.3 beschreiben den energetischen Verlauf chemischer Reaktionen.	<input type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Hier sollte mit Energiediagrammen gearbeitet werden und die Begriffe Aktivierungsenergie, endotherm und exotherm sollten veranschaulicht werden. Zudem sollte die Luminol-Reaktion exemplarisch behandelt werden für eine „energiefreisetzende Reaktion“, bei welcher anstelle von Wärme Licht frei wird.

2) Erkenntnisgewinnungskompetenz

E1: Erkenntnisse mithilfe von Experimenten gewinnen; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
E 1.1 erkennen und entwickeln Fragestellungen und Hypothesen, die mithilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten bzw. zu prüfen sind;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Hier sollten Fragestellungen und Hypothesen zu allen drei Basiskonzepten behandelt werden. So etwa die Unterscheidung von Stoffgemischen und Reinstoffen, die Unterscheidung von chemischen Reaktionen von physikalischen Vorgängen und der Unterschied zwischen endothermen und exothermen Reaktionen.
E 1.2 planen Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen und führen diese fachgerecht durch.		
E 1.3 vollziehen eigene und fremde Untersuchungen, qualitative und quantitative Experimente mit Blick auf die zu klärende Fragestellung nach;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Hier steht das genaue Beobachten im Fokus, welches sich auf alle drei Basiskonzepte anwenden lässt. So können die beobachteten Stoffeigenschaften später bei der Auswertung auf Strukturmerkmale zurückgeführt werden. Ebenso sind beobachtete Stoffveränderungen sowie wahrgenommene Energieveränderungen (Wärme, Licht usw.) Merkmale einer chemischen Reaktion.
E 1.4 erheben relevante Daten im Rahmen von Untersuchungen insbesondere in chemischen Experimenten – auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Hier erheben die SuS bestimmte Versuchdaten wie z.B. Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit usw. Diese Parameter sollten in Bezug zu den Basiskonzepten gesetzt werden. So können pH-Wert und Leitfähigkeit auf der Teilchenebene mit dem Vorhandensein bestimmter Teilchenarten (H ⁺ bzw. Ionen) in Verbindung gebracht werden. Parameter wie Temperatur oder Leitfähigkeit stehen unmittelbar in Bezug zum Energiekonzept. Und die Änderung der Parameter sind Indizien für das Auftreten einer chemischen Reaktion.
E 1.5 beschreiben in erhobenen oder recherchierten Daten Trends, Strukturen und Zusammenhänge, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen – auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge.		

E2: Modelle im Rahmen der Erkenntnisgewinnung nutzen; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
E 2.1 unterscheiden zwischen Sach- und Denkmodellen	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Zur Einführung von Modellen ist hier das „Black-Box-Experiment“ zu empfehlen. Die Bezüge zu den Basiskonzepten sollten explizit mithilfe von Sachmodellen erfolgen. So dienen z.B. Kugel-Stab-Modelle zur Veranschaulichung von Teilchenstrukturen. Animierte Computermodelle können chemische Reaktionen sehr gut darstellen. Und Energiediagramme können ebenfalls als Sachmodelle angesehen werden, die den energetischen Verlauf einer Reaktion visualisieren. Auch hier können animierte Energiediagramme lernförderlich sein.
E 2.2 erkennen Modelle und Modellexperimente als notwendige Hilfsmittel zur Erklärung und Vorhersage von Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene		

Kommentiert [A.B.2]: Z.B. von Cornatex: https://www.cornatex.com/out/media/BADE_1091130.pdf?srsid=Afm-B0op99cZspkvZ3TAX_rcUatVraXYucAjlXimclv5E4g-APNN9vdWV6

E 2.3 beschreiben mithilfe von Struktur- und Bindungsmodellen den submikroskopischen Aufbau der Materie	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input type="checkbox"/> BK3: Energie	Hier wird explizit das „Stoff-Teilchen-Konzept“ angesprochen. Beispiele sind der Atombau und der Aufbau von Molekülen, Ionengittern und Metallen.
E 2.4 wenden mathematische Modelle zur Beschreibung chemischer Sachverhalte an;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Einfache mathematische Modelle wie Proportionalität und Dreisatz werden bei der Stöchiometrie genutzt. Teilchengemetrien werden mittels mathematischer Körper beschrieben. Komplexere Zusammenhänge wie der Logarithmus kommen bei pH-Wert-Berechnungen zur Anwendung. Komplexere mathematische Gleichungen treten in der Elektrochemie (Nernst Gleichung) auf. An den o.g. Beispielen wird deutlich, dass alle drei Basiskonzepte angesprochen werden können bzw. sollten.
E 2.5 wählen Modelle zur Erklärung chemischer Sachverhalte aus;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Die Auswahl und Reflexion von Modellen sollten sich auf bestimmte Kriterien beziehen. Ein bedeutendes Kriterium ist hierbei der Zweck des Modells. Sollen Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (BK1) diskutiert werden? Soll der Mechanismus einer chemischen Reaktion (BK2) veranschaulicht werden oder soll z.B. über den energetischen Verlauf (BK3) einer Reaktion diskutiert werden?
E 2.6 diskutieren Aussagen und Passung von Modellen.		

E3: Erkenntnisprozesse reflektieren; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
E 3.1 kennen und unterscheiden deduktive und induktive Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Induktion und Deduktion kann man auf alle drei Basiskonzepte beziehen. So lassen sich aus beobachteten Stoffeigenschaften (z.B. metallischer Glanz, Leitfähigkeit usw.) auf bestimmte Stoffgruppen schließen (BK1). Umgekehrt können deduktiv Strukturkenntnisse (z.B. Polarität eines Moleküls) angewendet werden, um Vorhersagen über bestimmte Reaktionsverhalten (Löslichkeit) zu treffen. Bei der Knallgarprobe (z.B. im Microscale-Format) können SuS induktiv herausfinden, bei welchem Mischungsverhältnis die meiste Energie (BK2+3) freigesetzt wird. Umgekehrt können die SuS aus der Reaktionsgleichung deduktiv das 2:1 Verhältnis ableiten und experimentell überprüfen.
E 3.2 erkennen das Denken in Modellen und das Experimentieren als zentrale Methoden der Erkenntnisgewinnung in der Chemie	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Hier ist es bedeutsam immer wieder explizit den Bezug zu den Basiskonzepten anhand konkreter Beispiele herzustellen. Für die Modelle ist das bereits bei E 2.2. dargelegt worden. Für die Experimente sei auf E 1.1 – E 1.3 verwiesen.
E 3.3 benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Chemie, Physik und Biologie;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Eine Möglichkeit der Unterscheidung ist die Frage nach den Dimensionen der kleinsten Teilchen, mit denen sich die Wissenschaften im Wesentlichen beschäftigen: Die (Teilchen-)Physik beschäftigt sich im Wesentlichen mit dem inneren Aufbau des Atoms (insbesondere mit dem Atomkern und seinen Elementarteilchen)

Kommentiert [A.B.3]: z.B. das Wasserstoff-Projekt von Prof. Banerji: <https://banerji-lab.com/teach2-tomorrow/>

