




BILDUNGSPLAN DER OBERSTUFE AN GEMEINSCHAFTSSCHULEN

 Bildungsplan 2016

Chemie

Überarbeitete Fassung vom 25. März 2022



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT

KULTUS UND UNTERRICHT

AMTSBLATT DES MINISTERIUMS FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG

Stuttgart, den 01. Mai 2022

BILDUNGSPLAN DER OBERSTUFE AN GEMEINSCHAFTSSCHULEN CHEMIE – ÜBERARBEITETE FASSUNG VOM 25. MÄRZ 2022

Vom 01. Mai 2022

Az. 31-6510.20 / 544

Der Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen Chemie in der Fassung vom 25. März 2022 tritt am 01. August 2022 in Kraft.

Gleichzeitig tritt der Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen Chemie vom 23. März 2016 unter der Maßgabe außer Kraft, dass er letztmalig für die Schülerinnen und Schüler gilt, die im Schuljahr 2021/2022 in die Klasse 11 eingetreten sind.

K.u.U., LPH 4/2016

BEZUGSSCHLÜSSEL FÜR DEN BILDUNGSPLAN DER OBERSTUFE AN GEMEINSCHAFTSSCHULEN (BILDUNGSPLAN 2016)

Reihe	Bildungsplan	Bezieher
O	Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen	Gemeinschaftsschulen

Der vorliegende Fachplan *Chemie in der Fassung vom 25. März 2022* ist als Heft Nr. 19 (Pflichtbereich) Bestandteil des Bildungsplans der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen, der als LPH 4/2016 in der Reihe O erscheint, und kann einzeln bei der Neckar-Verlag GmbH bezogen werden.

Er ersetzt nach der Übergangsfrist den bisherigen Fachplan *Chemie* (an gleicher Stelle im Ordner).

Inhaltsverzeichnis

1. Hinweis zum Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen	3
2. Prozessbezogene Kompetenzen	4
2.1 Erkenntnisgewinnung	4
2.2 Kommunikation	5
2.3 Bewertung	6
3. Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen	7
3.2 Klasse 11	7
3.2.1 Stoff – Teilchen – Struktur – Eigenschaften	7
3.2.1.1 Stoffe und ihre Eigenschaften	7
3.2.1.2 Stoffe und ihre Teilchen	9
3.2.1.3 Bindungs- und Wechselwirkungsmodelle	11
3.2.2 Chemische Reaktion	13
3.2.2.1 Qualitative Aspekte chemischer Reaktionen	13
3.2.2.2 Quantitative Aspekte chemischer Reaktionen	15
3.2.2.3 Energetische Aspekte chemischer Reaktionen	16
3.3 Klassen 12/13 (Basisfach)	18
3.3.1 Chemische Energetik	18
3.3.2 Chemische Gleichgewichte	18
3.3.3 Naturstoffe	20
3.3.4 Kunststoffe	21
3.3.5 Elektrische Energie und Chemie	22
3.4 Klassen 12/13 (Leistungsfach)	24
3.4.1 Chemische Energetik	24
3.4.2 Chemisches Gleichgewicht	25
3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte	26
3.4.4 Naturstoffe	28
3.4.5 Aromaten und Reaktionsmechanismen	30
3.4.6 Kunststoffe	31
3.4.7 Elektrochemie	32
3.4.8 Chemie in Wissenschaft, Forschung und Anwendung	34
4. Operatoren	35
5. Anhang	37
5.1 Verweise	37
5.2 Abkürzungen	38
5.3 Geschlechtergerechte Sprache	40
5.4 Besondere Schriftauszeichnungen	41
5.5 Glossar	41

1. Hinweis zum Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen

Grundlage für den Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen ist der Bildungsplan des Gymnasiums. Dabei entsprechen die Klassen 11 bis 13 der Gemeinschaftsschule den Klassen 10 bis 12 des allgemein bildenden Gymnasiums.

In der Regel sind in den Bildungsstandards der Klassen 9/10 des allgemein bildenden Gymnasiums die über den Mittleren Schulabschluss hinausgehenden Kompetenzen und Inhalte durch Unterstreichungen beziehungsweise Sternchen kenntlich gemacht. Diese besonders kenntlich gemachten Kompetenzen und Inhalte werden in der Gemeinschaftsschule in Klasse 11 unterrichtet.

In Abweichung davon sind im gymnasialen Fachplan IMP die Klassenstufen 8, 9 und 10 jeweils gesondert ausgewiesen. Daher ist in IMP eine Kenntlichmachung der explizit für Klasse 10 des Gymnasiums vorgesehenen Kompetenzen nicht notwendig. In IMP sind die inhaltsbezogenen Kompetenzen der 11. Klasse der Gemeinschaftsschule damit identisch mit den inhaltsbezogenen Kompetenzen der 10. Klasse des Gymnasiums.

Fachspezifische Hinweise zu den einzelnen Fächern werden in den jeweiligen Leitgedanken zum Kompetenzerwerb im Bildungsplan des Gymnasiums gegeben.

Der Bildungsplan der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen basiert auf dem Bildungsplan des Gymnasiums, das heißt im vorliegenden Plan sind sämtliche Angaben – mit Ausnahme der Kapitelüberschriften – unverändert aus den Gymnasialplänen übernommen und daher von der Lehrkraft auf die Klassenstufen 11–13 der Gemeinschaftsschule zu übertragen.

Hierunter fallen beispielsweise Angaben (Kompetenzbeschreibungen, Anhänge etc.), die explizit Klassenstufen nennen oder Verweise auf Passagen, die außerhalb des Bildungsplans der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen liegen. Verweise auf Fächer, die nur am Gymnasium erteilt werden, haben für diesen Bildungsplan keine Bedeutung.

2. Prozessbezogene Kompetenzen

2.1 Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit naturwissenschaftlichen Phänomenen und chemischen Fragestellungen auseinander und sind in der Lage, diese mithilfe von Experimenten und weiteren fachspezifischen Methoden zu bearbeiten und mit Modellvorstellungen zu erklären. Dies soll auch an einem außerschulischen Lernort wie zum Beispiel einem Betrieb, Schülerlabor, Museum oder einer Forschungseinrichtung erfolgen.

Die Schülerinnen und Schüler können
chemische Fragestellungen erkennen
<ol style="list-style-type: none"> 1. chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben 2. Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen 3. Hypothesen bilden
Experimente planen, durchführen und auswerten
<ol style="list-style-type: none"> 4. Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen 5. qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten 6. Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen 7. Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen 8. aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen
Modelle einsetzen
<ol style="list-style-type: none"> 9. Modellvorstellungen nachvollziehen und einfache Modelle entwickeln 10. Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen 11. die Grenzen von Modellen aufzeigen 12. quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen

2.2 Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler erschließen sach- und fachbezogen Informationen, dokumentieren diese und tauschen sich darüber aus. Chemische Sachverhalte stellen sie mit geeigneten Präsentationstechniken und -medien dar. Sie können fachbezogenes Feedback geben und mit entsprechender Kritik umgehen.

Die Schülerinnen und Schüler können
fachbezogene Informationen beschaffen und aufbereiten
<ol style="list-style-type: none"> 1. in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren 2. Informationen themenbezogen und aussagekräftig auswählen 3. Informationen in Form von Tabellen, Diagrammen, Bildern und Texten darstellen und Darstellungsformen ineinander überführen
Informationen weitergeben
<ol style="list-style-type: none"> 4. chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären 5. fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren 6. Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen 7. den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren sowie adressatenbezogen präsentieren 8. die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie, auch im Zusammenhang mit dem Besuch eines außerschulischen Lernorts, für eine nachhaltige Entwicklung exemplarisch darstellen
Informationen austauschen
<ol style="list-style-type: none"> 9. ihren Standpunkt in Diskussionen zu chemischen Themen fachlich begründet vertreten 10. als Team ihre Arbeit planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren

2.3 Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler erkennen sowohl in schulischen als auch in außerschulischen Kontexten chemische Sachverhalte. Ihr Fachwissen ermöglicht es ihnen, diese aus unterschiedlichsten Perspektiven zu betrachten und unterschiedliche Standpunkte zu bewerten.

Die Schülerinnen und Schüler können
naturwissenschaftliche Aussagen treffen
<ol style="list-style-type: none"> 1. in lebensweltbezogenen Ereignissen chemische Sachverhalte erkennen 2. Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen 3. die Wirksamkeit von Lösungsstrategien bewerten 4. die Richtigkeit naturwissenschaftlicher Aussagen einschätzen 5. die Aussagekraft von Darstellungen in Medien bewerten
persönliche und gesellschaftliche Bedeutung beschreiben
<ol style="list-style-type: none"> 6. Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten 7. fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten nutzen und sich dadurch lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge erschließen 8. Anwendungsbereiche oder Berufsfelder darstellen, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind
Nachhaltigkeit und Sicherheit einschätzen
<ol style="list-style-type: none"> 9. ihr eigenes Handeln unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit einschätzen 10. Pro- und Kontra-Argumente unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vergleichen und bewerten 11. ihr Fachwissen zur Beurteilung von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen anwenden

3. Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen

3.2 Klasse 11

3.2.1 Stoff – Teilchen – Struktur – Eigenschaften

3.2.1.1 Stoffe und ihre Eigenschaften

Die Schülerinnen und Schüler erweitern und vertiefen ihre in *Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT)* erworbenen Kenntnisse über Stoffe und deren Eigenschaften. Sie beschreiben Stoffe anhand ihrer Stoffeigenschaften und sind in der Lage, ausgewählte anorganische und organische Stoffe nach ihren Eigenschaftskombinationen sowie nach fachsystematischen Kriterien zu ordnen. Mithilfe ihrer Kenntnisse über Stoffeigenschaften entwickeln sie Trennverfahren für Gemische und können ihr Vorgehen begründen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
<p>(1) Stoffeigenschaften experimentell untersuchen und beschreiben (Farbe, Geruch, Verformbarkeit, Dichte, Magnetisierbarkeit, elektrische Leitfähigkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Löslichkeit)</p>	<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 6, 7 P 2.2 Kommunikation 10 F BNT 3.1.2 Materialien trennen – Umwelt schützen F BNT 3.1.3 Wasser – ein lebenswichtiger Stoff L PG Wahrnehmung und Empfindung</p>
<p>(2) Kombinationen charakteristischer Eigenschaften ausgewählter Stoffe nennen (Luft, Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Wasser, Wasserstoff, Chlor, Eisen, Kupfer, Silber, Magnesium, Natrium, Natriumchlorid, Natriumhydroxid, Magnesiumoxid, Salzsäure)</p>	<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 7 P 2.2 Kommunikation 1, 2, 3</p>
<p>(3) die Bedeutung der Gefahrenpiktogramme nennen und daraus das Gefahrenpotenzial eines Stoffes für Mensch und Umwelt ableiten</p>	<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5 P 2.3 Bewertung 9, 11 L PG Sicherheit und Unfallschutz L VB Alltagskonsum</p>
<p>(4) ein Experiment zur Trennung eines Gemisches planen und durchführen</p>	<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4, 5, 6 P 2.2 Kommunikation 10 P 2.3 Bewertung 3 F BNT 3.1.2 Materialien trennen – Umwelt schützen (2)</p>

Die Schülerinnen und Schüler können

(5) an einem ausgewählten Stoff den Weg von der industriellen Gewinnung aus Rohstoffen bis zur Verwendung darstellen (zum Beispiel Kochsalz, Eisen, Kupfer, Benzin)

- P 2.2 Kommunikation 1, 2, 8
- P 2.3 Bewertung 1, 8, 10
- F BNT 3.1.2 Materialien trennen – Umwelt schützen
- F NWT 3.2.3.4 Stoffströme und Verfahren
- L VB Qualität der Konsumgüter

(6) ein sinnvolles Ordnungsprinzip zur Einteilung der Stoffe darstellen und anwenden (Element, Verbindung, Metall, Nichtmetall, Salz, flüchtiger/molekularer Stoff, Reinstoff, homogenes und heterogenes Gemisch, Lösung, Legierung, Suspension, Emulsion, Rauch, Nebel)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 7, 8
- P 2.2 Kommunikation 3
- P 2.3 Bewertung 2
- F BNT 3.1.2 Materialien trennen – Umwelt schützen

(7) die Änderung der Stoffeigenschaften in Abhängigkeit von der Partikelgröße an einem Beispiel beschreiben (Nanopartikel, Verhältnis Oberfläche zu Volumen)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 7, 10
- P 2.2 Kommunikation 1, 6
- P 2.3 Bewertung 5, 11
- L PG Sicherheit und Unfallschutz
- L VB Alltagskonsum

(8) die Eigenschaften wässriger Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, sauer, alkalisch, neutral) untersuchen und die Fachbegriffe sauer, alkalisch und neutral der pH-Skala zuordnen

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1
- P 2.2 Kommunikation 4, 5, 6

(9) Beispiele für alkalische und saure Lösungen nennen und deren Verwendung im Alltag beschreiben (Natronlauge, Ammoniak-Lösung, Salzsäure, Kohlensäure Lösung, verdünnte Essigsäure)

- P 2.3 Bewertung 1, 7
- L VB Alltagskonsum

(10) die Zusammensetzung der Luft nennen und die Veränderungen des Kohlenstoffdioxidanteils hinsichtlich ihrer globalen Auswirkungen bewerten (Volumenanteile von Stickstoff, Sauerstoff, Edelgasen und Kohlenstoffdioxid)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 5
- P 2.2 Kommunikation 1, 2, 3
- P 2.3 Bewertung 6, 9, 10
- L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung
- L MB Produktion und Präsentation

(11) organische Stoffe mithilfe typischer Eigenschaften beschreiben (Methan, Heptan, Ethen, Ethanol, Propanal, Propanon, Ethansäure, Ethansäureethylester)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 2, 3
- P 2.2 Kommunikation 1, 4, 6
- P 2.3 Bewertung 1, 11

Die Schülerinnen und Schüler können	
(12) die Verwendung ausgewählter organischer Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften in Alltag und Technik erläutern (Methan, Ethen, Benzin, Ethanol, Propanon/Aceton, Ethansäure/Essigsäure)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2</p> <p>P 2.2 Kommunikation 6</p> <p>P 2.3 Bewertung 1, 7</p> <p>F NWT 3.2.3.1 Eigenschaften von Stoffen</p> <p>L VB Alltagskonsum</p>	
(13) die Gefahren und den Nutzen von Ethanol beschreiben (Alkoholkonsum, Desinfektionsmittel)	
<p>P 2.2 Kommunikation 9</p> <p>P 2.3 Bewertung 6, 7, 11</p> <p>L MB Information und Wissen</p> <p>L PG Sucht und Abhängigkeit</p> <p>L VB Bedürfnisse und Wünsche</p>	
(14) Änderungen von Stoffeigenschaften innerhalb einer homologen Reihe beschreiben (homologe Reihe der Alkane und Alkanole)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 7, 8</p> <p>P 2.2 Kommunikation 3</p>	
(15) ausgewählte organische Stoffklassen bezüglich ihrer Stoffeigenschaften vergleichen (Siedetemperatur und Wasserlöslichkeit von Alkanen, Alkanolen, Alkansäuren und Estern)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 7</p> <p>P 2.2 Kommunikation 1</p> <p>P 2.3 Bewertung 11</p>	

3.2.1.2 Stoffe und ihre Teilchen

Die Schülerinnen und Schüler begründen die Vielfalt der Stoffe mithilfe unterschiedlicher Stoffteilchen. Anhand eines Stoffteilchenmodells beschreiben sie wahrnehmbare Phänomene auf der Teilchenebene. Sie erläutern den Aufbau der Stoffteilchen aus Atomen beziehungsweise Ionen. Die Schülerinnen und Schüler nutzen hierbei das Periodensystem als Informationsquelle. Sie sind in der Lage, die Größe von Teilchen einzuordnen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) Atome, Moleküle und Ionengruppen als Stoffteilchen beschreiben und entsprechenden Reinstoffen zuordnen	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 10</p>	
(2) Stoffe anhand ihrer Stoffteilchen ordnen (Metalle, Edelgase, flüchtige/molekulare Stoffe, Salze)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 10</p>	

Die Schülerinnen und Schüler können	
(3) mithilfe eines geeigneten Teilchenmodells (Stoffteilchen) Aggregatzustände, Lösungsvorgänge, Diffusion und Brown'sche Bewegung beschreiben	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 6</p> <p>P 2.3 Bewertung 1</p>	
(4) die Größenordnungen von Teilchen (Atome, Moleküle, Makromoleküle), Teilchengruppen (Nanopartikel) und makroskopischen Objekten vergleichen	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 7</p>	
(5) mit Atommodellen den Aufbau von Atomen und Ionen erläutern (Proton, Elektron, Neutron, Kern-Hülle-Modell, Schalenmodell/Energiestufenmodell, Außenelektron, Ionenbildung, Ionisierungsenergie, Edelgaskonfiguration)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 10, 11</p> <p>P 2.2 Kommunikation 1, 3, 4</p> <p>P 2.3 Bewertung 2, 5</p> <p>F PH.V2 3.3.4 Struktur der Materie (1)</p>	
(6) den Rutherford'schen Streuversuch beschreiben und die Versuchsergebnisse im Hinblick auf die Entwicklung des Kern-Hülle-Modells erläutern	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 10, 11</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4</p> <p>P 2.3 Bewertung 4</p>	
(7) den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung der Atome im Periodensystem der Elemente erklären (Atomsymbole, Ordnungszahl, Protonenanzahl, Elektronenanzahl, Neutronenanzahl, Massenzahl, Außenelektronen, Hauptgruppe, Periode, Vorhersagen von Mendelejew)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10</p> <p>P 2.2 Kommunikation 1, 3, 4</p> <p>P 2.3 Bewertung 2</p> <p>F PH.V2 3.3.4 Struktur der Materie (1)</p>	
(8) sauren und alkalischen Lösungen die entsprechenden Teilchen zuordnen (Oxonium-Ionen und Hydroxid-Ionen)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p>	
(9) das Aufbauprinzip von Polymeren an einem Beispiel erläutern	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 10</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(10) <u>organische Kohlenstoffverbindungen mithilfe von Strukturelementen und funktionellen Gruppen ordnen (Einfachbindungen und Mehrfachbindungen zwischen Kohlenstoff-Atomen, Hydroxygruppe, Aldehydgruppe, Ketogruppe, Carboxygruppe und Estergruppe)</u>	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	

Die Schülerinnen und Schüler können

(11) die Nomenklaturregeln nach IUPAC nutzen, um organische Moleküle zu benennen (Alkane, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8

P 2.2 Kommunikation 4

3.2.1.3 Bindungs- und Wechselwirkungsmodelle

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Bindungen innerhalb von Stoffteilchen und Wechselwirkungen zwischen den Atomen, Molekülen und Ionen und erklären damit wesentliche Eigenschaften der Stoffe. Sie grenzen die verschiedenen Bindungs- und Wechselwirkungstypen gegeneinander ab.