		<p>im Pikometerbereich $\sim 10^{-15}$ m bis Pikometerbereich $\sim 10^{-12}$ m. Die Chemie betrachtet im Wesentlichen die Elektronenhülle und ihre Veränderungen sowie die Wechselwirkung zwischen Molekülen im Nanometerbereich $\sim 10^{-9}$ m. Die Biologie wiederum betrachtet die Struktur und Funktion von größeren Makromolekülen wie Proteinen, Enzymen bis hin zu Bakterien im Mikrometerbereich $\sim 10^{-6}$ m.</p> <p>Eine wesentliche Gemeinsamkeit der drei Disziplinen stellen die Denk- und Arbeitsweisen wie Gesetze, Theorien, Modelle sowie Experimente dar. Weiterhin dienen die Basiskonzepte zur Feststellung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden. Die Chemie hat sowohl Bezüge zur Biologie (Struktur & Funktion sowie Stoff- und Energieumwandlung) als auch zur Physik (Erhaltung und Gleichgewicht).</p>
<p>E 3.4 beschreiben exemplarisch den wechselseitigen Einfluss von gesellschaftlich-sozialen Rahmenbedingungen und wissenschaftlichem Arbeiten</p>	<p><input type="checkbox"/>BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/>BK3: Energie</p>	<p>Dieser wechselseitige Einfluss lässt sich (vereinfacht) sehr prominent an den beiden Themen Klimaerwärmung und Energieproblem aufzeigen: Fossile Energieträger werden verbrannt (BK 2), um unseren Energiebedarf (BK 3) zu decken. Dabei entsteht das Treibhausgas CO_2, welches nachweislich zur Klimaerwärmung beiträgt. Durch großflächige Waldrodung (z.B. Regenwald) fehlen zunehmend CO_2-Senken, wodurch die CO_2-Konzentration in der Atmosphäre stetig zunimmt. In diesem Kontext sollte über Themen wie Fake-News, Content-Creator, AI-generated Content, Wissenschaftsungläubigkeit, Pseudowissenschaften usw. kritisch-reflektiv diskutiert werden. Künftig wird es für den „normalen Bürger“ immer schwieriger die Glaubwürdigkeit und Authentizität von wissenschaftlichen Aussagen und Daten zu überprüfen. Umgekehrt wird es für Wissenschaftler*innen immer schwieriger, ihre Glaubwürdigkeit und Integrität ggü. der allg. Bevölkerung zu verteidigen.</p>
<p>E 3.5 erkennen, dass sich naturwissenschaftliche Aussagen auf Basis neuer Informationen ändern können.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/>BK3: Energie</p>	<p>Die Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse lassen sich auf alle drei Basiskonzepte beziehen. Als Beispiel sei die stetige Weiterentwicklung der Atommodelle (BK 1) zu nennen. Oder die Entdeckung der Makromoleküle durch Staudinger. Die Entdeckung des Sauerstoffs als Reaktionspartner in einer Verbrennung (BK 2) durch Lavoisier widerlegte die Phlogistontheorie, die auf der Existenz sogenannter Feuerteilchen (BK 3) basierte. Als Beispiel für Entdeckungen der jüngeren Zeit seien die leitfähigen Polymere (BK 1) genannt (Nobelpreis 2000). Zuvor galten Kunststoffe als Isolatoren.</p>

3) Kommunikationskompetenz

K1: Informationen erschließen; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
K 1.1 recherchieren zu chemischen Sachverhalten in unterschiedlichen, auch digitalen, Quellen	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Bei der Recherche, Prüfung und Auswahl von Informationen können wieder Bezüge zu allen drei Basiskonzepten hergestellt werden. Beispielsweise müssen bei Modelldarstellungen (Sachmodellen) in Medien beurteilt werden, inwiefern diese fachlich konsistent dargestellt sind (z.B. Unterscheidung von Ionen und Atomen → BK 1). Wird die Reaktionsgleichung zu einem chemischen Prozess recherchiert, so muss z.B. beurteilt werden, ob die Stöchiometrie korrekt ist (BK 2). Beim Energiekonzept (BK 3) ist besonders auf die Korrekte Verwendung der Fachsprache zu achten, da hier im Alltagsgebrauch und in den Medien z.B. unzureichend zwischen Energieträgern (z.B. Erdgas, Braunkohle) und Energiewandlern (z.B. Photovoltaik, Windkraft bzw. Windkraftanlagen, Wasserkraft bzw. Wasserkraftmaschine) unterschieden wird. Aufgrund der zunehmenden Möglichkeit, Informationen digital zu generieren (z.B. mittels KI) und ohne Qualitätsprüfung zu verbreiten (z.B. über Social Media) sind Themen wie Fake-News, Pseudowissenschaften usw. ein wichtiger Bestandteil des Kompetenzbereichs K1 (vgl. auch E 3.4).
K 1.2 prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	
K 1.3 wählen mit Blick auf die Fragestellung relevante Informationen aus	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	

Kommentiert [A.B.4]: Als kritisch zu prüfendes Beispiel führe ich diese Darstellung der F.A.Z. über das Funktionsprinzip eines Li-Ionen Akkumulators auf:
<https://media0.faz.net/ppmedia/aktuell/wissen/2372205562/1.4039354/default/hq/beim-aufladen-wandern.jpg>
 Hier wird nicht zwischen Lithium-Ionen und Lithium-Atomen unterschieden und es erfolgt sprachlich keine Trennung zwischen Stoff- und Teilchenebene: Kohlenstoffatome werden als Kohlenstoff bezeichnet und Ionen des Cobaltoxid-Gitters werden als Cobalt und Sauerstoff bezeichnet.

Kommentiert [A.B.5]: Ein Beispiel ist hier zu finden:
<https://assets.vattenfall.de/binaries/content/gallery/commercialweb/privatkunden/bilder/glossar-neues-design/strommix/vattenfall-grafik-strommix-deutschland.jpg>
 Hier wird sogar von konventionellen und erneuerbaren Energien gesprochen, was aus fachlicher Sicht falsch ist, da Energien selbst nicht konventionell/erneuerbar sein können, sondern allenfalls die Energiequellen, welche die jeweiligen Energieformen bereitstellen.

K2: Informationen aufbereiten; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
K 2.1 stellen Zusammenhänge zwischen Alltagsphänomenen und chemischen Sachverhalten her	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Die Verknüpfung chemischer Sachverhalte mit der Lebenswelt und Alltagsphänomenen ist ein grundlegendes didaktisches Prinzip. Auch hier können Bezüge zu den drei Basiskonzepten hergestellt werden. So können SuS z.B. mithilfe des Teilchenmodells die unterschiedlichen Aggregatzustände von Wasser in Abhängigkeit der Temperatur erklären (→ BK1). Ebenso können sie erläutern, wieso an kalten Tagen in einem geschlossenen Raum bei Kerzenschein die Fenster beschlagen: Es entsteht CO ₂ und Wasserdampf (→ BK2), welcher an der kalten Scheibe kondensiert (→BK1). Oder die SuS beschreiben die Funktionsweise einer Sonnenschutzcreme: Das enthaltene Titandioxid absorbiert gefährliche UV-Strahlung und wandelt diese in Wärme um (→ BK3).
K 2.2 wählen aus, auf welche Weise fachliche Inhalte sach-, adressaten- und situationsgerecht weitergegeben werden;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Bei der Auswahl der Kommunikationsform bzw. -weise spielen Sprache, Artikulation und Visualisierung eine entscheidende Rolle. Auf diese Aspekte sollte sich die Standardformulierung

		entlang der Niveaustufen richten. Der Bezug zu den Basiskonzepten entsteht durch die sachgerechte Nutzung der Fachsprache und von Modellen bzw. Diagrammen (vgl. E2.5). Hier müssen SuS nicht nur entscheiden, ob ein Sachmodell besser zur Erläuterung von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (→BK1), chemischen Reaktionen (→BK2) oder Energiefragen (→BK3) geeignet ist. Sie müssen ebenfalls reflektieren, ob der Komplexitätsgrad des Modells und der gewählten Sprache für die Situation und den Adressaten angemessen sind. Beispielsweise entscheiden sie zwischen dem Teilchenmodell und dem Bohrschen Atommodell; Zwischen Reaktionsgleichung und Teilchenanimation; zwischen Begriffen wie „thermische Energie“ und „Wärme“ usw.
K 2.3 überführen Alltags-, Fach- und Formelsprache, Modelle und/oder andere Repräsentationen– auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge – ineinander	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Die Fähigkeit, situations- und adressatenbezogen zwischen den Sprachregistern wechseln zu können, ist ein zentrales Ziel des Chemieunterrichts. Hier müssen SuS wechseln zwischen „Teilchen“ und „Atom“/ „Molekül“/ „Ion“ (→BK1); zwischen „Verbrennung“ und „Reaktion mit Sauerstoff“ (→ BK2); zwischen „exotherm“ und „Abgabe von Wärme“ (→BK3). Die Überführung von komplexeren Sachmodellen in einfachere ist sicherlich höheren Niveaustufen zuzuordnen. Dabei können wiederum alle drei Basiskonzepte angesprochen werden. Als Beispiel sei genannt, dass SuS die Reaktionsgleichung zur Knallgasreaktion (→BK2) überführen in eine Animation im Teilchenmodell (→BK1) und dabei den exothermen Charakter (→BK3) durch animierte Wärmepfeile visualisieren (vgl. S3.1-S3.2).
K 2.4 nutzen die Formelsprache als ein Werkzeug der Verknüpfung zwischen makroskopischer und submikroskopischer Ebene	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Erweitert man das obige Beispiel zur Knallgasreaktion um das zugehörige Experiment, so nutzen die SuS die Formelsprache, um den Zusammenhang zwischen der experimentellen Beobachtung (Explosion) und den Vorgängen auf der Teilchenebene (Kettenreaktion) herzustellen, wobei erneut alle drei Basiskonzepte angesprochen werden.

K3: Informationen austauschen und diskutieren; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
K 3.1 dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer fachlichen Arbeit, Überlegung oder Recherche adressatenbezogen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Hier geht es darum, dass die SuS Informationen, die sie aus verschiedenen Quellen entnehmen, dokumentieren und präsentieren. Die Quellen können wiederum vielfältig sein. Das können Beobachtungsdaten aus einem Experiment sein, welche sie z.B. klassisch im Protokoll

		<p>schriftlich dokumentieren, oder aber auch unkonventioneller als Comic oder Video. Die fachliche Arbeit kann sich aber auch auf einen Fachtext oder ein Experten-Interview (Video) beziehen und die SuS erstellen eine passende Präsentation, um die wesentlichen Inhalte wiederzugeben. Hierbei müssen sie berücksichtigen, welche Darstellungen, Modelle und Sprache sie verwenden und beziehen dabei wieder alle drei Basiskonzepte ein. Für höhere Niveaustufen empfehlen wir die verstärkte Nutzung von PowerPoint, da sich damit sehr schön alle drei Basiskonzepte multimedial repräsentieren lassen. So können SuS mit einfachen Form-Objekten Modelle von Atomen, Ionen und Molekülen usw. (→BK1) erstellen. Durch Ausnutzung der Pfadanimationen und dem Folienübergang „Morphen“ können SuS auch Animationen zu chemischen Reaktionen (→BK2) wie der Elektrolyse selbst erstellen. Ebenso können die SuS mithilfe von PowerPoint ein animiertes Energie-diagramm erstellen, welches z.B. die Wirkungsweise eines Katalysators zur Herabsetzung der Aktivierungsenergie (→BK3) veranschaulicht.</p>
<p>K 3.2 beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte strukturiert</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/>BK3: Energie</p>	<p>Dieser Standard knüpft an K3.1 an, wobei hier die Betonung auf „strukturiert“ liegt. Die SuS müssen lernen, ihre Überlegungen in kleinere Sinneinheiten aufzuteilen, diese sinnvoll mit Medien zu ergänzen und den fachlichen Zusammenhang bestimmten Fachkategorien wie den Basiskonzepten und den Johnstone-Ebenen zuzuordnen. Hierzu folgendes Beispiel: <i>Wenn es z.B. darum geht, die Problematik fossiler Energieträger darzulegen, ist es wichtig, diese zu relevanten Basiskonzepten zuzuordnen. Chemisch gesehen sind fossile Energieträger Kohlenwasserstoffverbindungen (→BK1), die z.T. über Jahr-Millionen aus organischem Material unter hohem Druck in tiefen Erdschichten entstanden sind. Die darin gespeicherte chemische Energie (→BK3) wandeln wir (i.d.R.) in Kraftwerken durch Verbrennung (→BK2) zunächst in thermische und mittels Dampfturbine in elektrische Energie (→BK3) um. Das dabei freiwerdende CO₂ (→BK2) ist ein Treibhausgas und trägt zur Klimaerwärmung bei. Zudem wird der Energieträger deutlich schneller entnommen, als er sich auf natürlichem Wege regenerieren kann.</i> In diesem Beispiel bewegen wir uns die gesamte Zeit auf der makroskopischen Ebene. Durch Ergänzung der Aussagen mit z.B. Symbolen, Formeln und Reaktionsgleichungen können wir die symbolische Ebene mit einbeziehen. Und nutzen wir zusätzlich Teilchenmodelle und beschreiben die Vorgänge auf molekularer</p>

Kommentiert [AB6]: Hierzu verweise ich gern auf meine Publikationen:
 A. Banerji (2017). [Gestaltung Digitaler Lernumgebungen mit PowerPoint und PREZI – Ein Praxisbericht aus der Lehrer*innenausbildung. CHEMKON, 24\(2\), 69–72.](#)
 Download Supporting Material: [Leitfaden zur Gestaltung von Animationen mit PowerPoint](#)