Die Schülerinnen und Schüler können

(1) die Ionenbindung erklären und typische Eigenschaften der Salze und Salzlösungen begründen (Ionengitter, Sprödigkeit, hohe Schmelztemperatur, elektrische Leitfähigkeit)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 10, 11

P 2.2 Kommunikation 3

P 2.3 Bewertung 1, 2

F NWT 3.2.3.1 Eigenschaften von Stoffen

F PH.V2 3.2.5 Grundgrößen der Elektrizitätslehre

(2) die Metallbindung erklären und damit typische Eigenschaften der Metalle begründen (Elektronengasmodell, Duktilität, elektrische Leitfähigkeit)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 10, 11

P 2.3 Bewertung 1, 2, 7

F NWT 3.2.3.1 Eigenschaften von Stoffen

F PH.V2 3.2.5 Grundgrößen der Elektrizitätslehre

(3) die Molekülbildung durch Elektronenpaarbindung unter Anwendung der Edelgasregel erläutern (bindende und nichtbindende Elektronenpaare, Lewis-Schreibweise, Einfach- und Mehrfach-Bindungen)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 9, 10, 11

P 2.2 Kommunikation 3, 4

(4) polare und unpolare Elektronenpaarbindungen vergleichen (Elektronegativität)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4

P 2.2 Kommunikation 4, 5

(5) den räumlichen Bau von Molekülen mithilfe eines Modells erklären (Elektronenpaarabstoßungsmodell)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11

L MB Produktion und Präsentation

Die Schülerinnen und Schüler können

(6) den Zusammenhang zwischen Bindungstyp, räumlichem Bau und Dipol-Eigenschaft bei Molekülen darstellen (H_2 , HCl , CO_2 , H_2O , NH_3)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11
- P 2.2 Kommunikation 4, 5
- P 2.3 Bewertung 1

(7) Reinstoffen aufgrund ihrer Stoffeigenschaften Stoffteilchen und Bindungstypen zuordnen (Elektronenpaarbindung, Ionenbindung, Metallbindung)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8, 9

(8) zwischenmolekulare Wechselwirkungen erklären (Wechselwirkungen zwischen temporären Dipolen, Wechselwirkungen zwischen permanenten Dipolen, Wasserstoffbrücken)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11
- P 2.2 Kommunikation 4

(9) aus der Struktur zweier Moleküle mögliche zwischenmolekulare Wechselwirkungen ableiten

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11
- P 2.2 Kommunikation 4

(10) die besonderen Eigenschaften von Wasser erklären (Dichteanomalie, hohe Siedetemperatur, räumlicher Bau des Wassermoleküls, Wasserstoffbrücken)

- P 2.2 Kommunikation 5
- P 2.3 Bewertung 7
- F BNT 3.1.3 Wasser – ein lebenswichtiger Stoff

(11) ausgehend von den zwischenmolekularen Wechselwirkungen ausgewählte Eigenschaften von Stoffen erklären (Siedetemperatur, Löslichkeit)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10
- P 2.2 Kommunikation 4, 6
- P 2.3 Bewertung 7

(12) den Lösungsvorgang von Salzen auf der Teilchenebene beschreiben (Hydratation, Wechselwirkung zwischen Ionen und Dipol-Molekülen)

- P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11
- P 2.2 Kommunikation 4
- L MB Information und Wissen

3.2.2 Chemische Reaktion

3.2.2.1 Qualitative Aspekte chemischer Reaktionen

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben prinzipielle Abläufe chemischer Reaktionen auf Stoff- und Teilchenebene. Sie können chemische Reaktionen nach Reaktionstypen klassifizieren und nutzen gezielt chemische Reaktionen zum Nachweis ausgewählter Stoffe und Teilchen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) beobachtbare Merkmale chemischer Reaktionen beschreiben	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 1
(2) ausgewählte Experimente zu chemischen Reaktionen unter Beteiligung von Sauerstoff, Schwefel, Wasserstoff, Kohlenstoff und ausgewählten Metallen planen, durchführen, im Protokoll darstellen und in Fach- und Alltagskontexte einordnen	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 4, 5
P	2.2 Kommunikation 6, 7, 10
P	2.3 Bewertung 1
(3) die chemische Reaktion als Veränderung von Atomen, Molekülen und Ionen beziehungsweise als Neuordnung von Atomen oder Ionen durch das Lösen und Knüpfen von Bindungen erklären	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10
P	2.2 Kommunikation 4, 5
(4) die Umkehrbarkeit von chemischen Reaktionen beispielhaft beschreiben (Synthese und Analyse)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 1
P	2.2 Kommunikation 4, 6
(5) das Donator-Akzeptor-Prinzip erklären und auf Redoxreaktionen (Oxidation, Reduktion, Elektronenübergang) und Säure-Base-Reaktionen (Protonenübergang, Neutralisation) anwenden	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 8, 9, 10
P	2.2 Kommunikation 4
(6) Nachweise für ausgewählte Stoffe, Ionen, <u>Strukturelemente und funktionelle Gruppen</u> durchführen und beschreiben (Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Wasserstoff, Wasser, Oxonium-Ionen und Hydroxid-Ionen, <u>Bromid-Ionen</u> und Chlorid-Ionen, <u>Mehrfachbindungen zwischen Kohlenstoff-Atomen, Aldehydgruppe</u>)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 4, 5
(7) den Zerteilungsgrad als Möglichkeit zur Steuerung chemischer Reaktionen beschreiben	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 3, 10
P	2.2 Kommunikation 6
P	2.3 Bewertung 1, 11
(8) Indikatoren zur Identifizierung neutraler, saurer und alkalischer Lösungen nutzen (ein Pflanzenfarbstoff, Universalindikator, Thymolphthalein-Lösung)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 5, 7

Die Schülerinnen und Schüler können

(9) ausgewählte chemische Reaktionen dem jeweiligen organischen Reaktionstyp zuordnen (Substitution an einem Alkan, Addition an ein Alken, Kondensation am Beispiel der Veresterung)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 3, 10

P 2.2 Kommunikation 2, 4, 5

(10) den Mechanismus der radikalischen Substitution am Beispiel der Reaktion von Alkanen mit Halogenen beschreiben

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10

P 2.2 Kommunikation 4

(11) die Oxidation organischer Moleküle mithilfe von Strukturformeln und Reaktionsgleichungen darstellen (Alkanol über Alkanal zur Alkansäure und Alkanol zu Alkanon, Oxidationszahlen)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 2, 10

P 2.2 Kommunikation 4

P 2.3 Bewertung 1

L VB Alltagskonsum

(12) einen Kohlenstoffatomkreislauf in der belebten Natur als System chemischer Reaktionen beschreiben und Auswirkungen durch Eingriffe des Menschen bewerten

P 2.2 Kommunikation 9

P 2.3 Bewertung 2, 5, 9, 10

F BIO.V2 3.2.3 Ökologie (6)

F BIO.V2 3.4.4 Ökologie (6)

F BIO.V2 3.5.4 Ökologie (7)

F GEO 3.2.2.3 Phänomene des Klimawandels

F NWT 3.2.1 Denk- und Arbeitsweisen in Naturwissenschaft und Technik: Systeme und Prozesse (2)

F NWT 3.2.3.4 Stoffströme und Verfahren

L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung

L MB Information und Wissen

3.2.2.2 Quantitative Aspekte chemischer Reaktionen

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ein zunehmend differenziertes Verständnis für die Aussagen von chemischen Formeln und von Reaktionsgleichungen. Sie nutzen Größen und Einheiten, die Teilchen, Stoffportionen oder Gemische quantitativ beschreiben, um stöchiometrische Berechnungen durchzuführen. Diese Kompetenzen erwerben sie schrittweise, innerhalb passender fachwissenschaftlicher beziehungsweise alltagsbezogener Kontexte, sowie im Zusammenhang mit den entsprechenden mathematischen Fertigkeiten.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) den Zusammenhang zwischen Massenerhaltung und Atomanzahlerhaltung bei chemischen Reaktionen erläutern	
P	2.2 Kommunikation 4, 5
P	2.3 Bewertung 1
(2) Experimente zur Massenerhaltung bei chemischen Reaktionen und zur Ermittlung eines Massenverhältnisses durchführen und unter Anleitung auswerten (Gesetz von der Erhaltung der Masse, Verhältnisformel)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 5, 10
P	2.2 Kommunikation 4, 5
(3) Reaktionsgleichungen aufstellen (Formelschreibweise)	
P	2.2 Kommunikation 4, 5
(4) Verhältnisformeln und Molekülformeln mithilfe der Edelgasregel aufstellen	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10
P	2.2 Kommunikation 4
(5) den Informationsgehalt einer chemischen Formel erläutern (Verhältnisformel, Molekülformel, Strukturformel, räumliche Darstellung)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11
P	2.2 Kommunikation 5
(6) eine Säure-Base-Titration durchführen und auswerten (Neutralisation)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 6, 12
P	2.2 Kommunikation 3, 7, 10
P	2.3 Bewertung 1, 7
(7) Berechnungen durchführen und dabei Größen und Einheiten korrekt nutzen (Atommasse, Teilchenzahl, Masse, Dichte, Stoffmenge, molare Masse, <u>molares Volumen</u> , Massenanteil, Stoffmengenkonzentration)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 12
P	2.2 Kommunikation 5
F	M 3.1.2 Leitidee Messen (8)
F	M 3.2.1 Leitidee Zahl – Variable – Operation (10)

3.2.2.3 Energetische Aspekte chemischer Reaktionen

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben chemische Reaktionen als Zusammenspiel von Stoffumwandlung und Energieumsatz. Sie können vom beobachteten Phänomen auf den energetischen Verlauf der Reaktion schließen. Sie beschreiben Möglichkeiten, den Ablauf chemischer Reaktionen zu beeinflussen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) energetische Erscheinungen bei chemischen Reaktionen mit der Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in andere Energieformen erklären (Lichtenergie, thermische Energie, Schallenergie)	
<ul style="list-style-type: none"> P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 2 P 2.2 Kommunikation 8 P 2.3 Bewertung 2, 7 F BNT 3.1.4 Energie effizient nutzen F PH.V2 3.2.3 Energie 	
(2) die Begriffe exotherm und endotherm erklären und entsprechenden Phänomenen zuordnen	
<ul style="list-style-type: none"> P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1 P 2.2 Kommunikation 4 	
(3) energetische Zustände der Edukte und Produkte exothermer und endothermer Reaktionen vergleichen	
<ul style="list-style-type: none"> P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10 P 2.2 Kommunikation 3, 4 P 2.3 Bewertung 2 	
(4) ein Experiment zur Elektrolyse einer Metallsalz-Lösung durchführen und auswerten (Prinzip eines elektrochemischen Energiespeichers)	
<ul style="list-style-type: none"> P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 6 P 2.2 Kommunikation 8 P 2.3 Bewertung 1, 6 F NWT 3.2.2.2 Energieversorgungssysteme (*) (4) F PH.V2 3.2.3 Energie (3) L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung L VB Alltagskonsum 	
(5) die Zufuhr von Energie als Voraussetzung zum Start chemischer Reaktionen erklären (Aktivierungsenergie) und mit der Energiezufuhr bei endothermen Reaktionen vergleichen	
<ul style="list-style-type: none"> P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 10 P 2.2 Kommunikation 4, 6 P 2.3 Bewertung 1 	
(6) den Einfluss von Katalysatoren auf die Aktivierungsenergie beschreiben	
<ul style="list-style-type: none"> P 2.2 Kommunikation 3, 4, 8 P 2.3 Bewertung 1, 6, 8 	