		Ebene, so erschließen wir zusätzlich die submikroskopische Ebene.
K 3.3 argumentieren fachlich folgerichtig	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Diese beiden Standardformulierungen lassen sich gemeinsam betrachten, da es hier um fachliche Konsistenz in der Argumentation sachlicher Zusammenhänge geht sowie die Reflexion von Gegenpositionen. Dabei können und sollten wieder alle drei Basiskonzepte berücksichtigt werden, was die folgenden Beispiele aufzeigen sollen: BK1: Ein SuS argumentiert, dass Graphit aus einem kovalent vernetzten Atomgitter aufgebaut ist und kein Elektronengas aufweist, weshalb es nicht den elektrischen Strom leitet. Das Experiment widerlegt seine Argumentation, woraufhin das Elektronengasmodell reflektiert werden muss. (Hinweis: eher höhere Niveaustufe) BK2: Ein SuS argumentiert, dass bei der Verbrennung von Eisenwalle auf der Waage das Gesetz zur Erhaltung der Masse nicht verletzt wird. Man hätte die Masse des Sauerstoffs zuvor in der Einwaage berücksichtigen müssen. BK3: Ein SuS argumentiert, dass grüner Wasserstoff durch Elektrolyse von Wasser entsteht. Ein Mitschüler widerspricht und sagt, dass der Strom ja von einem Kohlekraftwerk kommen könnte. Daraufhin ergänzt der SuS, dass die Elektrolyse mithilfe von elektrischer Energie aus erneuerbaren Energiequellen (EE) wie z.B. Photovoltaik erfolgen muss, wobei der „ökologische Fußabdruck“ der EE zu berücksichtigen ist.
K 3.4 vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten fachlich begründet und reflektieren Einwände		
K 3.5 beachten die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	Bei diesem Standard erfolgt der Bezug zu den Basiskonzepten durch Zuordnung der betroffenen Quellen/ Medien zu den Basiskonzepten.

4) Bewertungskompetenz

B1: Sachverhalte und Informationen kriteriengeleitet bewerten; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
<p>B 1.1 unterscheiden zur Bewertung von Sachverhalten und Informationen unterschiedliche Kriterien (z. B. naturwissenschaftlich, ökonomisch, normativ, sozial)</p> <p>B 1.2 nutzen zur Bewertung von Sachverhalten und Informationen naturwissenschaftliche Kriterien und setzen diese zu anderen Kriterien in Beziehung;</p> <p>B 1.3 diskutieren und bewerten Aspekte gesellschaftsrelevanter Fragen und Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/>BK3: Energie</p>	<p>Bei der kriteriengeleiteten Bewertung sollen Informationen innerhalb der naturwissenschaftlichen Perspektive über alle drei Basiskonzepte hinweg berücksichtigt werden und zusätzlich sollen ökonomische, normative und soziale Perspektiven mit einbezogen werden. Dies soll beispielhaft an dem Thema „Fast Fashion“ aufgezeigt werden:</p> <p>Ökonomisch: <i>Fast Fashion bedeutet übersetzt so viel wie „schnelle Mode“ und beschreibt das Geschäftsmodell und Produktionskonzept vieler Textilketten im niedrigen Preissegment. Der entscheidende Erfolgsfaktor für die Modekonzerne ist die Zeit. Das Ziel ist, schnell trendige Kleidungsstücke für wenig Geld zu produzieren und günstig zu verkaufen. Fast-Fashion-Ketten reagieren unmittelbar auf Modetrends, kopieren Kollektionen anderer Marken und bieten sie kurze Zeit später zu wesentlich günstigeren Preisen an. Zwischen dem Entwurf und der Auslieferung liegen wenige Wochen. Durch die Kurzlebigkeit von Trends erscheinen Kollektionen in immer geringeren Abständen, nahezu jeden Monat eine neue.</i></p> <p>Naturwissenschaftlich mit Bezug zu BK: <i>Die gesamte Produktion von Textilien verbraucht Ressourcen und benötigt Chemikalien (→BK1). Ein Beispiel ist die Produktion von synthetischen Textilien, beispielsweise für Outdoor- oder Sport-Bekleidung. Für deren Herstellung werden fossile Rohstoffen wie Erdöl, Kohle und Erdgas verwendet (→BK2). Synthetische Textilien sind darüber hinaus zu einem großen Teil für die Verschmutzung der Meere durch Mikroplastik verantwortlich. In der EU entstehen durch den Konsum von Textilien pro Person jährlich 270 Kilogramm CO₂-Emissionen (→BK2). Diese Treibhausgase heizen die Erdatmosphäre auf (→BK3), was zu Klimaveränderungen führt.</i></p> <p>Normativ/sozial: <i>Fast Fashion hat soziale und ökologische Folgen. Sie wird häufig in Ländern hergestellt, in denen Arbeiter und Arbeiterinnen mit mangelhaftem Arbeits- und Gesundheitsschutz tätig sind. Ohne gewerkschaftliche Organisation arbeiten sie teilweise bis zu 16 Stunden am Tag zu geringen Löhnen. Beim Baumwollanbau werden zudem Pestizide und Düngemittel eingesetzt,</i></p>

Kommentiert [A.B.7]: Die nachfolgenden Informationen wurden aus einer Quelle der AOK zusammengestellt:
https://www.aok.de/pk/magazin/nachhaltigkeit/muell-vermeiden/fast-fashion-ist-schlecht-fuer-die-umwelt-was-mandagegen-tun-kann/?s_kwcid=AL110517131708524412614!p!!g!!was%20ist%20fast%20fashion!215549119171166565449660&cid=aok;1;4;Gesundheitsmagazin;1;42&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwytS-BhCKARIsAM-GJyzoSa9O635mRDNBt5wtv2a9wNb8NK8WpCITIX0tz4uodJTycTv5yacaAms-EALw_wcB

		<p>die das Grundwasser kontaminieren sowie Arbeiter und Arbeiterinnen krank machen, wenn sie langfristig mit den giftigen und gesundheits-schädlichen Substanzen in Kontakt kommen. Bei der Weiterverarbeitung der Stoffe kommen dann Chemikalien zum Einsatz, um Kleidung zu bleichen, färben, bedrucken oder Outdoor-Kleidung zu imprägnieren. Das kontaminierte Produktionsabwasser wird nur unzureichend oder gar nicht von Kläranlagen gereinigt. So gelangt es in die Flüsse und die Ökosysteme vor Ort und gefährdet die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen. Die Textilproduktion ist weltweit für rund 20 Prozent der Wasserverschmutzung verantwortlich.</p>
--	--	---

B2: Meinungen bilden und Entscheidungen treffen; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
<p>B 2.1 nutzen zur Entwicklung von Handlungsoptionen naturwissenschaftliche Kriterien, setzen diese zu anderen Kriterien in Beziehung und wägen diese ab;</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/>BK3: Energie</p>	<p>Bei diesen Standards geht es darum, dass SuS naturwissenschaftliche Kriterien nutzen, um Handlungsoptionen zu entwickeln, diese abzuwägen und Entscheidungen (auch) auf Basis fachlicher Kriterien zu treffen. Um dies zu verdeutlichen, betrachten wir erneut das obige Beispiel zu „Fast Fashion“.</p>
<p>B 2.2 treffen begründete Entscheidungen unter Berücksichtigung fachlicher Kriterien;</p>		<p><i>Die Webseite der AOK verweist zur Unterscheidung zwischen Fast Fashion und „fairer Mode“ auf Gütesiegel wie dem „Blauen Engel“ oder dem „Grünen Knopf“. Ergänzend müssen diese Siegel aber auch kritisch geprüft und genauer betrachtet werden, um naturwissenschaftliche Zusammenhänge (und damit die Basiskonzepte) deutlich zu machen: z.B. Verzicht auf Pestizide, Nutzung von Rohstoffen aus biologischem Anbau oder Nutzung von Bioplastik oder recyceltem Kunststoff.</i></p> <p><i>Bei den Handlungsoptionen erwähnt die AOK-Webseite aber auch die Möglichkeit Second-Hand-Mode zu kaufen, Mode zu mieten und Textilien zu flicken und möglichst lange zu nutzen, was aus naturwissenschaftlicher Sicht noch sinnvoller ist, da hierdurch Neuproduktionen (mit all ihren Folgen) vermieden bzw. reduziert werden.</i></p> <p><i>Weiterführend ist das Konzept „Cradle to Cradle“ (Wiege-zu-Wiege) zu nennen, was eine konsequente Kreislaufwirtschaft einfordert. (Hinweis: Natürlich lassen sich alle Aspekte auch auf andere Beispiele übertragen, wie z.B. Verbraucher-Produkte wie Handys, Laptops, Spielekonsolen etc., aber auch Handelsgüter wie Erdöl, Kunststoffe, Metalle, Halbleiter, Akku-Rohstoffe usw.)</i></p>

Kommentiert [A.B.8]: https://de.wikipedia.org/wiki/Cradle_to_Cradle

<p>B 2.3 leiten auf der Grundlage von Informationen zu Gefahren und zur Sicherheit beim Umgang mit Chemikalien und Geräten angemessene Maßnahmen ab;</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/>BK3: Energie</p>	<p>Diesen sehr konkret formulierten Standard würde ich empfehlen konkret auf den experimentellen Chemieunterricht zu beziehen. Dabei müssen die SuS in die Lage versetzt werden, Experimente selbst zu planen, um Handlungsoptionen zu bewerten und Entscheidungen zu treffen. Das soll an folgenden Beispielen verdeutlicht werden.</p> <p>BK1: SuS wollen demonstrieren, warum man einen Fettbrand nicht mit Wasser löschen sollte (unterschiedliche Dichten). Sie entscheiden sich aufgrund der entstehenden Stichflamme zum Einsatz kleiner Mengen und der Durchführung im Abzug.</p> <p>BK2: SuS wollen für ein Experiment Wasserstoff herstellen, um diesen pneumatisch aufzufangen. Zur Auswahl stehen Eisen, Zink und Lithium. Sie entscheiden sich aufgrund ihrer Kenntnisse über unedle Metalle für Zink, da Lithium bereits mit Wasser heftig reagiert.</p> <p>BK3: SuS sollen eine sichere Variante zur Demonstration der Knallgasexplosion entwickeln. Sie entscheiden sich auf Grundlage ihres Wissens über den stark exothermen Charakter der Reaktion für die Durchführung im <u>Mikroskale-Format</u> oder aber in Form von Seifenblasen (Einleitung des Knallgasgemisches in eine Seifenlösung).</p>
<p>B 2.4 bewerten die Bedeutung chemischer Kenntnisse für Anwendungsbereiche und Berufsfelder.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/>BK3: Energie</p>	<p>BK1: Anwendungsbereiche: Lernende bewerten, wie Kenntnisse über den Aufbau und die Eigenschaften von Stoffen in verschiedenen Bereichen genutzt werden, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materialwissenschaft: Entwicklung neuer Materialien (z. B. leichte und stabile Werkstoffe für die Luft- und Raumfahrt). • Pharmazie: Design von Wirkstoffen basierend auf molekularen Strukturen. • Umwelttechnik: Analyse und Entfernung von Schadstoffen (z. B. Mikroplastik) durch Kenntnisse über Stoffeigenschaften. <p>Berufsfelder: Lernende erkennen die Bedeutung chemischer Kenntnisse für Berufsfelder wie Chemie, Materialwissenschaft oder Umwelttechnik.</p> <p>BK2: Anwendungsbereiche: Lernende bewerten die Rolle chemischer Reaktionen z.B. in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Industrie: Produktion von Chemikalien (z.B. Ammoniaksynthese für Düngemittel) oder Energiegewinnung (z. B. Verbrennungsprozesse, Fracking usw.). • Lebensmitteltechnologie: Steuerung von Reaktionen bei der Herstellung und Konservierung von Lebensmitteln (z. B. Fermentation).

Kommentiert [A.B.9]: Vgl. unser Projekt Teach2 Tomorrow: <https://banerji-lab.com/teach2-tomorrow/>

		<ul style="list-style-type: none"> • Medizin: Entwicklung von Medikamenten durch gezielte chemische Synthese. <p>Berufsfelder: Lernende erkennen die Bedeutung chemischer Kenntnisse für Berufsfelder wie Verfahrenstechnik, Lebensmittelchemie oder Pharmazie.</p> <p>BK3: Anwendungsbereiche: Lernende bewerten die Bedeutung von Energieumwandlungen z.B. in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiewirtschaft: Nutzung chemischer Energiequellen (z. B. Batterien, Brennstoffzellen) und Entwicklung nachhaltiger Energiesysteme. • Klimaschutz: Reduktion von CO₂-Emissionen durch energieeffiziente Prozesse oder Speicherung von Energie (z. B. Power-to-Gas). • Alltagstechnik: Optimierung von Energieumwandlungen in Haushaltsgeräten oder Fahrzeugen. <p>Berufsfelder: Lernende erkennen die Bedeutung chemischer Kenntnisse für Berufsfelder wie Energietechnik, Klimaforschung oder Ingenieurwissenschaft für erneuerbare Energien.</p>
--	--	--

B3: Entscheidungen und deren Folgen reflektieren; (Die Lernenden...)	Bezug zu den Basiskonzepten	Begründung der Zuordnungen/Anmerkungen
B 3.1 nutzen zur Reflexion von Entscheidungen naturwissenschaftliche Kriterien und setzen diese zu anderen Kriterien in Beziehung;	<input checked="" type="checkbox"/> BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/> BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/> BK3: Energie	<p>BK1: Lernenden reflektieren Entscheidungen über die Nutzung von Stoffen (z. B. Kunststoffe, Metalle) anhand ihrer Eigenschaften (z. B. Haltbarkeit, Recyclingfähigkeit) und setzen diese in Beziehung zu ökologischen, wirtschaftlichen oder sozialen Kriterien (z. B. Umweltbelastung, Kosten).</p> <p><i>Beispiel: Warum wird ein bestimmter Kunststoff für Verpackungen gewählt? (Leichtigkeit, Stabilität vs. Umweltauswirkungen).</i></p> <p>BK2: Sie bewerten Entscheidungen über chemische Prozesse (z. B. Produktion von Düngemitteln, Abgasreinigung) anhand der Reaktionsbedingungen und -ergebnisse und vergleichen diese mit ethischen oder ökonomischen Aspekten.</p> <p><i>Beispiel: Welche Folgen hat die Ammoniaksynthese für die Landwirtschaft und die Umwelt?</i></p> <p>BK3: Lernenden reflektieren Entscheidungen über Energiequellen (z. B. fossile Brennstoffe vs. erneuerbare Energien) anhand von Energiebilanzen und setzen diese in Beziehung zu Nachhaltigkeitskriterien.</p> <p><i>Beispiel: Warum wird Solarenergie gegenüber Kohleenergie bevorzugt? (Energieeffizienz, CO₂-Bilanz, Was bedeuten ökonomische und ökologische Amortisierung?).</i></p>