Die Schülerinnen und Schüler können

(7) Modelleperimente zur Brandbekämpfung durchführen und Maßnahmen zum Brandschutz begründen

- P** 2.1 Erkenntnisgewinnung 3, 8
- P** 2.2 Kommunikation 6, 10
- P** 2.3 Bewertung 7, 8, 11
- F** BNT 3.1.4 Energie effizient nutzen (7)
- L** PG Sicherheit und Unfallschutz

(8) die Kohlenstoffdioxidbilanz und die Reaktionsenergie bei der Verbrennung verschiedener Brennstoffe vergleichen, um die Verwendung verschiedener Energieträger zu bewerten (Wasserstoff, Methan, Benzin)

- P** 2.2 Kommunikation 8, 9
- P** 2.3 Bewertung 6, 9, 10
- L** BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung

3.3 Klassen 12/13 (Basisfach)

3.3.1 Chemische Energetik

Die Schülerinnen und Schüler nutzen energetische Betrachtungen, um das Zustandekommen, den Verlauf und den energetischen Nutzen chemischer Reaktionen zu erklären. Dazu ermitteln sie Energieumsätze experimentell und überprüfen ihre Ergebnisse anhand der Berechnung von Reaktionsenthalpien.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten (exotherm, endotherm, Brennwert, Heizwert) erläutern	
<p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p> <p>L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen</p>	
(2) eine kalorimetrische Messung planen, durchführen und auswerten (Reaktionsenthalpie)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 6</p>	
(3) den Satz von der Erhaltung der Energie (1. Hauptsatz der Thermodynamik) bei der Berechnung von Reaktionsenthalpien und Bildungsenthalpien anwenden (Satz von Hess)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4, 12</p>	
(4) die energetische Betrachtungsweise auf ausgewählte chemische Reaktionen aus dem Bereich Naturstoffe (Stoffwechsel, alternative Energieträger) oder Kunststoffe (thermische Verwertung) oder elektrische Energie und Chemie anwenden (Brennstoffzelle, alternative Energieträger)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12</p> <p>P 2.2 Kommunikation 6</p> <p>P 2.3 Bewertung 6</p> <p>L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen</p> <p>L VB Alltagskonsum</p>	

3.3.2 Chemische Gleichgewichte

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln eine Vorstellung über die Einstellung eines chemischen Gleichgewichts und verstehen den Gleichgewichtszustand als dynamischen Prozess. Sie beschreiben die Lage des chemischen Gleichgewichts quantitativ und wenden ihre Kenntnisse auf Säure-Base-Gleichgewichte und großtechnische Verfahren an.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) die Umkehrbarkeit einer Reaktion als Voraussetzung für die Einstellung eines Gleichgewichts nennen	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2</p> <p>P 2.2 Kommunikation 5</p>	

Die Schülerinnen und Schüler können	
(2) die Reaktionsgeschwindigkeit und ihre Abhängigkeit von der Konzentration und der Temperatur beschreiben und auf der Teilchenebene erklären (RGT-Regel, Stoßtheorie)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8, 10	
(3) den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit erläutern (Katalyse)	
P 2.2 Kommunikation 4, 5	
(4) am Beispiel eines Ester-Gleichgewichts die Einstellung und den Zustand eines chemischen Gleichgewichts erläutern	
P 2.2 Kommunikation 4	
(5) ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung auswerten	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10 P 2.2 Kommunikation 4	
(6) die Lage homogener Gleichgewichte mit dem Massenwirkungsgesetz beschreiben (Gleichgewichtskonstante K_c)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12	
(7) die Beeinflussung chemischer Gleichgewichte experimentell untersuchen und mithilfe des Prinzips von Le Chatelier erklären	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 6, 11 P 2.2 Kommunikation 5	
(8) die Wahl der Reaktionsbedingungen (Temperatur, Druck, Konzentration, Katalysator) bei der großtechnischen Ammoniaksynthese unter dem Aspekt der Erhöhung der Ammoniakausbeute begründen	
P 2.3 Bewertung 3	
(9) die Leistungen von Haber und Bosch darstellen und die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniaksynthese erläutern	
P 2.2 Kommunikation 8 P 2.3 Bewertung 6 L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung; Friedensstrategien L MB Information und Wissen	
(10) Säure-Base-Reaktionen mithilfe der Theorie von Brønsted beschreiben (Donator-Akzeptor-Prinzip)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10 P 2.2 Kommunikation 4, 5	
(11) das Konzept der Säure-Base-Reaktionen auf Nachweisreaktionen anwenden (Carbonat-Ion, Ammonium-Ion, Carboxygruppe, Oxonium-Ion, Hydroxid-Ion)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5 P 2.2 Kommunikation 4, 5	

Die Schülerinnen und Schüler können	
(12) die Säurekonstante K_s aus dem Massenwirkungsgesetz ableiten	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 12
P	2.2 Kommunikation 3
(13) Säuren mithilfe der pK_s -Werte (Säurestärke) klassifizieren	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 7
(14) die Definition des pH-Werts nennen und den Zusammenhang zwischen pH-Wert und Autoprotolyse des Wassers erklären	
P	2.2 Kommunikation 4, 5
F	M 3.4.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang
(15) pH-Werte von Lösungen einprotoniger starker Säuren, starker Basen und von Hydroxidlösungen rechnerisch ermitteln	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 12

3.3.3 Naturstoffe

Die Schülerinnen und Schüler erkennen in den Kohlenhydraten, Proteinen und Fetten wichtige Stoffgruppen der belebten Natur. Sie sind in der Lage, die grundlegende Struktur der Fettmoleküle zu beschreiben. Sie erkennen die Makromoleküle der Kohlenhydrate, Proteine und Nucleinsäuren anhand ihrer wesentlichen Bausteine und Strukturmerkmale. Sie erlangen Kenntnisse über die biologische Bedeutung einzelner Naturstoffe und erklären deren wirtschaftliche Verwendung.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) die Struktur von Fettmolekülen beschreiben (gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Glycerin, Ester)	
P	2.2 Kommunikation 4
(2) den Nachweis ungesättigter Fettsäurereste durchführen und erklären (elektrophile Addition)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 5
P	2.2 Kommunikation 4, 5
(3) die Molekülstruktur von Monosacchariden und Aminosäuren erklären (Chiralität, Fischer-Projektionsformeln und Haworth-Projektionsformeln, Carbonylgruppe und Aminogruppe)	
P	2.2 Kommunikation 4
L	MB Produktion und Präsentation
(4) die Verknüpfung von Monomeren zu einem Disaccharid beziehungsweise einem Dipeptid sowie zu den entsprechenden Makromolekülen erklären	
P	2.2 Kommunikation 4

Die Schülerinnen und Schüler können	
(5) Kohlenhydrate und Proteine mit Nachweismethoden untersuchen (GOD-Test, Benedict-Probe, Biuret-Reaktion)	

P	2.1 Erkenntnisgewinnung 4, 6
(6) Biomoleküle anhand ihrer Struktur den Stoffklassen der Fette, Kohlenhydrate, Proteine und Nucleinsäuren zuordnen	

P	2.1 Erkenntnisgewinnung 7
P	2.2 Kommunikation 4
F	BIO.V2 3.4.1 Biomoleküle und molekulare Genetik
F	BIO.V2 3.5.1 Biomoleküle und molekulare Genetik
(7) Funktionen der Fette, Kohlenhydrate, Proteine und Nucleinsäuren für den menschlichen Organismus beschreiben	

P	2.3 Bewertung 1, 2, 6
F	BIO.V2 3.4.1 Biomoleküle und molekulare Genetik
F	BIO.V2 3.5.1 Biomoleküle und molekulare Genetik
L	PG Ernährung
L	VB Alltagskonsum

3.3.4 Kunststoffe

Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihre Kenntnisse über den Zusammenhang von Struktur und Eigenschaft. Sie wenden dabei Vorkenntnisse zu funktionellen Gruppen und Reaktionen von organischen Molekülen an und ziehen Parallelen zu den natürlichen Makromolekülen. Sie bewerten Kunststoffe aus Sicht ihrer Alltags- und Zukunftsbedeutung.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) Kunststoffe anhand ihrer thermischen und mechanischen Eigenschaften in Gruppen klassifizieren (Thermoplaste, Duromere, Elastomere) und den Gruppen entsprechende Molekülstrukturen zuordnen (lineare, engmaschig und weitmaschig vernetzte Makromoleküle)	

P	2.1 Erkenntnisgewinnung 7
P	2.2 Kommunikation 4, 5
(2) die Prinzipien wichtiger Kunststoffsynthesen darstellen (Polymerisation, Polykondensation)	

P	2.2 Kommunikation 4
(3) ein Experiment zur Herstellung eines Kunststoffs planen und durchführen	

P	2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 6
(4) die Verwendung von Massenkunststoffen aus wirtschaftlicher, ökologischer und gesundheitlicher Sicht beurteilen	

P	2.3 Bewertung 1, 5, 6, 10
L	BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen
L	VB Alltagskonsum; Qualität der Konsumgütern

Die Schülerinnen und Schüler können	
(5) Trends bei der Entwicklung moderner Kunststoffe beschreiben	
P 2.2 Kommunikation 1, 2 L MB Information und Wissen	
(6) die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten für Kunststoffabfälle bewerten (Werkstoffrecycling, Rohstoffrecycling, energetische Verwertung, Kompostierung)	
P 2.2 Kommunikation 8, 10 P 2.3 Bewertung 9, 10 I 3.3.3 Naturstoffe L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung L VB Alltagskonsum	