<p>B 3.2 analysieren Entscheidungen in Hinblick auf Handlungsergebnisse.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>BK1: Stoff-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>BK2: Chemische Reaktion <input checked="" type="checkbox"/>BK3: Energie</p>	<p>BK1: Lernenden analysieren die Folgen von Entscheidungen über die Nutzung von Stoffen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Welche Auswirkungen hat die Verwendung von Mikroplastik in Kosmetik auf die Umwelt? - Welche Resultate ergeben sich aus der Wahl bestimmter Baumaterialien (z. B. Beton vs. Holz)? <p>BK2: Sie untersuchen die Konsequenzen von Entscheidungen über chemische Reaktionen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Welche Folgen hat die Einführung von Katalysatoren in Autos für die Luftqualität? - Was sind die langfristigen Auswirkungen von Düngemittelleinsatz auf Böden und Gewässer? <p>BK3: Lernenden analysieren die Resultate von Entscheidungen über Energieumwandlungen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Welche Folgen hat die Nutzung von Atomenergie im Vergleich zu Windenergie? - Wie wirkt sich die Speicherung von Energie in Batterien auf Ressourcenverbrauch und Recycling aus?
--	--	---

Fragestellung 2)

Wie kann die gestufte Standardformulierung ausgehend von der Jahrgangsstufe 5 bis zur Jahrgangsstufe 10 auf den Niveaustufen C-H in Doppeljahrgangsstufen beispielhaft für den Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnungskompetenz“ für das Fach Chemie aussehen?

Doppeljahrgangsstufe	Niveau	Erkenntnisse mit Experimenten gewinnen	Modelle nutzen	Erkenntnisprozesse reflektieren
5/6	C/D	<p>E 1.1 Formulieren einfache Fragen zu Stoffen und deren Veränderungen.</p> <p>E 1.3 Unterscheiden Beobachtung und Deutung.</p> <p>E 1.2 Führen einfache Experimente nach Anleitung durch.</p> <p>E 1.4 Dokumentieren Versuchsergebnisse in Tabellen und Skizzen.</p>	<p>E 2.2 Nutzen einfache Modelle (z. B. Kugelteilchenmodell) zur Beschreibung von Aggregatzuständen.</p> <p>E 2.2 Erkennen Modelle als Hilfsmittel zur Erklärung chemischer Vorgänge.</p>	<p>E 3.2 Erklären, dass Experimente in der Chemie zur Erkenntnisgewinnung genutzt werden.</p> <p>E 3.3 Benennen die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Chemie, Physik und Biologie.</p>
7/8	E	<p>E 1.1 Überprüfen einfache Vorhersagen zu Stoffeigenschaften.</p> <p>E 1.2 Führen qualitative Experimente nach Anleitung durch</p> <p>E 1.4 Führen Experimente mit Messwertaufnahme durch (z. B. pH-Wert, Temperatur).</p>	<p>E 2.1 Verwenden Sachmodelle (z. B. Kugel-Stab-Modelle), um chemische Zusammenhänge darzustellen.</p> <p>E 2.3 Nutzen einfache Bindungs- und Strukturmodelle zur Beschreibung des submikroskopischen Aufbaus von Materie.</p> <p>E 2.4 Erstellen und analysieren Energiediagramme.</p> <p>E 2.6 Erkennen die Grenzen einfacher Modelle.</p>	<p>E 3.1 reflektieren induktive Erkenntnisprozesse und stellen Zusammenhang zwischen experimentellem Ergebnis und erlangter Kenntnis her</p> <p>Beschreiben Unterschiede zwischen Modell und Realität.</p>
7/8	F	<p>E 1.1 Entwickeln und überprüfen einfache Vorhersagen.</p> <p>E 1.2 Planen qualitative Experimente.</p> <p>E 1.4 Werten Daten aus digitaler Messwertaufnahme aus.</p>	<p>E 2.1 Unterscheiden zwischen Denk- und Sachmodellen</p> <p>E 2.4 Wenden mathematische Modelle auf chemische Reaktionen an (z. B. stöchiometrische Berechnungen).</p> <p>E 2.6 Diskutieren die Grenzen und Einsatzmöglichkeiten von Modellen in der Chemie.</p>	<p>E 3.1 reflektieren deduktive Erkenntnisprozesse und vergleichen Vorhersage und Ergebnis</p> <p>E 3.2 reflektieren die Nutzung von Modellen als Methode der Erkenntnisgewinnung</p>
9/10	G	<p>E 1.1 Entwickeln eigenständige Hypothesen.</p> <p>E 1.2 Führen quantitative Experimente durch.</p> <p>E 1.5 Vergleichen experimentelle Daten mit theoretischen Vorhersagen.</p>	<p>E 2.5 Wählen Modelle zur Erklärung chemischer Sachverhalte aus</p> <p>E 2.6 Diskutieren verschiedene Modellansätze (z. B. Atommodell von Bohr und Rutherford).</p>	<p>E 3.5 Erkennen, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse durch neue Informationen verändert werden können.</p> <p>E 3.5 Erklären, wie wissenschaftliche Erkenntnisse durch neue</p>

		E1.5 Beschreiben Trends und Strukturen in erhobenen und recherchierten Daten.	E 2.6 Diskutieren die Aussagekraft verschiedener chemischer Modelle.	Technologien beeinflusst werden.
9/10	H	E 1.1 Entwickeln selbstständig Forschungsfragen. E 1.2 Planen quantitative Experimente. E 1.2 Planen komplexe Experimente mit systematischer Fehleranalyse. E 1.5 Interpretieren experimentelle Daten und erklären gefundene Trends und Zusammenhänge.	E 2.2 Wenden Modelle zur Vorhersage chemischer Prozesse an. E2.6 Entwickeln neue Modellansätze basierend auf experimentellen Daten.	E3.4 beschreiben exemplarisch den wechselseitigen Einfluss von gesellschaftlich-sozialen Rahmenbedingungen und wissenschaftlichem Arbeiten

Bezogen auf die didaktischen Prinzipien sind folgende Aspekte für die Niveaustufenzuordnung zu beachten:

1. Wachsende Komplexität

Ein zentrales Merkmal der Progression ist die zunehmende inhaltliche und methodische **Komplexität**.

- In den **frühen Jahrgangsstufen (D, 5/6)** werden einfache **Beobachtungen und Beschreibungen** chemischer Phänomene in den Vordergrund gestellt. Schülerinnen und Schüler arbeiten mit **vorgegebenen Experimenten und einfachen Modellen** (z. B. Kugelteilchenmodell).
- Ab den **mittleren Jahrgangsstufen (E-F, 7/8)** beginnen sie, **Hypothesen zu formulieren, systematische Untersuchungen zu planen** und einfache **Rechenmodelle anzuwenden**.
- In den **höheren Jahrgangsstufen (G-H, 9/10)** werden **quantitative Experimente, Modellkritik und komplexe Zusammenhänge** wie Reaktionskinetik oder thermodynamische Betrachtungen eingeführt.
- Diese steigende Komplexität stellt sicher, dass sich die chemische Erkenntnisgewinnung von einer rein **phänomenologischen Betrachtung** hin zu einer **analytischen und theoretischen Durchdringung** entwickelt.

2. Kumulative Kompetenzentwicklung

Die Kompetenzen bauen **systematisch aufeinander auf** und verknüpfen sich mit zunehmendem Schuljahr:

- Die **Erkenntnisgewinnung mit Experimenten** beginnt mit **einfachen Beobachtungen** und entwickelt sich hin zu **kontrollierten Experimenten mit quantitativer Datenerfassung** und anschließender **Fehleranalyse**.
- Die **Modellnutzung** verläuft von **statischen Anschauungsmodellen (Kugelmodell, Stabmodell)** hin zu **dynamischen und mathematischen Modellen (Energiediagramme, Reaktionsmechanismen, quantenmechanische Modelle)**.
- Die **Reflexion wissenschaftlicher Prozesse** erweitert sich von der **einfachen Erkenntnis, dass Modelle und Experimente Erkenntnisgewinn ermöglichen**, bis zur **kritischen Betrachtung gesellschaftlicher Einflüsse auf Wissenschaft und Technologie**.

- Frühere Kompetenzen werden dabei **nicht ersetzt, sondern stetig erweitert und verfeinert**, sodass sie auf ein immer höheres Niveau gehoben werden.

3. Erhöhung der Eigenständigkeit

Ein weiteres Prinzip ist die **schrittweise Übertragung der Verantwortung für den Erkenntnisprozess an die Lernenden**.

- In der Stufe **D (5/6)** erhalten die Schüler noch **starke Anleitung** (z. B. vorgegebene Versuchsbeschreibungen, klare Experimentieranweisungen).
- In den Stufen **E-F (7/8)** beginnen sie, **Hypothesen selbstständig zu formulieren, Experimente mit Kontrollvariablen zu planen und eigene Fehlerquellen zu analysieren**.
- In den Stufen **G-H (9/10)** übernehmen sie zunehmend die **gesamte Verantwortung für ihre Untersuchungen**: Sie entwickeln **eigene Forschungsfragen**, planen komplexe Experimente und reflektieren kritisch die Aussagekraft ihrer Ergebnisse.
- Diese Progression sichert eine **schrittweise Förderung der Selbstständigkeit**, die für ein wissenschaftliches Arbeiten erforderlich ist.

4. Vernetzung der Kompetenzbereiche

Die **vier Kompetenzbereiche** der KMK (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung) werden zunehmend miteinander **vernetzt**.

- Während in den **frühen Stufen (D, 5/6)** die Erkenntnisgewinnung noch stark auf das Fachwissen fokussiert ist,
- entwickeln die Schüler in den **mittleren Stufen (E-F, 7/8)** erste Fähigkeiten zur **fachlichen Kommunikation** (z. B. Präsentation von Versuchsergebnissen mit Tabellen, Grafiken)
- und reflektieren in den **höheren Stufen (G-H, 9/10)** über die **gesellschaftliche Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse**.
- Auch die Nutzung digitaler Werkzeuge nimmt mit steigender Stufe an Bedeutung zu (Datenaufnahme, Simulationen, computergestützte Modellbildung).

5. Fächerübergreifende Vernetzung

Naturwissenschaftliche Kompetenzen entwickeln sich nicht isoliert, sondern **in Verbindung mit anderen Fächern**.

- Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** ist eng mit der **Mathematik** (Messwertauswertung, Proportionalitätsbetrachtungen, stöchiometrische Berechnungen) verknüpft.
- Die Reflexion über die **Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft** (z. B. chemische Energieträger und Klimawandel) schlägt eine Brücke zu **Politik, Ethik und Geographie**.
- Das **Denken in Modellen** ist nicht nur in der Chemie, sondern auch in **Biologie (Molekülmodelle), Physik (Atommodelle) und Informatik (Simulationen)** von zentraler Bedeutung.
- Durch diese Verknüpfungen lernen die Schülerinnen und Schüler, **naturwissenschaftliche Erkenntnisse in übergeordnete Zusammenhänge einzuordnen**.

6. Exemplarität

Die Auswahl der Inhalte und Methoden erfolgt **exemplarisch**, d. h., an ausgewählten **Beispielen werden allgemeine wissenschaftliche Prinzipien vermittelt**, die auch auf andere Kontexte übertragbar sind.

- In den **frühen Stufen (D, 5/6)** wird das Prinzip der **chemischen Reaktion** an einfachen Beispielen wie der Verbrennung eingeführt.
- Später (**E-F, 7/8**) wird das Konzept auf **Säure-Base Reaktionen und Elektrochemie** erweitert.
- Schließlich (**G-H, 9/10**) lernen die Schülerinnen und Schüler, **allgemeine Prinzipien wie chemische Gleichgewichte oder Energieumsätze auf industrielle Prozesse, Umweltproblematiken und nachhaltige Technologien anzuwenden**.
- Das Prinzip der Exemplarität ermöglicht es den Schülern, **von einzelnen Fallbeispielen auf allgemeine chemische Gesetzmäßigkeiten zu schließen**, wodurch die Wissenschaft als systematische Methode begreifbar wird.

Fragestellung 3)

Wie können aus fachdidaktischer Sicht die Bildungsstandards der drei naturwissenschaftlichen Fächer strukturell so miteinander verzahnt werden, dass in einem fächerverbindenden Unterricht oder bei einem Unterricht in Lernbereichen eine vernetzte Kompetenzentwicklung beschrieben werden kann?

Um die Bildungsstandards der Fächer Biologie, Chemie und Physik in der Sekundarstufe I strukturell so zu verzahnen, dass eine vernetzte Kompetenzentwicklung im fächerverbindenden Unterricht oder in Lernbereichen ermöglicht wird, können folgende fachdidaktische Ansätze berücksichtigt werden:

- **Gemeinsame Basiskonzepte nutzen:** Die Bildungsstandards der drei naturwissenschaftlichen Fächer basieren auf gemeinsamen Basiskonzepten, die als verbindende Elemente dienen können. Beispiele hierfür sind:
 - **Systemkonzept:** Dieses Konzept findet Anwendung in der Biologie (Ökosysteme), Physik (mechanische Systeme) und auch in anderen Bereichen wie Technik und Wirtschaft
 - **Energiekonzept:** Energieflüsse sind zentral in der Physik und Chemie und spielen auch in der Biologie eine wichtige Rolle (z. B. Energieumwandlungen in Organismen).
 - **Stoff-Teilchen-Konzept:** In der Chemie wird dieses Konzept zur Erklärung von Stoffeigenschaften genutzt, während in der Physik das Materiekonzept relevant ist.
 - **Wechselwirkungskonzept:** In der Biologie wird das Struktur-Funktions-Konzept verwendet, in der Chemie das Struktur-Eigenschafts-Konzept und in der Physik das Wechselwirkungskonzept

Durch die Fokussierung auf diese gemeinsamen Basiskonzepte können Schülerinnen und Schüler lernen, naturwissenschaftliche Phänomene aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und ein vernetztes Verständnis zu entwickeln. Hierfür ist eine Absprache der Fachkonferenzen an Schule nötig, die einheitlich abstimmen, welche Basiskonzepte an welcher Stelle im schulinternen Curriculum (SchIC) Berücksichtigung finden.

2. Kompetenzbereichsförderung intern festlegen: Besonders die Kompetenzbereiche der Kommunikation und Bewertung lassen sich gut in den SchIC aller drei Fächer integrieren. Wünschenswert wäre ein spiralcurriculares Vorgehen innerhalb der naturwissenschaftlichen Fächer und die Integration des WAT-Unterrichtes.