3.3.5 Elektrische Energie und Chemie

Die Schülerinnen und Schüler wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf elektrochemische Redoxreaktionen an. Sie erklären die Prozesse in der Elektrolysezelle als erzwungene und in der galvanischen Zelle als freiwillig ablaufende Redoxreaktionen. Dabei lernen sie Batterien und Akkumulatoren kennen, anhand derer sie elektrochemische Vorgänge zur Umwandlung und Speicherung von Energie beschreiben. Ausgehend von der Brennstoffzelle diskutieren die Schülerinnen und Schüler Probleme und Lösungen der Energiebereitstellung und des Energietransports. Ihre Kenntnisse zu Redoxreaktionen wenden sie auf das Phänomen der elektrochemischen Korrosion an und leiten daraus Methoden des Korrosionsschutzes ab.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) Elektrolysen als erzwungene Redoxreaktionen erklären (Elektronenübergang, Donator-Akzeptor-Prinzip)	
P 2.2 Kommunikation 4	
(2) den Aufbau einer galvanischen Zelle am Beispiel des Daniell-Elements beschreiben	
P 2.2 Kommunikation 4	
(3) die wesentlichen Prozesse in galvanischen Zellen darstellen (Elektrodenreaktionen)	
P 2.2 Kommunikation 2, 3	
(4) Zellspannungen mithilfe von Standardpotenzialen rechnerisch ermitteln	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12	
(5) Redoxreaktionen beschreiben, die der Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie dienen (eine Batterie, ein Akkumulator, Brennstoffzelle)	
P 2.2 Kommunikation 4 L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen L VB Alltagskonsum	

Die Schülerinnen und Schüler können

(6) die Bedeutung einer Brennstoffzelle für die zukünftige Energiebereitstellung erläutern

- P** 2.2 Kommunikation 8
- P** 2.3 Bewertung 6
- L** BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen

(7) die Korrosion von Metallen als elektrochemische Reaktion beschreiben und Methoden des Korrosionsschutzes erklären

- P** 2.2 Kommunikation 6
- P** 2.3 Bewertung 1, 10
- L** BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen

3.4 Klassen 12/13 (Leistungsfach)

3.4.1 Chemische Energetik

Die Schülerinnen und Schüler nutzen energetische Betrachtungen, um das Zustandekommen, den Verlauf und den energetischen Nutzen chemischer Reaktionen zu erklären. Dazu ermitteln sie Energieumsätze chemischer Reaktionen experimentell und überprüfen ihre Ergebnisse anhand der Berechnung von Reaktionsenthalpien. Sie lernen die freie Reaktionsenthalpie als Maß für den spontanen Verlauf einer chemischen Reaktion kennen. Anhand von Beispielen erfassen sie die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) Merkmale offener, geschlossener und isolierter Systeme beschreiben	
P 2.2 Kommunikation 4	
(2) chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten (exotherm, endotherm, Brennwert, Heizwert) erläutern	
P 2.2 Kommunikation 4, 5 L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen	
(3) eine kalorimetrische Messung planen, durchführen und auswerten (Reaktionsenthalpie)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 6	
(4) den Satz von der Erhaltung der Energie (1. Hauptsatz der Thermodynamik) bei der Berechnung von Reaktionsenthalpien und Bildungsenthalpien anwenden (Satz von Hess)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4, 12	
(5) die Entropie als Maß für die Anzahl von Realisierungsmöglichkeiten eines Zustands beschreiben	
P 2.2 Kommunikation 4	
(6) Änderungen der Entropie bei chemischen Reaktionen erläutern (2. Hauptsatz der Thermodynamik)	
P 2.2 Kommunikation 4, 5	
(7) Berechnungen mithilfe der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durchführen, um chemische Reaktionen energetisch zu klassifizieren (freie Reaktionsenthalpie, exergonische und endergonische Reaktionen, Einfluss der Temperatur)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12	
(8) an Beispielen die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise diskutieren (metastabiler Zustand, homogene und heterogene Katalyse, unvollständig ablaufende Reaktionen)	
P 2.1 Erkenntnisgewinnung 11 P 2.2 Kommunikation 4	

3.4.2 Chemisches Gleichgewicht

Die Schülerinnen und Schüler erlangen ein vertieftes Verständnis des Konzepts des chemischen Gleichgewichts und erweitern so ihre Vorstellungen zur chemischen Reaktion. Sie nutzen experimentelle Befunde und Betrachtungen auf der Modellebene zur Charakterisierung des dynamischen Gleichgewichts. Mit dem Massenwirkungsgesetz beschreiben sie die Lage des chemischen Gleichgewichts quantitativ. Sie erfassen die Bedeutung des Prinzips von Le Chatelier für die Gestaltung von Reaktionsbedingungen bei großtechnischen Prozessen.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) die Umkehrbarkeit einer Reaktion als Voraussetzung für die Einstellung eines Gleichgewichts nennen	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2</p> <p>P 2.2 Kommunikation 5</p>	
(2) die Reaktionsgeschwindigkeit und ihre Abhängigkeit von der Konzentration und der Temperatur beschreiben und auf der Teilchenebene erklären (RGT-Regel, Stoßtheorie, Reaktionsrate)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8, 10</p>	
(3) die Veresterung als umkehrbare Reaktion erläutern (Reaktionsmechanismus, Carbokation, nucleophiler Angriff)	
<p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p>	
(4) die Einstellung des chemischen Gleichgewichts aufgrund der Angleichung der Reaktionsraten der Hin- und Rückreaktion erklären	
<p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p>	
(5) Gleichgewichtskonzentrationen experimentell ermitteln (Estergleichgewicht)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 6</p>	
(6) ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung durchführen und auswerten	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(7) mithilfe des Massenwirkungsgesetzes Berechnungen zur Lage von homogenen Gleichgewichten durchführen (Gleichgewichtskonstante K_c , Gleichgewichtskonzentration)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 12</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p>	
(8) das Massenwirkungsgesetz auf Löslichkeitsgleichgewichte anwenden (Lösungsvorgang, Wechselwirkung zwischen Ionen und Dipolmolekülen, heterogenes Gleichgewicht, Löslichkeitsprodukt K_L)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 8, 12</p>	

Die Schülerinnen und Schüler können	
(9) Möglichkeiten zur Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten mit dem Prinzip von Le Chatelier erklären (Konzentrationsänderung, Druckänderung und Temperaturänderung)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 3</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p>	
(10) die Reaktionsbedingungen (Temperatur, Druck, Konzentration, Katalysator) bei der großtechnischen Ammoniaksynthese unter dem Aspekt der Erhöhung der Ammoniakausbeute diskutieren und die Leistungen von Haber und Bosch darstellen	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2</p> <p>P 2.2 Kommunikation 1, 5</p>	
(11) die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniaksynthese erläutern	
<p>P 2.2 Kommunikation 8</p> <p>P 2.3 Bewertung 6</p> <p>L BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung</p> <p>L MB Information und Wissen</p>	

3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte

Die Schülerinnen und Schüler wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf das Säure-Base-Gleichgewicht an. Mithilfe der Säurekonstanten beschreiben sie Säure-Base-Gleichgewichte quantitativ. Sie deuten den pH-Wert als Maß für die Konzentration der Oxonium-Ionen in sauren und alkalischen Lösungen. Sie beschreiben die Funktionsweise von Indikatoren und Puffersystemen und nutzen qualitative und quantitative experimentelle Methoden zur Untersuchung von Säure-Base-Gleichgewichten.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) Säure-Base-Reaktionen mithilfe der Theorie von Brønsted beschreiben (Donator-Akzeptor-Prinzip)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(2) das Konzept des chemischen Gleichgewichts auf Säure-Base-Reaktionen mit Wasser anwenden (HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₂ CO ₃ , H ₃ PO ₄ , NH ₃ , O ²⁻ , CH ₃ COOH, konjugierte Säure-Base-Paare, Wasser-Molekül als amphoterer Teilchen)	
<p>P 2.2 Kommunikation 4, 5, 6</p> <p>I 3.4.2 Chemisches Gleichgewicht</p>	
(3) Nachweise für Ammonium-Ionen und Carbonat-Ionen durchführen und erklären	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5</p>	
(4) die Säurekonstante K_s aus dem Massenwirkungsgesetz ableiten	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2, 12</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p> <p>I 3.4.2 Chemisches Gleichgewicht</p>	

Die Schülerinnen und Schüler können	
(5) Säuren und Basen mithilfe der pK_S -Werte (Säurestärke) beziehungsweise pK_B -Werte (Basenstärke) klassifizieren	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4, 7, 8</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(6) die Definition des pH-Werts nennen	
<p>P 2.2 Kommunikation 4</p> <p>F M 3.4.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang</p>	
(7) die Autoprotolyse des Wassers und ihren Zusammenhang mit dem pH-Wert des Wassers erläutern	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 1, 2, 3</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p>	
(8) pH-Werte von Lösungen starker einprotoniger Säuren, starker Basen und von Hydroxidlösungen rechnerisch ermitteln	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p> <p>F M 3.4.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang</p>	
(9) im Näherungsverfahren pH-Werte für Lösungen schwacher Säuren und Basen rechnerisch ermitteln	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12</p> <p>P 2.2 Kommunikation 5</p>	
(10) Säure-Base-Titrationen zur Konzentrationsbestimmung planen, durchführen und auswerten	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 12</p> <p>P 2.2 Kommunikation 7, 10</p>	
(11) die Titration von Salzsäure und verdünnter Essigsäure mit Natronlauge durchführen, die Veränderung des pH-Werts während der Titration erklären sowie den pH-Wert charakteristischer Punkte einer Titrationskurve ermitteln (Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 6, 7, 12</p> <p>P 2.2 Kommunikation 3, 10</p>	
(12) die Titrationskurven mehrprotoniger Säuren erklären	
<p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p>	
(13) eine konduktometrische Messung durchführen und auswerten	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5</p> <p>P 2.2 Kommunikation 3, 10</p>	
(14) das Konzept des Säure-Base-Gleichgewichts auf Indikatoren anwenden	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2</p> <p>P 2.2 Kommunikation 5</p>	

Die Schülerinnen und Schüler können

(15) eine Dünnschichtchromatografie zur Ermittlung von Bestandteilen des Universalindikators durchführen und erklären (R_f -Wert, stationäre Phase, mobile Phase)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 7, 8, 12

P 2.2 Kommunikation 4

(16) die Wirkungsweise von Puffersystemen und deren Bedeutung an Beispielen erklären und den pH-Wert von Pufferlösungen berechnen (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2

P 2.2 Kommunikation 4, 5

P 2.3 Bewertung 1, 2

I 3.4.4 Naturstoffe

L MB Information und Wissen

3.4.4 Naturstoffe

Die Schülerinnen und Schüler erweitern anhand der Kohlenhydrate, Fette und Proteine ihre Kenntnisse in der organischen Chemie. Sie vertiefen ihr Wissen über den räumlichen Bau von Molekülen sowie den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Eigenschaften der Stoffe. Anhand ausgewählter Nachweisreaktionen lernen sie die koordinative Bindung kennen.

Sie lernen die biologische Funktion einzelner Naturstoffe kennen und bewerten deren Verwendung als Rohstoffe und Nahrungsmittelbestandteile.

Die Schülerinnen und Schüler können

(1) die Chiralität eines Moleküls mit dem Vorhandensein eines asymmetrisch substituierten Kohlenstoff-Atoms erklären

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10

(2) die räumliche Struktur geeigneter Moleküle in der Fischer-Projektion darstellen und benennen (D-Form und L-Form)

P 2.2 Kommunikation 4

(3) die Struktur eines Aldose-Moleküls und eines Ketose-Moleküls in der Fischer-Projektion vergleichen (Carbonylgruppe)

P 2.2 Kommunikation 4

(4) den Ringschluss bei Monosacchariden als Halbacetalbildung erläutern (nucleophiler Angriff) und den Zusammenhang zwischen Fischer-Projektionsformeln und Haworth-Projektionsformeln darstellen (D-Glucose, D-Fructose, α -Form, β -Form)

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10

P 2.2 Kommunikation 4

(5) D-Glucose, Maltose und Saccharose auf ihre reduzierende Wirkung untersuchen (Benedict-Probe oder Tollens-Probe) und die Untersuchungsergebnisse erklären

P 2.1 Erkenntnisgewinnung 4, 5, 7

P 2.2 Kommunikation 4

Die Schülerinnen und Schüler können	
(6) den Glucosenachweis durchführen und beschreiben (GOD-Test)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 7
P	2.2 Kommunikation 4
(7) die Bildung von Disacchariden, Oligosacchariden und Polysacchariden erläutern (Acetalbildung, glycosidische Verknüpfung)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 9
P	2.2 Kommunikation 4
(8) die räumliche Struktur von Disacchariden und Polysacchariden beschreiben (Saccharose, Maltose, Stärke, Cellulose)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10
P	2.2 Kommunikation 4
(9) Vorkommen von Monosacchariden, Disacchariden und Polysacchariden nennen und ihre Eigenschaften erklären	
P	2.2 Kommunikation 4, 6
P	2.3 Bewertung 2
(10) die Verwendung von Kohlenhydraten als nachwachsende Rohstoffe bewerten	
P	2.3 Bewertung 2, 10
F	BIO.V2 3.4.4 Ökologie (6)
F	BIO.V2 3.5.4 Ökologie (7)
L	BNE Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung
L	MB Information und Wissen
(11) die Struktur von Fettmolekülen beschreiben (gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Glycerin, Ester)	
P	2.2 Kommunikation 4
(12) die Eigenschaften von Fetten erklären (hydrophob, lipophil, Konsistenz, Addition von Halogenen)	
P	2.2 Kommunikation 4, 6
(13) Fette und Kohlenhydrate als Energieträger in Lebewesen vergleichen	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 7
P	2.2 Kommunikation 1
P	2.3 Bewertung 1, 2
F	BIO.V2 3.4.2 Stoff- und Energieumwandlung
F	BIO.V2 3.5.2 Stoff- und Energieumwandlung
L	PG Ernährung
L	VB Alltagskonsum
(14) die Struktur von L- α -Aminosäuren beschreiben (Aminogruppe)	
P	2.2 Kommunikation 4
(15) die Bildung und Hydrolyse einer Peptidbindung beschreiben	
P	2.2 Kommunikation 5

Die Schülerinnen und Schüler können	
(16) Nachweise für Aminosäuren und Proteine durchführen und beschreiben (Ninhydrin-Reaktion und Biuret-Reaktion)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 5
(17) die koordinative Bindung am Beispiel von Nachweisreaktionen in der Naturstoffchemie als Wechselwirkung zwischen Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren beschreiben (Tollens-Probe oder Benedict-Probe, Biuret-Reaktion)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10
P	2.2 Kommunikation 4
(18) die Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen erläutern	
P	2.2 Kommunikation 4
F	BIO.V2 3.4.1 Biomoleküle und molekulare Genetik (3)
F	BIO.V2 3.5.1 Biomoleküle und molekulare Genetik (3)
(19) Versuche zur Denaturierung von Proteinen durchführen und auswerten	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 7
P	2.2 Kommunikation 5

3.4.5 Aromaten und Reaktionsmechanismen

Die Schülerinnen und Schüler lernen mit den Aromaten eine neue Stoffgruppe mit hoher Alltagsbedeutung kennen und vertiefen ihre Kenntnisse zum Gesundheits- und Arbeitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen. Am Beispiel der Reaktionen von Alkanen, Alkenen und Aromaten unterscheiden sie verschiedene Reaktionsmechanismen. Mit der Beschreibung der Bindungsverhältnisse in Aromaten erweitern sie ihre Vorstellung über das Wesen naturwissenschaftlicher Modelle.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) Eigenschaften, Vorkommen und Verwendung von Benzen/Benzol beschreiben	
P	2.2 Kommunikation 1
(2) am Beispiel aromatischer Verbindungen die mögliche Gesundheitsgefährdung durch einen Stoff beschreiben (Expositions-Risiko-Beziehung)	
P	2.2 Kommunikation 9
P	2.3 Bewertung 11
L	MB Information und Wissen
L	PG Sicherheit und Unfallschutz
(3) Grenzen bisher erarbeiteter Bindungsmodelle und unerwartete Eigenschaften des Benzens/ Benzols aus der besonderen Molekülstruktur erklären (Kekulé, delokalisiertes Elektronenring-system, Mesomeriestabilisierung, Substitution statt Addition)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11
P	2.2 Kommunikation 1, 4
I	3.4.1 Chemische Energetik

Die Schülerinnen und Schüler können	
(4) die Mechanismen der elektrophilen Addition an Alkene und der elektrophilen Substitution an Benzen/Benzol (Erstsubstitution, Arenium-Ion) beschreiben	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10
P	2.2 Kommunikation 4, 5
(5) Substitutionsreaktionen (S_E , S_N , S_R) anhand der strukturellen Voraussetzungen des Eduktmoleküls und des angreifenden Teilchens (Elektrophil, Nucleophil, Radikal) vergleichen	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 7
P	2.2 Kommunikation 4, 5

3.4.6 Kunststoffe

Die Schülerinnen und Schüler erlangen am Beispiel der Entwicklung von Kunststoffen mit gezielt geplanten Eigenschaften ein differenziertes Verständnis von Struktur-Eigenschaften-Beziehungen. Sie beschreiben die drei wichtigsten Reaktionstypen zur Kunststoffsynthese und können an einem Beispiel einen Reaktionsmechanismus erläutern. Auf diese Weise vertiefen sie ihre Kenntnisse im Bereich „Chemische Reaktion“. Sie kennen die wichtigsten Massenkunststoffe und stellen Anforderungen an eine zukunftssichere Entwicklung, Verwendung und Entsorgung von Kunststoffen an Beispielen differenziert und detailliert dar.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Kunststoffen und ihrer Struktur erläutern (Thermoplaste, Duromere, Elastomere, Vernetzungsgrad, kristalline und amorphe Bereiche)	
P	2.2 Kommunikation 4, 6
(2) die Prinzipien wichtiger Kunststoffsynthesen mithilfe chemischer Formeln darstellen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition)	
P	2.2 Kommunikation 4
I	3.4.4 Naturstoffe
(3) Strukturformeln der Monomere und sinnvolle Strukturformelausschnitte der Polymere darstellen und benennen (Polyethen, Polypropen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polyethylenterephthalat, Polymilchsäure, Polyamide, Polyurethane)	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 10
(4) den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation beschreiben (Radikalbildung, Kettenstart, Kettenwachstum, Kettenabbruch)	
P	2.2 Kommunikation 4
(5) einen Versuch zur Herstellung eines Polymerisats und eines Polykondensats planen und durchführen	
P	2.1 Erkenntnisgewinnung 5, 6

Die Schülerinnen und Schüler können	
(6) Möglichkeiten zur Beeinflussung der Eigenschaften eines Kunststoffs begründen (Wahl der Monomere, Weichmacher, Reaktionsbedingungen)	P 2.2 Kommunikation 4, 5
(7) die Verarbeitungsmöglichkeiten von Kunststoffen beschreiben (Spritzgießen, Tiefziehen, Kalandrieren, Extrudieren)	P 2.2 Kommunikation 2 P 2.3 Bewertung 8 L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt L MB Information und Wissen L VB Alltagskonsum
(8) die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten für Kunststoffabfälle bewerten (Werkstoffrecycling, Rohstoffrecycling, energetische Verwertung, Kompostierung)	P 2.3 Bewertung 9, 10 I 3.4.1 Chemische Energetik L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen
(9) die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Herstellung von Kunststoffen erläutern	P 2.2 Kommunikation 4 P 2.3 Bewertung 10 L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen

3.4.7 Elektrochemie

Die Schülerinnen und Schüler wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Redoxreaktionen an. Sie verstehen Redoxreaktionen als umkehrbare elektrochemische Vorgänge, die mithilfe der elektrochemischen Spannungsreihe und der Konzentrationsabhängigkeit quantitativ beschrieben werden können.