3. Fächerübergreifende Themen identifizieren: Bestimmte Themen eignen sich besonders für einen fächerverbindenden Unterricht. Beispiele hierfür sind:

- **Klimawandel:** Physikalische Aspekte (z. B. Treibhauseffekt), chemische Prozesse (z. B. CO₂-Emissionen) und biologische Auswirkungen (z. B. Veränderungen von Lebensräumen) können gemeinsam behandelt werden.
- **Gesundheit und Ernährung:** Biologische Grundlagen (z. B. Verdauung), chemische Zusammensetzung von Nahrungsmitteln und physikalische Prinzipien bei der Zubereitung können integriert unterrichtet werden.
- **Boden:** Biologische Wirkung, Betrachtung der Verbindung Wasser und die physikalischen Grundlagen der Filterung sind beispielsweise zu nennen. Ergänzend sind die anthropogenen Einflüsse z.B. durch Dünger zu nennen.

Ausformuliertes Beispiel für die Klassenstufe 8/9

Beispiel 1: Ernährung und Verdauung

Fächerübergreifende Fragestellung:

Welche Rolle spielen physikalische, chemische und biologische Prozesse bei der Verdauung von Nährstoffen?

Biologie:

- Aufbau und Funktion des Verdauungssystems
- Enzyme als Biokatalysatoren (z. B. Amylase, Pepsin)
- Resorption von Nährstoffen im Dünndarm

Chemie:

- Nachweisreaktionen für Kohlenhydrate, Fette und Proteine
- pH-Wert-Änderungen im Magen durch Magensäure
- Seifenbildung als Modell für Fettverdauung

Physik:

- Mechanische Zerkleinerung von Nahrung (Kauen, Peristaltik)
- Wärmefreisetzung bei Stoffwechselprozessen (Energiebilanz)
- Löslichkeit von Stoffen in Wasser und Fetten

Verzahnung der Fächer: Ein Unterrichtsprojekt könnte **Experimente zur Enzymwirkung (z. B. Speichel-Amylase auf Stärke)**, die **Bestimmung des pH-Werts von Magensäure** und eine **Analyse der Energiegehalte von Lebensmitteln** umfassen.

Beispiel 2: Batterie und Zellatmung – Chemische Energieumwandlung – JG 8**Fächerübergreifende Fragestellung:**

Wie wird chemische Energie in biologischen und technischen Systemen genutzt?

Chemie:

- Redoxreaktionen in Batterien (z. B. Zink-Kohle-Batterie)
- Elektrochemische Spannungsreihe
- Oxidation und Reduktion bei Verbrennungsreaktionen

Biologie:

- Zellatmung als Redoxreaktion
- ATP als universeller Energieträger
- Vergleich: Zellatmung vs. Gärung (Energieausbeute)

Physik:

- Elektrische Spannung und Stromfluss in Batterien
- Wirkungsgrad von Energieumwandlungen
- Wärmefreisetzung bei chemischen Reaktionen

Verzahnung der Fächer: Schülerinnen und Schüler können eine **Batterie aus Zitronen bauen**, die **Zellatmung durch CO₂-Nachweis untersuchen** und den **Energiefluss in Lebewesen mit technischen Energiesystemen vergleichen**.

4. Lernbereiche schaffen: Gemäß der Sekundarstufe I-Verordnung des Landes Brandenburg können die Fächer Biologie, Chemie und Physik zum Lernbereich Naturwissenschaften zusammengefasst werden. Dies fördert einen integrierten Unterrichtsansatz und ermöglicht eine vernetzte Kompetenzentwicklung. Überlegenswert wäre die Implementierung eines Pflichtfaches Naturwissenschaften, welches als fächerverbindendes Medium genutzt wird.

Beispiel: Wasser als Lebensgrundlage**Fächerübergreifende Fragestellung:**

Warum ist Wasser essenziell für das Leben und welche physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse sind daran beteiligt?

Unterrichtsinhalte:

Physik: Aggregatzustände und Dichteanomalie des Wassers (Warum schwimmt Eis?)

Chemie: Wasser als Lösungsmittel, pH-Wert (saure und basische Lösungen)

Biologie: Wasser als Transportmedium in Pflanzen und Tieren (Osmose, Diffusion)

Mögliche Projekte & Experimente:

- **Versuch zur Oberflächenspannung:** Wassertropfen auf verschiedenen Oberflächen
- **pH-Wert-Messung von Leitungswasser, Regenwasser und Mineralwasser**
- **Experiment: Wie transportieren Pflanzen Wasser? (Kapillareffekt in Sellerie mit Tinte)**

Lernbereich Naturwissenschaften: Schülerinnen und Schüler lernen Wasser als verbindendes „Element“ zwischen den Naturwissenschaften kennen und verstehen seine Bedeutung für Umwelt, Technik und Leben.

5. Gemeinsame Fachsprache entwickeln: Eine einheitliche Fachsprache erleichtert das Verständnis und die Kommunikation zwischen den Fächern. Durch die bewusste Verknüpfung von Alltags- und Fachsprache können Schülerinnen und Schüler lernen, naturwissenschaftliche Sachverhalte präzise zu beschreiben und zu diskutieren.

Beispiel: Warum schwimmt ein Schiff, aber ein Stein sinkt?

Fachsprache bei „Dichte und Schwimmen/Sinken“ in Physik, Chemie und Biologie

In der Sekundarstufe I lernen Schülerinnen und Schüler in verschiedenen naturwissenschaftlichen Fächern Begriffe rund um **Dichte, Auftrieb und Stoffeigenschaften**. Eine präzise Fachsprache hilft ihnen, Zusammenhänge zu verstehen und korrekte Erklärungen zu formulieren.

Alltagssprache vs. Fachsprache in den Naturwissenschaften

Alltagssprache	Fachsprachliche Korrektur
„Das Holz ist leicht und schwimmt.“	„Holz hat eine geringere Dichte als Wasser, weshalb es schwimmt.“
„Öl und Wasser mischen sich nicht.“	„Öl ist hydrophob und hat eine geringere Dichte als Wasser, daher bildet sich eine Phasentrennung, wobei das Öl die obere Phase bildet.“
„Der Fisch schwimmt, weil er Flossen hat.“	„Der Fisch reguliert sein Schwimmverhalten durch die Schwimmblase, die den Auftrieb beeinflusst.“

Fachliche Verknüpfung zwischen den Naturwissenschaften

Physik:

- **Dichte und Auftrieb (Archimedisches Prinzip):** Warum schwimmen manche Stoffe und andere nicht?
- **Experiment:** Messung der Dichte von Wasser, Öl und verschiedenen Feststoffen (Holz, Metall, Styropor)

Chemie:

- **Molekülstruktur und Dichte:** Warum hat Öl eine geringere Dichte als Wasser?
- **Experiment:** Mischen von Öl und Wasser, Erstellen einer Dichtesäule mit verschiedenen Flüssigkeiten

Biologie:

- **Schwimmbase bei Fischen:** Wie regulieren Lebewesen ihren Auftrieb?
- **Beispiel:** Warum haben Tiefseefische eine andere Anpassung als Fische in flachen Gewässern?