Sie wenden die Theorie der Redoxreaktion auf die Gewinnung und Speicherung von Energie und auf das Phänomen der elektrochemischen Korrosion an. Dabei stellen sie Beziehungen zwischen der Theorie und den Anwendungen der Chemie her und erkennen ihre Bedeutung im Korrosionsschutz und in der modernen Energieversorgung.

Die Schülerinnen und Schüler können	
(1) das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Reaktionen mit Elektronenübergang anwenden (Oxidation, Reduktion, Redoxpaare)	P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10 I 3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte
(2) Reaktionen zwischen Metallen und Metallsalzlösungen durchführen und das Reduktionsbeziehungsweise das Oxidationsvermögen der Teilchen vergleichen	P 2.1 Erkenntnisgewinnung 7, 8
(3) Oxidationszahlen zur Identifizierung von Redoxreaktionen und zur Formulierung von Reaktionsgleichungen von Redoxreaktionen anwenden	P 2.1 Erkenntnisgewinnung 2

Die Schülerinnen und Schüler können	
(4) eine Iodometrie durchführen und daran das Prinzip der Redoxtitration erläutern	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 5</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(5) den Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) und einer Elektrolysezelle beschreiben	
<p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(6) Zellspannungen galvanischer Zellen experimentell ermitteln	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 6</p>	
(7) die wesentlichen Prozesse in galvanischen Zellen und Elektrolysezellen darstellen und vergleichen (Elektrodenreaktionen, Anode, Kathode, Zellspannung, Zersetzungsspannung, Faraday-Gesetz)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 7, 8</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(8) die Zellspannung mithilfe von Gleichgewichtsbetrachtungen an den elektrochemischen Doppelschichten erklären	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 10</p> <p>I 3.4.2 Chemisches Gleichgewicht</p>	
(9) den Aufbau und die Funktion der Standard-Wasserstoff-Halbzelle erläutern	
<p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(10) Standardpotenziale zur Vorhersage von elektrochemischen Reaktionen und zur Berechnung von Zellspannungen unter Standardbedingungen anwenden	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12</p>	
(11) die Abhängigkeit der Zellspannung von der Ionen-Konzentration in galvanischen Zellen erläutern und Zellspannungen bei verschiedenen Ionenkonzentrationen rechnerisch ermitteln (Nernst-Gleichung)	
<p>P 2.1 Erkenntnisgewinnung 12</p> <p>P 2.2 Kommunikation 4, 5</p>	
(12) die Korrosion von Metallen als elektrochemische Reaktion erklären (Sauerstoffkorrosion und Säurekorrosion) und Methoden des Korrosionsschutzes erläutern (Opferanode)	
<p>P 2.2 Kommunikation 6</p> <p>P 2.3 Bewertung 1, 10</p> <p>L BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen</p>	
(13) das Phänomen der Überspannung beschreiben	
<p>P 2.2 Kommunikation 4</p>	
(14) Möglichkeiten und Probleme der elektrochemischen Speicherung von Energie in Batterien und Akkumulatoren (Bleiakkumulator) erläutern	
<p>P 2.3 Bewertung 6, 7</p> <p>L PG Sicherheit und Unfallschutz</p> <p>L VB Alltagskonsum</p>	

Die Schülerinnen und Schüler können

(15) aktuelle Entwicklungen bei elektrochemischen Stromquellen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit diskutieren (Brennstoffzellen)

- P** 2.3 Bewertung 10
- L** BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen
- L** MB Information und Wissen
- L** VB Alltagskonsum

3.4.8 Chemie in Wissenschaft, Forschung und Anwendung

Die Schülerinnen und Schüler erweitern und vertiefen an ausgewählten Beispielen ihre Vorstellungen zum Atombau und zur chemischen Bindung. Dabei nutzen sie Modelle, die dem aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstand angenähert sind und den Einstieg in ein naturwissenschaftliches Studium erleichtern.

Sie erwerben Grundlagenkenntnisse zu einem Arbeitsgebiet innovativer Forschung, in dem sich die Wissenschaft Chemie Zukunftsthemen zuwendet. Dabei werden sowohl wissenschaftshistorische Aspekte als auch aktuelle Forschungstrends unter alltagsbezogenen, ökonomischen und ökologisch-nachhaltigen Gesichtspunkten betrachtet.

Die Schülerinnen und Schüler können

(1) den energetischen Zustand der Elektronen in der Atomhülle mithilfe des Orbitalmodells beschreiben und dieses Modell auf die chemische Bindung in einfachen Molekülen anwenden

- P** 2.1 Erkenntnisgewinnung 10, 11
- P** 2.2 Kommunikation 4

(2) die Eigenschaften von Nanopartikeln und nanostrukturierten Oberflächen erklären (Nanodimension, superhydrophob, Lotos-Effekt)

- P** 2.2 Kommunikation 6
- P** 2.3 Bewertung 1, 2

(3) Anwendungsmöglichkeiten von Nanomaterialien beschreiben sowie Chancen und Risiken bewerten

- P** 2.3 Bewertung 6, 10, 11
- L** VB Alltagskonsum

(4) anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung am Beispiel einer weiteren ausgewählten Stoffgruppe aus wissenschaftshistorischer, aktueller und zukunftsorientierter Perspektive erläutern (zum Beispiel Farbstoffe, Waschmittel, Pharmazeutika, Komplexverbindungen, Silikone)

- P** 2.3 Bewertung 8
- L** BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen
- L** BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt
- L** VB Alltagskonsum; Chancen und Risiken der Lebensführung

4. Operatoren

Den in den Fächern Biologie, Chemie, Naturwissenschaft und Technik (NwT), Physik und in dem Fächerverbund Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT) genutzten Operatoren liegt eine gemeinsame Beschreibung zugrunde.

In den Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen werden Operatoren (handlungsleitende Verben) verwendet. Diese sind in der vorliegenden Liste aufgeführt. Standards legen fest, welchen Anforderungen die Schülerinnen und Schüler gerecht werden müssen. Daher werden Operatoren in der Regel nach drei Anforderungsbereichen (AFB) gegliedert:

- **Reproduktion (AFB I)**
- **Reorganisation (AFB II)**
- **Transfer (AFB III)**

Je nach inhaltlichem Kontext und unterrichtlichem Vorlauf können Operatoren in mehrere Anforderungsbereiche eingeordnet werden. Im Folgenden wird den Operatoren der überwiegend in Betracht kommende Anforderungsbereich zugeordnet.

Operatoren	Beschreibung	AFB
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen	II
anwenden	einen bekannten Zusammenhang oder eine bekannte Methode auf einen anderen Sachverhalt beziehen	II
aufstellen	eine chemische Formel oder eine Reaktionsgleichung in Symbolschreibweise formulieren	III
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Aspekte in einen Zusammenhang stellen, um daraus Schlussfolgerungen zu ziehen	III
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten beziehungsweise kausale Zusammenhänge zurückführen	III
benennen	Fachbegriffe kriteriengeleitet zuordnen	I
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte, Prozesse und Eigenschaften von Objekten in der Regel unter Verwendung der Fachsprache wiedergeben	II
bewerten	einen Sachverhalt nach fachwissenschaftlichen oder fachmethodischen Kriterien, persönlichem oder gesellschaftlichem Wertebezug begründet einschätzen	III
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Ergebnisse strukturiert wiedergeben	I
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen	III
durchführen	eine vorgegebene oder eigene Anleitung (zum Beispiel für ein Experiment oder einen Arbeitsauftrag) umsetzen	I

Operatoren	Beschreibung	AFB
erklären	Strukturen, Prozesse und Zusammenhänge eines Sachverhalts erfassen sowie auf allgemeine Aussagen oder Gesetze unter Verwendung der Fachsprache zurückführen	II
erläutern	Strukturen, Prozesse und Zusammenhänge eines Sachverhalts erfassen sowie auf allgemeine Aussagen und Gesetze zurückführen und durch zusätzliche Informationen oder Beispiele verständlich machen	II
ermitteln	ein Ergebnis rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen	II
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten ohne Erläuterung wiedergeben	I
nutzen	fachgerecht einsetzen	I
ordnen, einordnen, zuordnen, klassifizieren	Begriffe, Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen	II
planen	zu einem vorgegebenen Problem Lösungswege entwickeln	II
untersuchen	Sachverhalte oder Objekte zielorientiert erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten	II

5. Anhang

5.1 Verweise

Das Verweissystem im Bildungsplan 2016 unterscheidet zwischen vier verschiedenen Verweisarten. Diese werden durch unterschiedliche Symbole gekennzeichnet:

Symbol	Erläuterung
P	Verweis auf die prozessbezogenen Kompetenzen
I	Verweis auf andere Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen desselben Fachplans
F	Verweis auf andere Fächer
L	Verweis auf Leitperspektiven

Die vier verschiedenen Verweisarten

Die Darstellungen der Verweise weichen im Web und in der Druckfassung voneinander ab.

Darstellung der Verweise auf der Online-Plattform

Verweise auf Teilkompetenzen werden unterhalb der jeweiligen Teilkompetenz als anklickbare Symbole dargestellt. Nach einem Mausklick auf das jeweilige Symbol werden die Verweise im Browser detaillierter dargestellt (dies wird in der Abbildung nicht veranschaulicht):

(2) anhand von einfachen Versuchen zwei Wetterelemente analysieren (zum Beispiel Niederschlag, Temperatur)	
P I F L	

Darstellung der Verweise in der Webansicht (Beispiel aus Geographie 3.1.2.1 „Grundlagen von Wetter und Klima“)

Darstellung der Verweise in der Druckfassung

In der Druckfassung und in der PDF-Ansicht werden sämtliche Verweise direkt unterhalb der jeweiligen Teilkompetenz dargestellt. Bei Verweisen auf andere Fächer ist zusätzlich das Fächerkürzel dargestellt (im Beispiel „BNT“ für „Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT)“):

(2) anhand von einfachen Versuchen zwei Wetterelemente analysieren (zum Beispiel Niederschlag, Temperatur)	
P 2.5 Methodenkompetenz 3	
I 3.1.2.2 Klimazonen Europas	
F BNT 3.1.1 Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik	
L MB Produktion und Präsentation	

Darstellung der Verweise in der Druckansicht (Beispiel aus Geographie 3.1.2.1 „Grundlagen von Wetter und Klima“)

Gültigkeitsbereich der Verweise

Sind Verweise nur durch eine gestrichelte Linie von den darüber stehenden Kompetenzbeschreibungen getrennt, beziehen sie sich unmittelbar auf diese.

Stehen Verweise in der letzten Zeile eines Kompetenzbereichs und sind durch eine durchgezogene Linie von diesem getrennt, so beziehen sie sich auf den gesamten Kompetenzbereich.

Die Schülerinnen und Schüler können		Die Verweise gelten für...
(1) die Sichtweisen von Betroffenen und Beteiligten in Konfliktsituationen herausarbeiten und bewerten (zum Beispiel Elternhaus, Schule, soziale Netzwerke)		
L ←		... die Teilkompetenz (1)
(2) Erklärungsansätze für Gewalt anhand von Beispielsituationen herausarbeiten und beurteilen		
(3) selbstständig Strategien zu gewaltfreien und verantwortungsbewussten Konfliktlösungen entwickeln und überprüfen (zum Beispiel Kompromiss, Mediation, Konsens)		
L ←		... die Teilkompetenzen (2) und (3)
P I ←		... alle Teilkompetenzen der Tabelle

Gültigkeitsbereich von Verweisen (Beispiel aus Ethik 3.1.2.2 „Verantwortung im Umgang mit Konflikten und Gewalt“)

5.2 Abkürzungen

Leitperspektiven

Allgemeine Leitperspektiven	
BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
BTV	Bildung für Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt
PG	Prävention und Gesundheitsförderung
Themenspezifische Leitperspektiven	
BO	Berufliche Orientierung
MB	Medienbildung
VB	Verbraucherbildung

Fächerliste der Oberstufe an Gemeinschaftsschulen

Abkürzung	Fach
ASTRO	Astronomie – Wahlfach in der Oberstufe
BIO	Biologie
BIO.V2	Biologie – Überarbeitete Fassung vom 08. März 2022
BK	Bildende Kunst
BKPROFIL	Bildende Kunst – Profulfach
CH	Chemie
CH.V2	Chemie – Überarbeitete Fassung vom 25. März 2022
CHIN4	Chinesisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
D	Deutsch
DG	Darstellende Geometrie – Wahlfach in der Oberstufe
DMW	Digitale mathematische Werkzeuge (DmW) – Wahlfach in der Oberstufe
E	Englisch
ETH	Ethik
F	Französisch
F4	Französisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
G	Geschichte
GEO	Geographie
GEOL	Geologie – Wahlfach in der Oberstufe
GK	Gemeinschaftskunde
GR4	Griechisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
HEBR4	Hebräisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
ITAL4	Italienisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
JAP4	Japanisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
L4	Latein als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
LIT	Literatur – Wahlfach in der Oberstufe
LUT	Literatur und Theater
M	Mathematik
MUS	Musik
MUSPROFIL	Musik – Profulfach
NWT	Naturwissenschaft und Technik (NwT) – Profulfach
PH	Physik

Abkürzung	Fach
PH.V2	Physik – Überarbeitete Fassung vom 25. März 2022
PHIL	Philosophie – Wahlfach in der Oberstufe
PORT4	Portugiesisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
PSY	Psychologie – Wahlfach in der Oberstufe
RAK	Altkatholische Religionslehre
RALE	Alevitische Religionslehre
REV	Evangelische Religionslehre
RISL	Islamische Religionslehre sunnitischer Prägung
RJUED	Jüdische Religionslehre
RRK	Katholische Religionslehre
RSYR	Syrisch-Orthodoxe Religionslehre
RU4	Russisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
SPA3	Spanisch als dritte Fremdsprache – Profulfach
SPA4	Spanisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
SPO	Sport
SPOPROFIL	Sport – Profulfach
TUERK4	Türkisch als spät beginnende Fremdsprache – Wahlfach in der Oberstufe
WBS	Wirtschaft / Berufs- und Studienorientierung (WBS)
WI	Wirtschaft

5.3 Geschlechtergerechte Sprache

Im Bildungsplan 2016 wird in der Regel durchgängig die weibliche Form neben der männlichen verwendet; wo immer möglich, werden Paarformulierungen wie „*Lehrerinnen und Lehrer*“ oder neutrale Formen wie „*Lehrkräfte*“, „*Studierende*“ gebraucht.

Ausnahmen von diesen Regeln finden sich bei

- Überschriften, Tabellen, Grafiken, wenn dies aus layouttechnischen Gründen (Platzmangel) erforderlich ist,
- Funktions- oder Rollenbezeichnungen beziehungsweise Begriffen mit Nähe zu formalen und juristischen Texten oder domänenspezifischen Fachbegriffen (zum Beispiel „*Marktteilnehmer*“, „*Erwerbstätiger*“, „*Auftraggeber*“, „*(Ver-)Käufer*“, „*Konsument*“, „*Anbieter*“, „*Verbraucher*“, „*Arbeitnehmer*“, „*Arbeitgeber*“, „*Bürger*“, „*Bürgermeister*“),
- massiver Beeinträchtigung der Lesbarkeit.

Selbstverständlich sind auch in all diesen Fällen Personen jeglichen Geschlechts gemeint.

5.4 Besondere Schriftauszeichnungen

Klammern und Verbindlichkeit von Beispielen

Im Fachplan sind einige Begriffe in Klammern gesetzt.

Steht vor den Begriffen in Klammern „zum Beispiel“, so dienen die Begriffe lediglich einer genaueren Klärung und Einordnung.

Begriffe in Klammern ohne „zum Beispiel“ sind ein verbindlicher Teil der Kompetenzformulierung.

Steht in Klammern ein „unter anderem“, so sind die in der Klammer aufgeführten Aspekte verbindlich zu unterrichten und noch weitere Beispiele der eigenen Wahl darüber hinaus.

Gestrichelte Unterstreichungen in den gymnasialen Fachplänen

In den prozessbezogenen Kompetenzen:

Die gekennzeichneten Stellen sind in der Oberstufe (Klassen 10–12) zu verorten.

In den inhaltsbezogenen Kompetenzen:

Die gekennzeichneten Stellen reichen über das E-Niveau des gemeinsamen Bildungsplans für die Sekundarstufe I hinaus und sind explizit erst in der Klasse 10 zu verorten.

5.5 Glossar

Im Glossar werden fachspezifische Begriffe erläutert.

Begriff	Erläuterung
Atomanzahlerhaltung	„Atom“ wird hier als Oberbegriff benutzt. Bei einer chemischen Reaktion bleibt die Anzahl der Atome erhalten. Sind Ionen beteiligt, werden diese vereinfacht als Atome betrachtet. In allen anderen Fällen steht der Begriff „Atom“ für ungeladene Teilchen.
Bindungen	Die Ionenbindung, die Metallbindung und die Elektronenpaarbindung werden als Bindungen bezeichnet.
Ionengruppe	Formeleinheit aus Anionen und Kationen, entspricht der Verhältnisformel des Salzes
Reaktionsgleichung	stöchiometrisch ausgeglichene Symbolschreibweise
Reaktionsschema	Wortgleichung
Stoffe	Überbegriff für Reinstoffe und Gemische
Stoffteilchen	Stoffteilchen sind die kleinen Teilchen eines Reinstoffs. Stoffteilchen sind Atome, Moleküle oder Ionengruppen. Bei Stoffen mit infiniten Strukturen handelt es sich um den kleinstmöglichen Gitterausschnitt: bei Metallen ein Atom, bei Salzen eine Ionengruppe.

Begriff	Erläuterung
Wechselwirkungen	In Abgrenzung zu chemischen Bindungen werden Wechselwirkungen zwischen temporären Dipolen, Wechselwirkungen zwischen permanenten Dipolen und Wasserstoffbrücken als zwischenmolekulare Wechselwirkungen bezeichnet. Darüber hinaus gibt es auch Wechselwirkungen zwischen Ionen und Molekülen (Hydratation).

IMPRESSUM

Kultus und Unterricht	Amtsblatt des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg
Ausgabe C	Bildungsplanhefte
Herausgeber	Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, Postfach 103442, 70029 Stuttgart in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung, Heilbronner Str. 314, 70469 Stuttgart
Internet	www.bildungsplaene-bw.de
Verlag und Vertrieb	Neckar-Verlag GmbH, Villingen-Schwenningen
Urheberrecht	Die fotomechanische oder anderweitig technisch mögliche Reproduktion des Satzes beziehungsweise der Satzordnung für kommerzielle Zwecke nur mit Genehmigung des Herausgebers.
Bildnachweis	Robert Thiele, Stuttgart
Gestaltung	Ilona Hirth Grafik Design GmbH, Karlsruhe Soweit die vorliegende Publikation Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Die Urheberrechte der Copyrightinhaber werden ausdrücklich anerkannt. Sollten dennoch in einzelnen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an den Herausgeber. Alle eingesetzten beziehungsweise verarbeiteten Rohstoffe und Materialien entsprechen den zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe gültigen Normen beziehungsweise geltenden Bestimmungen und Gesetzen der Bundesrepublik Deutschland. Der Herausgeber hat bei seinen Leistungen sowie bei Zulieferungen Dritter im Rahmen der wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten umweltfreundliche Verfahren und Erzeugnisse bevorzugt eingesetzt.
Bezugsbedingungen	<i>Juni 2022</i> Die Lieferung der unregelmäßig erscheinenden Bildungsplanhefte erfolgt automatisch nach einem festgelegten Schlüssel. Der Bezug der Ausgabe C des Amtsblattes ist verpflichtend, wenn die betreffende Schule im Verteiler (abgedruckt auf der zweiten Umschlagseite) vorgesehen ist (Verwaltungsvorschrift vom 22. Mai 2008, K.u.U. S. 141). Die Bildungsplanhefte werden gesondert in Rechnung gestellt. Die einzelnen Reihen können zusätzlich abonniert werden. Abbestellungen nur halbjährlich zum 30. Juni und 31. Dezember eines jeden Jahres schriftlich acht Wochen vorher bei der Neckar-Verlag GmbH, Postfach 1820, 78008 Villingen-Schwenningen.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT