

Ministerium für Bildung,
Jugend und Sport
Land Brandenburg

Rahmenlehrplan

für den Unterricht in der
gymnasialen Oberstufe im
Land Brandenburg



Chemie

IMPRESSUM

Erarbeitung

Dieser Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet.

Herausgeber

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

Gültigkeit des Rahmenlehrplans

Gültig ab 1. August 2018

Der Rahmenlehrplan gilt für Schülerinnen und Schüler, die ab dem Schuljahr 2018/19 in die Einführungsphase an Gesamtschulen und beruflichen Gymnasien eintreten und ab dem Schuljahr 2019/20 in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe eintreten oder diese aus anderen Gründen beginnen.



Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2018
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>

Inhaltsverzeichnis

Einführungsphase	5
1. Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	7
1.1 Grundsätze	7
1.2 Lernen und Unterricht.....	8
1.3 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung	9
2 Beitrag des Faches Chemie zum Kompetenzerwerb	11
2.1 Fachprofil	11
2.2 Fachbezogene Kompetenzen.....	12
3 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards.....	15
3.1 Eingangsvoraussetzungen	15
3.2 Abschlussorientierte Standards.....	19
4 Kompetenzen und Inhalte.....	23
1. Kurshalbjahr: Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik (Grundkurs)	23
2. Kurshalbjahr: Elektrochemie in Alltag und Technik (Grundkurs)	25
3. Kurshalbjahr: Natürliche makromolekulare Stoffe (Grundkurs)	26
4. Kurshalbjahr: Indikatorfarbstoffe (Grundkurs)	27
1. Kurshalbjahr: Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik (Leistungskurs).....	28
2. Kurshalbjahr: Elektrochemie in Alltag und Technik (Leistungskurs).....	30
3. Kurshalbjahr: Natürliche makromolekulare Stoffe (Leistungskurs).....	32
4. Kurshalbjahr: Indikatorfarbstoffe (Leistungskurs).....	33

Einführungsphase

Zielsetzung

Im Unterricht der Einführungsphase vertiefen und erweitern die Schülerinnen und Schüler die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und bereiten sich auf die Arbeit in der Qualifikationsphase vor. Spätestens am Ende der Einführungsphase erreichen sie die für ein erfolgreiches Lernen in der Qualifikationsphase notwendigen Voraussetzungen.

Die für die Qualifikationsphase beschriebenen Grundsätze für Unterricht und Erziehung sowie die Ausführungen zum Beitrag des Faches zum Kompetenzerwerb gelten für die Einführungsphase entsprechend. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, Stärken weiterzuentwickeln und Defizite auszugleichen. Sie vertiefen bzw. erwerben fachbezogen und fachübergreifend Grundlagen für wissenschaftspropädeutisches Arbeiten und bewältigen zunehmend komplexe Aufgabenstellungen selbstständig. Hierzu gehören auch die angemessene Verwendung der Sprache und die Nutzung von funktionalen Lesestrategien. Dabei wenden sie fachliche und methodische Kenntnisse und Fertigkeiten mit wachsender Sicherheit selbstständig an.

Zur Vorbereitung auf die Arbeit in der jeweiligen Kursform erhalten die Schülerinnen und Schüler individuelle Lernspielräume und werden von ihren Lehrkräften unterstützt und beraten. Notwendig ist darüber hinaus das Hinführen zur schriftlichen Bearbeitung umfangreicherer Aufgaben im Hinblick auf die Klausuren in der gymnasialen Oberstufe.

In der Einführungsphase kommen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Kenntnissen und Fähigkeiten zusammen. Aufgabe des Unterrichts der Einführungsphase ist es, dass die Schülerinnen und Schüler die im Rahmenlehrplan 1-10 ausgewiesenen fachbezogenen Kompetenzen auf der Niveaustufe H erwerben, um den Übergang in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe erfolgreich bewältigen zu können. Je nach Interessen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden fachspezifische Verfahren, Techniken und Strategien im Hinblick auf die Anforderungen des Kurses vertieft, indem z. B. binnendifferenziert gearbeitet und dabei die Herausbildung größerer Lernerautonomie gefördert wird.

1 Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe

1.1 Grundsätze

In der Qualifikationsphase erweitern und vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihre bis dahin erworbenen Kompetenzen mit dem Ziel, sich auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung vorzubereiten. Sie handeln zunehmend selbstständig und übernehmen Verantwortung in gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen. Die Grundlagen für das Zusammenleben und -arbeiten in einer demokratischen Gesellschaft und für das friedliche Zusammenleben der Völker sind ihnen vertraut. Die Lernenden erweitern ihre interkulturelle Kompetenz und bringen sich im Dialog und in der Kooperation mit Menschen unterschiedlicher kultureller Prägung aktiv und gestaltend ein. Eigene und gesellschaftliche Perspektiven werden von ihnen zunehmend sachgerecht eingeschätzt. Die Lernenden übernehmen Verantwortung für sich und ihre Mitmenschen, für die Gleichberechtigung der Menschen ungeachtet des Geschlechts, der Abstammung, der Sprache, der Herkunft, einer Behinderung, der religiösen und politischen Anschauungen, der sexuellen Identität und der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellung. Im Dialog zwischen den Generationen nehmen sie eine aktive Rolle ein. Sie setzen sich mit wissenschaftlichen, technischen, rechtlichen, politischen, sozialen und ökonomischen Entwicklungen auseinander, nutzen deren Möglichkeiten und schätzen Handlungsspielräume, Perspektiven und Folgen zunehmend sachgerecht ein. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und eröffnen sich somit vielfältige Handlungsalternativen.

Der beschleunigte Wandel einer von Globalisierung geprägten Welt erfordert ein dynamisches Modell des Kompetenzerwerbs, das auf lebenslanges Lernen und die Bewältigung vielfältiger Herausforderungen im Alltags- und Berufsleben ausgerichtet ist. Um sich darauf vorzubereiten, durchdringen die Schülerinnen und Schüler zentrale Zusammenhänge grundlegender Wissensbereiche, erkennen die Funktion und Bedeutung vielseitiger Erfahrungen und lernen, vorhandene sowie neu erworbene Fähigkeiten und Fertigkeiten miteinander zu verknüpfen. Die Lernenden entwickeln ihre Fähigkeiten im Umgang mit Sprache und Wissen weiter und setzen sie zunehmend situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht ein.

Kompetenzerwerb

Die Eingangsvoraussetzungen verdeutlichen den Stand der Kompetenzentwicklung, den die Lernenden beim Eintritt in die Qualifikationsphase erreicht haben sollten. Mit entsprechender Eigeninitiative und gezielter Förderung können auch Schülerinnen und Schüler die Qualifikationsphase erfolgreich absolvieren, die die Eingangsvoraussetzungen zu Beginn der Qualifikationsphase noch nicht im vollen Umfang erfüllt haben.

Standardorientierung

Mit den abschlussorientierten Standards wird verdeutlicht, über welche fachlichen und überfachlichen Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler im Abitur verfügen müssen. Die Standards bieten damit Lernenden und Lehrenden Orientierung für erfolgreiches Handeln und bilden einen wesentlichen Bezugspunkt für die Unterrichtsgestaltung, für das Entwickeln von Konzepten zur individuellen Förderung sowie für ergebnisorientierte Beratungsgespräche.

Für die Kompetenzentwicklung sind zentrale Themenfelder und Inhalte von Relevanz, die sich auf die Kernbereiche der jeweiligen Fächer konzentrieren und sowohl fachspezifische als auch überfachliche Zielsetzungen deutlich werden lassen. So erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit zum exemplarischen Lernen und zum Erwerb einer vertieften und erweiterten allgemeinen sowie wissenschaftspropädeutischen Bildung. Dabei wird stets der Bezug zur Erfahrungswelt der

Themenfelder und Inhalte

Lernenden und zu den Herausforderungen an die heutige sowie perspektivisch an die zukünftige Gesellschaft hergestellt.

Die Schülerinnen und Schüler entfalten anschlussfähiges und vernetztes Denken und Handeln als Grundlage für lebenslanges Lernen, wenn sie die in einem Lernprozess erworbenen Kompetenzen auf neue Lernbereiche übertragen und für eigene Ziele und Anforderungen in Schule, Studium, Beruf und Alltag nutzbar machen können.

Diesen Erfordernissen trägt der Rahmenlehrplan durch die Auswahl der Themenfelder und Inhalte Rechnung, bei der nicht nur die Systematik des Faches, sondern vor allem der Beitrag zum Kompetenzerwerb berücksichtigt wird.

Schulinternes Curriculum Der Rahmenlehrplan ist die verbindliche Basis für die Gestaltung des schulinternen Curriculums, in dem der Bildungs- und Erziehungsauftrag von Schule standortspezifisch konkretisiert wird. Dazu werden fachbezogene, fachübergreifende und fächerverbindende Entwicklungsschwerpunkte sowie profilbildende Maßnahmen festgelegt.

Die Kooperation innerhalb der einzelnen Fachbereiche ist dabei von ebenso großer Bedeutung wie fachübergreifende Absprachen und Vereinbarungen. Beim Erstellen des schulinternen Curriculums werden regionale und schulspezifische Besonderheiten sowie die Neigungen und Interessenlagen der Lernenden einbezogen. Dabei arbeiten alle an der Schule Beteiligten zusammen und nutzen auch die Anregungen und Kooperationsangebote externer Partner.

Zusammen mit dem Rahmenlehrplan nutzt die Schule das schulinterne Curriculum als ein prozessorientiertes Steuerungsinstrument im Rahmen von Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Im schulinternen Curriculum werden überprüfbare Ziele formuliert, die die Grundlage für eine effektive Evaluation des Lernens und des Unterrichts in der Qualifikationsphase bilden.

1.2 Lernen und Unterricht

Mitverantwortung und Mitgestaltung von Unterricht Das Lernen und Lehren in der Qualifikationsphase muss dem besonderen Entwicklungsabschnitt gerecht werden, in dem die Jugendlichen zu jungen Erwachsenen werden. Dies geschieht vor allem dadurch, dass die Lernenden Verantwortung für den Lernprozess und den Lernerfolg übernehmen und sowohl den Unterricht als auch das eigene Lernen aktiv selbst gestalten.

Inklusives Lernen Die Einhaltung der Grundsätze inklusiven Lernens ermöglicht allen Lernenden eine Teilhabe am Lernprozess – ungeachtet eventueller individueller Beeinträchtigungen.

Lernen als individueller Prozess Beim Lernen konstruiert jede/jeder Einzelne ein für sich selbst bedeutsames Abbild der Wirklichkeit auf der Grundlage ihres/seines individuellen Wissens und Könnens sowie ihrer/seiner Erfahrungen und Einstellungen. Dieser Tatsache wird durch eine Lernkultur Rechnung getragen, in der sich die Schülerinnen und Schüler ihrer eigenen Lernwege bewusst werden, diese weiterentwickeln, unterschiedliche Lösungen reflektieren und selbstständig Entscheidungen treffen. So wird lebenslanges Lernen angebahnt und die Grundlage für motiviertes, durch Neugier und Interesse geprägtes Handeln ermöglicht. Fehler und Umwege werden dabei als bedeutsame Bestandteile von Erfahrungs- und Lernprozessen angesehen.

Phasen des Anwendens Neben der Auseinandersetzung mit dem Neuen sind Phasen des Anwendens, des Übens, des Systematisierens sowie des Vertiefens und Festigens für erfolgreiches Lernen von großer Bedeutung. Solche Lernphasen ermöglichen auch die gemeinsame Suche nach Anwendungen für neu erworbenes Wissen und verlangen eine variantenreiche Gestaltung im Hinblick auf Übungssituationen, in denen vielfältige Methoden und Medien zum Einsatz gelangen.

<p>Lernumgebungen werden so gestaltet, dass sie das selbst gesteuerte Lernen von Schülerinnen und Schülern fördern. Sie unterstützen durch den Einsatz von Medien und zeitgemäßer Kommunikations- und Informationstechnik sowohl die Differenzierung individueller Lernprozesse als auch das kooperative Lernen. Dies trifft auf die Nutzung von multimedialen und netzbasierten Lernarrangements und auch auf den produktiven Umgang mit Medien zu. Moderne Lernumgebungen ermöglichen es den Lernenden, eigene Lern- und Arbeitsziele zu formulieren und zu verwirklichen sowie eigene Arbeitsergebnisse auszuwerten und zu nutzen.</p>	Lernumgebungen
<p>Die Integration geschlechtsspezifischer Perspektiven in den Unterricht fördert die Wahrnehmung und Stärkung der Lernenden mit ihrer Unterschiedlichkeit und Individualität. Sie unterstützt die Verwirklichung von gleichberechtigten Lebensperspektiven. Die Schülerinnen und Schüler werden bestärkt, unabhängig von tradierten Rollenfestlegungen Entscheidungen über ihre berufliche und persönliche Lebensplanung zu treffen.</p>	Gleichberechtigung von Mann und Frau
<p>Durch fachübergreifendes Lernen werden Inhalte und Themenfelder in größerem Kontext erfasst, außerfachliche Bezüge hergestellt und gesellschaftlich relevante Aufgaben verdeutlicht. Die Vorbereitung und die Durchführung von fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben und Projekten fördern die Zusammenarbeit von Lehrkräften und ermöglichen allen Beteiligten eine multiperspektivische Wahrnehmung.</p>	Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen
<p>Im Rahmen von Projekten, an deren Planung und Organisation sich die Schülerinnen und Schüler aktiv beteiligen, werden über Fächergrenzen hinaus Lernprozesse vollzogen und Lernprodukte erstellt. Dabei nutzen Lernende überfachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten auch zum Dokumentieren und Präsentieren. Auf diese Weise bereiten sie sich auf das Studium und ihre spätere Berufstätigkeit vor.</p>	Projektarbeit
<p>Außerhalb der Schule gesammelte Erfahrungen, Kenntnisse und erworbene Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden in die Unterrichtsarbeit einbezogen. Zur Vermittlung solcher Erfahrungen werden weiterhin die Angebote außerschulischer Lernorte, kultureller oder wissenschaftlicher Einrichtungen sowie staatlicher und privater Institutionen genutzt. Die Teilnahme an Projekten und Wettbewerben, an Auslandsaufenthalten und internationalen Begegnungen hat ebenfalls eine wichtige Funktion; sie erweitert den Erfahrungshorizont der Schülerinnen und Schüler und trägt zur Stärkung ihrer interkulturellen Handlungsfähigkeit bei.</p>	Einbeziehung außerschulischer Erfahrungen
<h3>1.3 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung</h3>	
<p>Wichtig für die persönliche Entwicklung der Schülerinnen und Schüler ist eine individuelle Beratung, die die Stärken der Lernenden aufgreift und Lernergebnisse nutzt, um Lernfortschritte auf der Grundlage nachvollziehbarer Anforderungs- und Bewertungskriterien zu beschreiben und zu fördern.</p>	
<p>So lernen die Schülerinnen und Schüler, ihre eigenen Stärken und Schwächen sowie die Qualität ihrer Leistungen realistisch einzuschätzen und kritische Rückmeldungen und Beratung als Chance für die persönliche Weiterentwicklung zu verstehen. Sie lernen außerdem, anderen Menschen faire und sachliche Rückmeldungen zu geben, die für eine produktive Zusammenarbeit und ein erfolgreiches Handeln unerlässlich sind.</p>	
<p>Die Anforderungen in Aufgabenstellungen orientieren sich im Verlauf der Qualifikationsphase zunehmend an der Vertiefung von Kompetenzen und den abschlussorientierten Standards sowie an den Aufgabenformaten und der Dauer der Abiturprüfung. Die Aufgabenstellungen sind so offen, dass sie den Lernenden eine eigene Gestaltungsleistung abverlangen.</p>	Aufgabenstellungen

Die von den Schülerinnen und Schülern geforderten Leistungen orientieren sich an lebens- und arbeitsweltbezogenen Textsorten und Aufgabenstellungen, die einen Beitrag zur Vorbereitung der Lernenden auf ihr Studium und ihre spätere berufliche Tätigkeit liefern.

Schriftliche Leistungen Neben den Klausuren fördern umfangreichere schriftliche Arbeiten in besonderer Weise bewusstes methodisches Vorgehen und motivieren zu eigenständigem Lernen und Forschen.

Mündliche Leistungen Den mündlichen Leistungen kommt eine große Bedeutung zu. In Gruppen und einzeln erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, ihre Fähigkeit zum reflektierten und sachlichen Diskurs und Vortrag und zum mediengestützten Präsentieren von Ergebnissen unter Beweis zu stellen.

Praktische Leistungen Praktische Leistungen können in allen Fächern eigenständig oder im Zusammenhang mit mündlichen oder schriftlichen Leistungen erbracht werden. Die Schülerinnen und Schüler erhalten so die Gelegenheit, Lernprodukte selbstständig allein und in Gruppen zu erstellen und wertvolle Erfahrungen zu sammeln.

2 Beitrag des Faches Chemie zum Kompetenzerwerb

2.1 Fachprofil

Im Chemieunterricht der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe nutzen die Schülerinnen und Schüler grundlegende Methoden des naturwissenschaftlichen Arbeitens und der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Phänomenen, die mit Eigenschaften oder/und Umwandlungsprozessen von Stoffen verbunden sind.

Besondere Bedeutung kommt dabei dem sicheren Umgang mit vorhandenem Wissen und seiner Verknüpfung mit neuen Erkenntnissen sowie dem zielgerichteten Experimentieren zu. Die Schülerinnen und Schüler nutzen jede Art von Modellen und verwenden die Fachsprache der Chemie angemessen.

Der angestrebte Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler wird durch die Einbeziehung relevanter Kontexte erreicht. Sie sind Ausgangspunkt für weiterführende Fragestellungen, motivieren zu eigenständigem Erforschen, stellen mögliche Anwendungsbereiche der Chemie dar und regen zur Abschätzung der Folgen gegenwärtiger und zukünftiger chemisch-technischer Entwicklungen an.

Die Schülerinnen und Schüler befassen sich mit jenen Aspekten, die das Wesen der Chemie/des Faches Chemie charakterisieren:

- Stoffe mit ihren strukturellen Merkmalen, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten,
- chemische Reaktionen mit deren teilchenmäßigen Aspekten, kinetischen und energetischen Aspekten sowie deren Umkehrbarkeit bis hin zu Gleichgewichtszuständen,
- praktische Arbeitsweisen in der Chemie wie qualitative und quantitative analytische Methoden sowie
- Zusammenhänge zwischen Chemie, Lebenswelt und Gesellschaft, wie z. B. die Betrachtung ökologischer Wirkungen chemischer Prozesse, aktueller Technologien unter dem Aspekt von Nachhaltigkeit und die Bedeutung der Chemie für die Lösung globaler Probleme.

Chemischen Phänomenen liegen Prinzipien zugrunde, die sich als **Basiskonzepte** beschreiben lassen. Diese Basiskonzepte helfen in Verbindung mit den zu entwickelnden Kompetenzen den Schülerinnen und Schülern bei der Erschließung chemischer Sachverhalte und bei der Nutzung chemischer sowie naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten. Sie ermöglichen kumulatives und vernetztes Lernen sowie eine Orientierung und Problembewältigung in einer Welt mit ständig neuen Erkenntnissen und Herausforderungen. Die Basiskonzepte dienen dem Verständnis von Wechselbeziehungen auf unterschiedlichen Systemebenen sowie der Reflexion erworbener Kenntnisse. Von besonderer Bedeutung sind:

- **Das Stoff-Teilchen-Konzept**

Die erfahrbaren Phänomene der stofflichen Welt und deren Deutung auf der Teilchenebene werden konsequent unterschieden.

- **Das Struktur-Eigenschaft-Konzept**

Die Art und Anordnung von Teilchen in Stoffen sowie intermolekulare und intramolekulare Wechselwirkung zwischen Teilchen und zwischen Teilchenverbänden bestimmen die Eigenschaften eines Stoffes.

- **Das Konzept der chemischen Reaktion einschließlich des Donator-Akzeptor-Konzepts und des Gleichgewichtskonzepts**

Umkehrbare chemische Reaktionen führen häufig zur Ausbildung eines chemischen Gleichgewichts. Bei vielen chemischen Reaktionen sind Teilchenübergänge von besonderer Bedeutung. So lassen sich Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen als chemische Reaktionen mit Protonen- bzw. Elektronenübergängen beschreiben.

- **Das Energiekonzept:** Alle chemischen Reaktionen sind mit einem Energieumsatz verbunden, der durch Umwandlung chemischer Energie in andere Energieformen und umgekehrt charakterisiert ist.

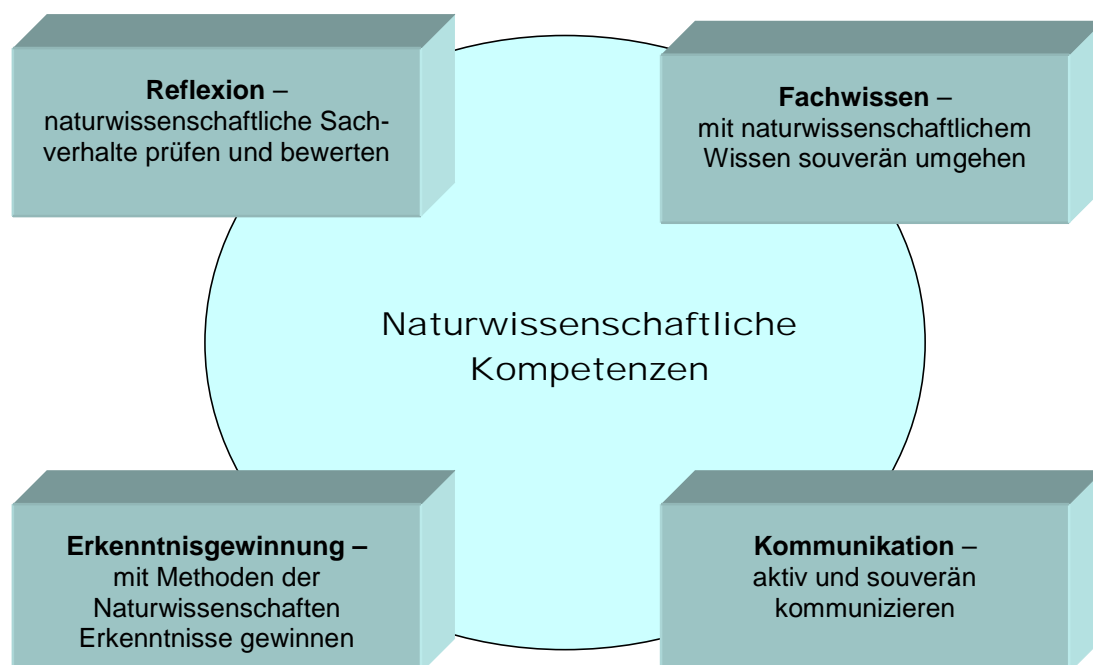
2.2 Fachbezogene Kompetenzen

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt unabhängig von der speziellen Fachrichtung stets nach den gleichen Prinzipien. Daher weisen die im Fach Chemie und die in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern zu erwerbenden Kompetenzen große Gemeinsamkeiten auf. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten zu geben, sind nachfolgend die Kompetenzen für die naturwissenschaftlichen Fächer gemeinsam beschrieben. In den abschlussorientierten Standards werden sie auf das Fach Chemie bezogen und die Anforderungen für den Grund- und Leistungskurs beschrieben.

Der Kompetenzerwerb in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe erfolgt aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften, ihrer Wechselbeziehung zur Gesellschaft, zur Umwelt und zur Technik.

Bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erschließen, verwenden und reflektieren die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Konzepte und Ideen der Naturwissenschaften. Mit ihrer Hilfe verknüpfen sie nachhaltig neue Erkenntnisse mit bereits vorhandenem Wissen.

Sie bilden diejenigen Kompetenzen weiter aus, mit deren Hilfe sie naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen, Probleme unter Verwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden lösen, über naturwissenschaftliche Themen kommunizieren und auf der Grundlage der Kenntnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge Entscheidungen verantwortungsbewusst treffen und reflektieren.



Fachwissen – mit naturwissenschaftlichem Wissen souverän umgehen

Fachwissen wird hier funktional im Sinne der Anwendung von Kenntnissen verstanden. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler identifizieren naturwissenschaftliche Aspekte in alltäglichen Situationen und setzen diese in Beziehung zu ihren naturwissenschaftlichen Kenntnissen und Erfahrungen. Mithilfe ihres Wissens bringen sie sich in die Diskussion alltäglicher und naturwissenschaftlicher Probleme ein. Bei der Bearbeitung bisher unbekannter naturwissenschaftlicher Problem- und Fragestellungen verwenden sie ihre vorhandenen Kenntnisse, ihre methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie heuristische Strategien und erschließen sich ggf. weitere erforderliche Informationen auch in fremdsprachigen Texten. Sie deuten und präsentieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Kenntnissen.

Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Naturwissenschaften Erkenntnisse gewinnen

Die Schülerinnen und Schüler wenden die Methoden und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften an, um neue Erkenntnisse über naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erwerben oder zu bestätigen und um das Auftreten bisher unbekannter Phänomene vorauszusagen. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler erfassen natürliche Phänomene oder technische Effekte zielorientiert, indem sie beobachten oder messen. Sie werten die Beobachtungs- oder Messdaten mithilfe mathematischer oder vergleichender Methoden aus. Sie reflektieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Erkenntnissen. Sie entwickeln dabei neue Modelle oder modifizieren vorhandene. Mithilfe von Modellen beschreiben, erklären und prognostizieren sie natürliche Phänomene und technische Effekte.

Kommunikation – aktiv und souverän kommunizieren

Die sichere Anwendung aller Formen der Kommunikation auch unter Verwendung von Fremdsprachen ist eine wichtige Voraussetzung für die aktive Teilnahme am politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Leben sowie für wissenschaftliches Arbeiten. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren und vermitteln naturwissenschaftliche Phänomene, Vorgänge, Sachverhalte und Zusammenhänge unter Verwendung der Fachsprache situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht. Sie nutzen Medien und Technologien zum Erschließen und Präsentieren von Inhalten sowie zur direkten Kommunikation und reflektieren deren Einsatz.

Reflexion – naturwissenschaftliche Sachverhalte prüfen und bewerten

Die mit naturwissenschaftlichen Methoden gewonnenen Erkenntnisse sowie deren Anwendungen haben Auswirkungen auf das Individuum und die Gesellschaft. Daraus resultiert die Forderung nach einem bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit ihnen. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler hinterfragen und überprüfen naturwissenschaftliche Aussagen sowie Situationen und bewerten diese in Relation zu den vorhandenen Informationen. Sie setzen naturwissenschaftliche Aussagen in Beziehung zu gesellschaftlich relevanten Fragestellungen. Sie prüfen, diskutieren und bewerten Anwendungsmöglichkeiten und deren individuelle sowie gesellschaftliche Folgen in Bereichen wie Technik, Gesundheit und Umwelt. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und finden dabei für sich verschiedene Handlungsmöglichkeiten.

3 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards

3.1 Eingangsvoraussetzungen

Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb in der gymnasialen Oberstufe sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen. Diese sind in den Eingangsvoraussetzungen dargestellt und identisch mit den H-Standards des Rahmenlehrplans für die Jahrgangsstufen 1–10, Teil C Chemie. Die H-Standards setzen jeweils die Kompetenzen auf den vorgelagerten Niveaustufen voraus. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen sie, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

Mit Fachwissen umgehen¹

Basiskonzept: Stoff-Teilchen-Konzept

	Stoffebene	Teilchenebene	Stoff-Teilchen-Betrachtungen
	Die Schülerinnen und Schüler können		
G H	analytische Verfahren auswählen und anwenden	zwischenmolekulare Wechselwirkungen auf Teilchenebene erklären	die Vielfalt der Stoffe auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen erklären

Basiskonzept: Struktur-Eigenschafts-Konzept

	Struktur-Eigenschaften	Eigenschaften-Verwendung
	Die Schülerinnen und Schüler können	
G H	strukturelle Ordnungsprinzipien von Stoffen (Ionensubstanzen, Molekülsubstanzen, Metalle u. a.) begründen	auf Grundlage von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen die Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen bewerten

Basiskonzept: Konzept der chemischen Reaktion

	Chemische Reaktionen darstellen	Chemische Reaktion als Stoffumwandlung	Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen
	Die Schülerinnen und Schüler können		
G H	chemische Reaktionen hinsichtlich der Veränderung der Teilchen und des Umbaus chemischer Bindung deuten	Beispiele für Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Kombination chemischer Reaktionen beschreiben	die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben

¹ Die Benennung der Kompetenzbereiche erfolgt hier nach dem Kompetenzmodell aus dem Rahmenlehrplan 1–10, Teil C Chemie.

	Teilchenübertragung bei chemischen Reaktionen	Stöchiometrie
	Die Schülerinnen und Schüler können	
G H	Donator und Akzeptor in ausgewählten Reaktionsgleichungen kennzeichnen	stöchiometrische Berechnungen durchführen

Basiskonzept: Energie-Konzept

	Energieumwandlungen
	Die Schülerinnen und Schüler können
H	energetische Erscheinungen bei chemischen Reaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in andere Energieformen zurückführen

Erkenntnisse gewinnen

Beobachten, Vergleichen, Ordnen

	Beobachten	Vergleichen und Ordnen
	Die Schülerinnen und Schüler können	
G H	Deutungen aus Beobachtungen auf einen neuen Sachverhalt anwenden	nach einem übergeordneten Vergleichskriterium ordnen und vergleichen

Naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen

	Fragestellung	Hypothesenbildung	Planung und Durchführung	Auswertung und Reflexion
	Die Schülerinnen und Schüler können			
H	ein theoretisches Konzept zur Bearbeitung einer naturwissenschaftlichen Fragestellung heranziehen	aufgestellte Hypothesen bestätigen oder nach Widerlegung weitere Hypothesen entwickeln	den Untersuchungsplan und die praktische Umsetzung beurteilen	Daten, Trends und Beziehungen interpretieren, diese erklären und weiterführende Schlussfolgerungen ableiten

Mit Modellen umgehen

	Nutzen	Testen	Ändern
	Die Schülerinnen und Schüler können		
G H	mit Modellen naturwissenschaftliche Sachverhalte vorhersagen	mithilfe von Modellen Hypothesen ableiten	Modelle ändern, wenn die aus ihnen abgeleiteten Hypothesen widerlegt sind

Elemente der Mathematik anwenden

	Mit naturwissenschaftlichen Größen umgehen	Messwerte erfassen	Mathematische Verfahren anwenden
	Die Schülerinnen und Schüler können		
H	Zusammenhänge zwischen Größen unter Verwendung von Gleichungen und Diagrammen erläutern	grobe, zufällige und systematische Fehler unterscheiden	mathematische Verfahren bei der Auswertung von gemessenen oder recherchierten Daten begründet auswählen

Kommunizieren**Informationen erschließen – Textrezeption (mündlich und schriftlich)**

	Recherchieren	Informationen aus grafischen Darstellungen entnehmen
	Die Schülerinnen und Schüler können	
H	die Seriosität und fachliche Relevanz von Informationen in verschiedenen Medien bewerten/hinterfragen	die Aussagekraft von Darstellungen bewerten und hinterfragen

Informationen weitergeben – Textproduktion (mündlich und schriftlich)

	Darstellungsformen wechseln	Texte zu Sachverhalten produzieren	Dokumentieren	Präsentieren
	Die Schülerinnen und Schüler können			
G H	kontinuierliche Texte in Fachsprache umwandeln (z. B. Größengleichungen, chemische Formeln, Reaktionsgleichungen)	naturwissenschaftliche Sachverhalte adressaten- und sachgerecht in verschiedenen Darstellungsformen erklären	anhand des Protokolls den Versuch erläutern	Medien für eine Präsentation kriterienorientiert auswählen und die Auswahl reflektieren

Argumentieren – Interaktion

	Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren
	Die Schülerinnen und Schüler können
H	Widersprüche in einer Argumentation erläutern

Über (Fach-)Sprache nachdenken – Sprachbewusstheit

	Sprache im Fachunterricht thematisieren	Alltags- und Fachsprache bewusst verwenden
	Die Schülerinnen und Schüler können	
G H	naturwissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich präzisieren	Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftlichen Sachverhalten und Alltagserscheinungen herstellen und dabei bewusst Fachsprache in Alltagssprache übersetzen und umgekehrt

Bewerten

Handlungsoptionen diskutieren und auswählen

	Bewertungskriterien	Handlungsoptionen
	Die Schülerinnen und Schüler können	
G H	die Relevanz von Bewertungskriterien ² für Handlungsoptionen erläutern	unter Berücksichtigung verschiedener Perspektiven Kompromisse entwickeln

Handlungen reflektieren

	Schlussfolgerungen
	Die Schülerinnen und Schüler können
G H	Möglichkeiten und Folgen ihres Handelns beurteilen und Konsequenzen daraus ableiten

Werte und Normen reflektieren

	Werte und Normen	Sicherheits- und Verhaltensregeln
	Die Schülerinnen und Schüler können	
G H	eigene Wertvorstellungen in Bezug auf Werte anderer und Normen der Gesellschaft reflektieren	Sicherheitsrisiken einschätzen und neue Sicherheitsmaßnahmen ableiten

² Chemie: Naturwissenschaftliche Konzepte, Konzept der nachhaltigen Entwicklung und emotional-soziale Kriterien (z. B. der Preis bei Bio-Lebensmitteln), RLP 1–10, Teil C Chemie, S.24

3.2 Abschlussorientierte Standards

Im Chemieunterricht der Qualifikationsphase entwickeln die Schülerinnen und Schüler grundlegende Kompetenzen als Teil der Allgemeinbildung und als Voraussetzung für Studium und Beruf.

Grundkurs:

Die Schülerinnen und Schüler können

- grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen des Faches erarbeiten,
- wesentliche Arbeitsmethoden, Fachmethoden und Darstellungsformen des Faches verwenden und reflektieren,
- in exemplarischer Form Zusammenhänge im Fach und über dessen Grenzen hinaus aufzeigen,
- Unterrichtsthemen kontextorientiert bearbeiten.

Leistungskurs:

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Inhalte, Modelle und Theorien vertiefen, sodass die Komplexität und der Aspektreichtum des Faches deutlich werden,
- einen hohen Grad an Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit beim Beherrschen der Arbeits- und Fachmethoden sowie deren Anwendung, Übertragung und Reflexion erzielen.

Die Anforderungen im Grundkurs und im Leistungskurs unterscheiden sich demnach quantitativ, aber vor allem auch qualitativ voneinander.

Der Unterschied wird deutlich

- im Umfang und Spezialisierungsgrad bezüglich des Fachwissens, des Nutzens chemischer und naturwissenschaftlicher Methoden, des Experimentierens sowie der Theoriebildung,
- im Abstraktionsniveau, erkennbar im Grad der Elementarisierung, der Problemerkennung und des Problemlösens, der Mathematisierung sowie in der Differenziertheit der verwendeten Fachsprache,
- in der Komplexität der Kontexte sowie der chemischen Sachverhalte, Theorien und Modelle.

Fachwissen – mit chemischem Wissen souverän umgehen

Grundkurs	Leistungskurs
<p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> – die Vielfalt der Stoffe auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen der Teilchen und ihrer Wechselwirkung beschreiben, – den Bau ausgewählter Stoffe unter Verwendung geeigneter Modelle (Teilchen-, Atom- und Bindungsmodelle) beschreiben, 	<p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> – die Vielfalt der Stoffe auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen der Teilchen und ihrer Wechselwirkung beschreiben und erklären, – den Bau ausgewählter Stoffe unter Verwendung geeigneter Modelle (Teilchen-, Atom- und Bindungsmodelle) beschreiben und erklären,
<ul style="list-style-type: none"> – die Zuordnung von Stoffen zu Stoffklassen auf der Grundlage von Strukturmerkmalen begründen und die Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und Verwendung der Stoffe diskutieren, 	
<ul style="list-style-type: none"> – die Kausalität zwischen Art, Anordnung und Wechselwirkung der Teilchen und den Eigenschaften der Stoffe erläutern, 	<ul style="list-style-type: none"> – Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe auf der Grundlage ihrer Struktur begründet ableiten und von den Eigenschaften auf die Struktur schließen,
<ul style="list-style-type: none"> – makroskopische Erscheinungen der chemischen Reaktion (Stoffumwandlung, energetische Erscheinungen) mithilfe der submikroskopischen Betrachtungsweise (Umbau chemischer Bindungen und Änderung der Art und Anordnung der Teilchen, Umwandlung eines Teils der chemischen Energie der Stoffe in andere Energieformen und umgekehrt) erklären, 	
<ul style="list-style-type: none"> – den Ersten Hauptsatz der Thermodynamik auf chemische Reaktionen anwenden, – in ausgewählten Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen die Übertragung von Teilchen bestimmen und die Reaktionsart kennzeichnen, – Reaktionsgleichungen für grundlegende Reaktionen entwickeln, 	<ul style="list-style-type: none"> – chemische Reaktionen energetisch unter Nutzung des Ersten Hauptsatzes der Thermodynamik interpretieren und Voraussagen über den freiwilligen Verlauf chemischer Reaktionen formulieren, – Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen konsequent unter Anwendung des Donator-Akzeptor-Prinzips interpretieren, – Reaktionsgleichungen für komplexere Reaktionen entwickeln,
<ul style="list-style-type: none"> – von Strukturmerkmalen der Stoffe auf das Reaktionsverhalten schließen, – die Bedingungen und die Merkmale eines chemischen Gleichgewichts erläutern, – Voraussagen über die Änderung der Gleichgewichtslage durch Druck-, Temperatur- und Konzentrationsänderung formulieren, – mithilfe des mathematischen Ausdrucks des MWG (Massenwirkungsgesetz) die Reaktionsführung technischer Synthesen begründen, 	
<ul style="list-style-type: none"> – Beispiele für Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen beschreiben, 	<ul style="list-style-type: none"> – Beispiele für Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen beschreiben und diskutieren,
<ul style="list-style-type: none"> – Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen beschreiben und erläutern. 	

Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Chemie Erkenntnisse gewinnen

Grundkurs	Leistungskurs
<p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fragestellungen entwickeln, die mithilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente und die Arbeit mit Modellen zu beantworten sind, – chemische Experimente planen, beobachten, beschreiben, selbstständig durchführen und auswerten, – Hypothesen oder Voraussagen ableiten und diese experimentell überprüfen, – geeignete Modelle zum Beschreiben, Erklären oder Voraussagen chemischer Sachverhalte anwenden und die Grenzen der Anwendbarkeit der Modelle diskutieren, 	
<ul style="list-style-type: none"> – qualitative Untersuchungen von Stoffen durchführen, 	<ul style="list-style-type: none"> – qualitative und quantitative Untersuchungen von Stoffen und Stoffgemischen durchführen,
<ul style="list-style-type: none"> – mathematische Verfahren und Hilfsmittel zur Lösung chemischer Aufgaben anwenden, – Messwerte ermitteln, Modelle oder Modellvorstellungen entwickeln, chemische oder physikalische Größen berechnen, Vorgänge simulieren und Ergebnisse unter Nutzung unterschiedlicher Medien darstellen, – in erhobenen oder recherchierten Daten Trends, Strukturen und Beziehungen finden, diese interpretieren und geeignete Schlussfolgerungen ziehen. 	

Kommunikation – aktiv und souverän über chemische Sachverhalte kommunizieren

Grundkurs	Leistungskurs
<p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> – chemische Sachverhalte unter angemessener Nutzung der Fachsprache beschreiben, veranschaulichen und interpretieren, – chemische Sachverhalte und Fragestellungen sachlogisch argumentieren und schlüssig begründen, – chemische Sachverhalte und Erkenntnisse in unterschiedlicher Form (Symbole, Formeln, Gleichungen, Tabellen, Diagramme, Graphen, Skizzen, Simulationen) darstellen, – Fachtexte und grafische Darstellungen interpretieren und daraus Schlüsse ziehen, – Informationen unter Nutzung von Informationsquellen gezielt und kritisch auswählen und diese mit dem erworbenen Wissen verknüpfen, – Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit prüfen, – chemisches Wissen, eigene Standpunkte und Überlegungen sowie Lern- und Arbeitsergebnisse adressaten- und situationsgerecht dokumentieren und präsentieren. 	

Reflexion – chemische Sachverhalte prüfen und bewerten

Grundkurs	Leistungskurs
<p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> – chemie- und naturwissenschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten und diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse bewerten, – exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie aufzeigen, 	
<ul style="list-style-type: none"> – wirtschaftliche und ökologische Folgen ausgewählter technischer Synthesen betrachten und bewerten und Stoffkreisläufe unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit darstellen, 	<ul style="list-style-type: none"> – wirtschaftliche und ökologische Folgen bedeutender technischer Synthesen und Stoffkreisläufe unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit bewerten und die Entwicklung einer technischen Synthese im historischen Zusammenhang diskutieren,
<ul style="list-style-type: none"> – Verfahren zur Gewinnung und Verarbeitung wichtiger Rohstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen erörtern und bewerten, 	
<ul style="list-style-type: none"> – die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der angewandten Chemie für die Sicherung der Welternährung, Energieversorgung, Werkstoffproduktion sowie in der Informations- und Biotechnologie beschreiben, 	<ul style="list-style-type: none"> – die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der angewandten Chemie für die Sicherung der Welternährung, Energieversorgung, Werkstoffproduktion sowie in der Informations- und Biotechnologie beschreiben und bewerten,
<ul style="list-style-type: none"> – aktuelle und lebensweltbezogene Fragestellungen ableiten, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie bearbeitet und beantwortet werden können. 	

4 Kompetenzen und Inhalte

Die Vielfalt der Chemie, ihr Wissensstand und ihre Dynamik erfordern eine Reduktion auf wesentliche chemische Inhalte und ein exemplarisches Vorgehen, wie es durch die nachfolgenden Themenfelder skizziert wird. Die Inhalte der Themenfelder sind verbindlich. Inhalte verschiedener Themenfelder können verknüpft werden.

Die Beiträge zur Kompetenzentwicklung in den nachfolgenden Übersichten zeigen allgemein auf, in welcher Tiefe die verbindlichen Inhalte zu behandeln sind. Die Verknüpfungen der Standards mit den verbindlichen Inhalten sind an der jeweiligen Schule weiter zu präzisieren. Die konkrete Unterrichtsplanung erfolgt innerhalb der fachlichen Festlegungen als Teil des schulinternen Curriculums. Dabei sind die jährlichen Hinweise für die zentralen schriftlichen Abiturprüfungen (u. a. Prüfungsschwerpunkte) des für Schule zuständigen Ministeriums gemäß GOSTV zu beachten.

Die Reihenfolge der Themenfelder ist verbindlich, wie auch die aufgeführten Experimente im Grund- und Leistungskurs. Für die Herstellung von Alltags- und Kontextbezügen werden unter „Mögliche Kontexte“ Anregungen gegeben.

1. Kurshalbjahr: Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik (Grundkurs)

Inhalte

- Reaktionsgeschwindigkeit und deren Beeinflussung
- Merkmale des chemischen Gleichgewichtes
- Massenwirkungsgesetz, Berechnungen von K_C bzw. der Konzentrationen der Stoffe im Gleichgewicht für $\Delta v = 0$
- Anwendung des Prinzips von LE CHATELIER
- Wirtschaftlichkeit (einschließlich technologischer Prinzipien: Gegenstromprinzip, kontinuierliche und diskontinuierliche Arbeitsweisen, Kreislaufprinzip) und ökologische Folgen am Beispiel der Ammoniaksynthese
- Erster Hauptsatz der Thermodynamik (Energieerhaltungssatz)
- Enthalpie als Reaktionswärme bei konstantem Druck (Lösungsenthalpie, Verbrennungsenthalpie, Bildungsenthalpie)
- Ermitteln der Reaktionswärme durch Kalorimetrie
- Berechnung der Enthalpie nach dem Satz von HESS
- Säure-Base-Theorie nach BRÖNSTED als Donator-Akzeptor-Reaktion
- Ionenprodukt des Wassers
- pH -Wert, Berechnung für sehr starke Protolyte
- Säure-Base-Titration sehr starker Protolyte

Experimente

- Kalorimetrische Ermittlung von Lösungs- oder Reaktionsenthalpien
- Experiment zur Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichtes
- Titration sehr starker einprotoniger Säuren und sehr starker einwertiger Basen
- Ermitteln von pH -Werten von Protolyt-Lösungen
- Ionen-Nachweise: Halogenid-, Sulfat-, Carbonat-, Ammonium-, Hydronium- und Hydroxid-Ionen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler können

- Gleichgewichtszustände chemischer Reaktionen und erklären die Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichte beschreiben,
- mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (MWG) quantitative Aussagen zur Lage von Gleichgewichtsreaktionen formulieren,
- unter Nutzung des MWG am Beispiel des HABER-BOSCH-Verfahrens hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilen,
- das MWG auf Gleichgewichte in wässrigen Lösungen anwenden,
- Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen erklären und diese Phänomene auf der Grundlage von Teilchen- und Bindungsmodellen beschreiben und erläutern,
- den Ersten Hauptsatz der Thermodynamik auf chemische Reaktionen anwenden und Reaktionswärmen experimentell und mathematisch bestimmen,
- die Bedeutung energetischer Betrachtungen chemischer Reaktionen z. B. anhand der Heizwerte von Energieträgern und der Brennwerte von Lebensmitteln bewerten,
- den Zusammenhang von Ionenprodukt des Wassers und pH -Wert darstellen,
- pH -Werte berechnen und die Bedeutung des pH -Wertes in Alltag und Technik darstellen,
- selbstständig Säure-Base-Titrationen durchführen und auswerten,
- zunehmend selbstständig planen, welche Experimente zu welchem erkenntnistheoretischen Zweck eingesetzt werden können, um eigene Fragestellungen in Bezug auf ein naturwissenschaftlich-chemisches Problem zu beantworten.

Mögliche Kontexte

- Globale Energiebetrachtungen
- Nachhaltiger Umgang mit Stoffen und Energie
- Geschichte der Industrialisierung und chemischen Technik
- Technische Synthesen: z. B. Ammoniaksynthese, Methanolsynthese, Kontaktverfahren, Konvertierung
- Stoffkreisläufe in der Natur und in der Technik
- Vom Stickstoff zum Düngemittel
- Saurer Regen
- Mineralwasser und Kesselstein

2. Kurshalbjahr: Elektrochemie in Alltag und Technik (Grundkurs)**Inhalte**

- Elektronenkonfiguration der Haupt- und Nebengruppenelemente
- Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen
- Elektrochemische Spannungsreihe
- Prinzipieller Bau und Arbeitsweise einer galvanischen Zelle und einer Brennstoffzelle
- Berechnung der Zellspannung unter Standardbedingungen
- Elektrochemische Korrosion, Korrosionsschutz
- Elektrolyse an einem ausgewählten Beispiel
- Vergleich Elektrolysezelle und galvanische Zelle

Experimente

- Zementation
- Bau eines galvanischen Elementes und Messung der Zellspannung
- Lokalelement
- Elektrolyse (ohne Überspannung)

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler können

- Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen entwickeln und für ausgewählte Reaktionen Teil- und Gesamtgleichungen beschreiben,
- Säure-Base- und Redoxreaktionen nach selbst gewählten Kriterien vergleichen,
- chemische und technische Grundlagen der Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt dokumentieren,
- die elektrochemische Spannungsreihe anwenden, um Redoxreaktionen vorauszusagen und Zellspannungen unter Standardbedingungen zu ermitteln,
- die Wirkung elektrochemischer Spannungsquellen und Korrosionsvorgänge sowie die Vorgänge der Elektrolyse erklären,
- die Problematik der zukünftigen Energieversorgung und verschiedene Energiekonzepte diskutieren.

Mögliche Kontexte

- Metallgewinnung
- Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle
- Von der VOLTA-Säule zum Lithiumakkumulator
- Mobilität durch Energie

3. Kurshalbjahr: Natürliche makromolekulare Stoffe (Grundkurs)

Inhalte

- Kohlenhydrate: Einteilung und Bedeutung
- FISCHER-Projektion am Beispiel von Glucose, Fructose und Aminosäuren
- Chiralität
- Struktur und Eigenschaften von Monosacchariden (Glucose, Fructose), Disacchariden (Saccharose, Maltose), Polysacchariden (Stärke, Cellulose)
- Hydrolyse von natürlichen Makromolekülen
- Aminosäuren: Bedeutung, Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Nachweis, Peptidbildung
- Proteine: Bedeutung, Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Nachweisreaktionen, Hydrolyse, Denaturierung

Experimente

- Nachweisreaktionen: Biuret-, Xanthoprotein-, Ninhydrin-, FEHLING-, TOLLENS-, LUGOL-, SELIWANOW-Reaktion
- ausgewählte Experimente zur Denaturierung von Eiweißen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Vielfalt der makromolekularen Stoffe auf der Basis der unterschiedlichen Kombination der Teilchen und deren Wechselwirkung beschreiben und geeignete Modelle zur Beschreibung des Baus dieser Stoffe anwenden,
- die Zuordnung der Stoffe zu Stoffklassen auf der Grundlage von Strukturmerkmalen begründen,
- Polymere als makromolekulare Stoffe beschreiben,
- die Bindungen in und zwischen Makromolekülen beschreiben und daraus Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften ableiten,
- spezielle Nachweisreaktionen für die natürlichen Monomere sowie deren Polymere unter dem Aspekt der Anwendbarkeit (Zusammensetzung von Lebensmitteln, Aminosäuresequenz, Baustoffe der Zelle) durchführen,
- die Bedeutung von Biopolymeren beschreiben,
- mithilfe von Experimenten auf die Struktur und Eigenschaften von natürlichen Polymeren schlussfolgern.

Mögliche Kontexte

- DNA – Manuskript des Lebens
- Untersuchung von Lebensmitteln
- Glutamat – ein Verstärker besonderer Art
- Energy-Drinks – Was ist drin?
- Überfluss und Hunger
- Insulin – Wirklich ein Dopingmittel?

4. Kurshalbjahr: Indikatorfarbstoffe (Grundkurs)**Inhalte**

- Licht und Farbe (elektromagnetisches Spektrum, Komplementärfarbe, additive und subtraktive Farbmischung)
- Benzol und ausgewählte Benzolderivate
- Mesomeriemodell
- Zusammenhang zwischen Struktur und Farbe (Theorie nach WITT)
- Triphenylmethanfarbstoffe: Phenolphthalein
- Anwendung der Farbtheorie auf Indikatoren

Experimente

- Einfluss von Säuren und Basen auf Indikatorfarbstoffe
- Experimente mit ausgewählten Triphenylmethanfarbstoffen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler können

- geeignete Modelle zum Beschreiben und Erklären der Zusammenhänge zwischen Licht und Farbe anwenden,
- begründete Voraussagen über die Farbigkeit der Stoffe auf der Grundlage ihrer Struktur ableiten,
- mithilfe des Chromophor- und Mesomeriemodells Beziehungen zwischen chemischer Struktur und Farbigkeit anhand gegebener Strukturen erläutern,
- qualitative Untersuchungen mit Indikatorfarbstoffen durchführen,
- die Farbänderungen von Indikatorfarbstoffen bei Donator-Akzeptor-Reaktionen begründen.

Mögliche Kontexte

- Lebensmittelfarben – früher und heute
- Farbmittelherstellung – Gesundheit und Umwelt
- Farbige Moleküle des Lebens

1. Kurshalbjahr: Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik (Leistungskurs)

Inhalte

- Reaktionsgeschwindigkeit und deren Beeinflussung
- Merkmale des chemischen Gleichgewichtes
- Massenwirkungsgesetz, Berechnungen von K_C bzw. der Konzentrationen der Stoffe im Gleichgewicht für $\Delta v = 0$
- Anwendung des Prinzips von LE CHATELIER
- Wirtschaftlichkeit (einschließlich technologischer Prinzipien: Gegenstromprinzip, kontinuierliche und diskontinuierliche Arbeitsweisen, Kreislaufprinzip) und ökologische Folgen am Beispiel der Ammoniaksynthese
- Erster Hauptsatz der Thermodynamik (Energieerhaltungssatz)
- Enthalpie als Reaktionswärme bei konstantem Druck (Lösungsenthalpie, Neutralisationenthalpie, Verbrennungsenthalpie, Bildungsenthalpie)
- Ermitteln der Reaktionswärme durch Kalorimetrie
- Berechnung der Enthalpie nach dem Satz von HESS
- Entropie, freie Enthalpie (Berechnung mit GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung), Ableitung von Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Reaktionen
- Säure-Base-Theorie nach BRÖNSTED als Donator-Akzeptor-Reaktion
- qualitative Vorhersagen zum Säure-Base-Verhalten ausgewählter Salzlösungen
- Ionenprodukt des Wassers
- pH -Wert und Indikatoren
- Berechnungen von pH -Werten sehr starker, starker und schwacher Protolyte sowie von Salz-Lösungen
- Puffersysteme (qualitative Betrachtungen)
- Säure-Base-Titrationen, einschließlich Auswertung von Titrationskurven (starke und schwache einprotonige/einwertige Protolyte)

Experimente

- endo- und exotherme Lösungsvorgänge von Salzen oder Neutralisationsreaktionen im Kalorimeter
- Experiment zur Verschiebung der Lage des chemischen Gleichgewichtes
- Titration einprotoniger Säuren und einwertiger Basen
- ermitteln von pH -Werten von Protolyt-Lösungen
- Ionen-Nachweise: Halogenid-, Sulfat-, Carbonat-, Hydronium-, Hydroxid- und Ammonium-Ionen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler können

- makroskopische Erscheinungen der chemischen Reaktion mithilfe der submikroskopischen Betrachtungsweise (Merkmale einer chemischen Reaktion) erklären,
- die Einflüsse verschiedener Faktoren auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen begründen,
- die Merkmale des chemischen Gleichgewichtes erläutern,
- K_c bzw. die Konzentrationen der Stoffe im Gleichgewicht für $\Delta v = 0$ berechnen und das Massenwirkungsgesetz u. a. zur Diskussion der Reaktionsführung technischer Synthesen nutzen,
- Voraussagen über die Änderung der Gleichgewichtslage durch Druck-, Temperatur- und Konzentrationsänderung (Prinzip von LE CHATELIER) formulieren,
- Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen beschreiben und erläutern,
- Durchführung und technische Prinzipien zur technischen Synthese des HABER-BOSCH-Verfahrens erläutern,
- die Wirtschaftlichkeit und ökologische Folgen einer ausgewählten technischen Synthese diskutieren,
- chemische Reaktionen energetisch unter Nutzung des Ersten Hauptsatzes der Thermodynamik beurteilen,
- Enthalpie als Reaktionswärme bei konstantem Druck definieren,
- Enthalpiearten (Reaktions-, Bildungs-, Verbrennungs- und Lösungsenthalpie) sowie molarer und nichtmolarer Größen unterscheiden,
- die Kalorimetrie als Methode zur Bestimmung von Reaktionsenthalpien anwenden,
- Reaktionsenthalpien unter Anwendung des Satzes von HESS berechnen,
- Reaktionsentropien berechnen und Aussagen aus den Werten ableiten,
- Voraussagen über den freiwilligen Verlauf chemischer Reaktionen ableiten und den Wahrheitsgehalt dieser Aussagen mittels der GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung bestimmen,
- die Säure-Base-Theorie nach BRÖNSTED als Donator-Akzeptor-Reaktion beschreiben,
- das Säure-Base-Verhalten von Salzlösungen begründen,
- das Ionenprodukt des Wassers aus der Autoprotolyse des Wassers herleiten,
- den Begriff pH -Wert definieren und den Zusammenhang zum Ionenprodukt des Wassers erläutern,
- pH -Werte sehr starker, starker und schwacher Protolyte sowie pH -Werte von Salzlösungen berechnen und diese experimentell unter Verwendung geeigneter Indikatoren ermitteln,
- Puffersysteme und deren Bedeutungen beschreiben,
- Säure-Base-Titrationen durchführen und Konzentrationen, Massen und Stoffmengen der Titranden berechnen,
- Titrationskurven auswerten.

Mögliche Kontexte

- Globale Energiebetrachtungen
- Nachhaltiger Umgang mit Stoffen und Energie
- Geschichte der Industrialisierung und chemischen Technik
- Technische Synthesen: z. B. Ammoniaksynthese, Methanolsynthese, Kontaktverfahren, Konvertierung
- Stoffkreisläufe in der Natur und in der Technik
- Vom Stickstoff zum Düngemittel
- Saurer Regen
- Mineralwasser und Kesselstein
- Natürliche und synthetische Indikatoren

2. Kurshalbjahr: Elektrochemie in Alltag und Technik (Leistungskurs)

Inhalte

- Elektronenkonfiguration der Haupt- und Nebengruppenelemente
- Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen, Vergleich mit Säure-Base-Reaktionen
- pH-abhängige Redoxreaktionen
- Elektrochemische Spannungsreihe
- Prinzipieller Bau und Arbeitsweise einer galvanischen Zelle und deren Anwendung bei einem Primär- und Sekundärelement sowie bei einer Brennstoffzelle
- Berechnung der Zellspannung
- Anwendung der NERNSTSchen Gleichung für Metallsalzlösungen der Konzentrationen $c < 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- Elektrochemische Korrosion, Lokalelement, Korrosionsschutz (aktiv und passiv)
- Theoretische Grundlagen der Elektrolyse und Anwendung an einem ausgewählten Beispiel
- Überspannung
- Vergleich Elektrolysezelle und galvanische Zelle

Experimente

- Nachweisreaktionen: Cu^{2+} -, $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ -Ionen
- Zementation
- Bau eines galvanischen Elementes und Messung der Zellspannung
- Lokalelement (Korrosion)
- Elektrolyse einer wässrigen Lösung

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Bau der Atome unter Angabe von Elektronenkonfigurationen beschreiben und erläutern,
- Teil- und Gesamtgleichungen für Redoxreaktionen (auch pH-abhängig) entwickeln,
- Redox- mit Säure-Base-Reaktionen vergleichen und diese als Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren,
- chemische und technische Grundlagen der Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt erläutern,
- aus der elektrochemischen Spannungsreihe begründete Voraussagen über den Verlauf von Redoxreaktionen ableiten und diese experimentell überprüfen,
- den Bau einer galvanischen Zelle, einer Brennstoffzelle und eines Akkumulators beschreiben und die Arbeitsweisen erklären,
- die Zellspannung einer galvanischen Zelle auch unter Verwendung der NERNSTschen Gleichung bestimmen und berechnen,
- die Vorgänge bei der elektrochemischen Korrosion unter Verwendung geeigneter Experimente (Ionennachweise, Lokalelement) erläutern und geeignete Korrosionsschutzmaßnahmen ableiten,
- wirtschaftliche und ökologische Folgen der Korrosion unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit bewerten,
- Methoden des passiven und aktiven Korrosionsschutzes erörtern und bewerten,
- Experimente zum Erkunden elektrochemischer Sachverhalte durchführen, die sie selbstständig planen und auswerten,
- elektrochemische Prozesse in Technik und Alltag unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit beurteilen,
- Beiträge der Chemie für die Sicherung der Energieversorgung nennen, deren Grundprinzipien erläutern und ihre ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Relevanz bewerten.

Mögliche Kontexte:

- Metallgewinnung
- Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle
- Von der VOLTA-Säule zum Lithiumakkumulator
- Mobilität durch Energie
- Was rostet, das kostet
- Damit der Rost nicht alles frisst
- Elektrolysen in der Metallurgie

3. Kurshalbjahr: Natürliche makromolekulare Stoffe (Leistungskurs)

Inhalte

- FISCHER-Projektion am Beispiel von Glucose, Fructose
- Chiralität und optische Aktivität
- Beschreibung der Umwandlung von Kettenform in Ringform (HARWORTH-Formel) anhand gegebener Strukturen
- Unterscheidung von α - und β -Form anhand gegebener Strukturen
- Einteilung und Bedeutung von Kohlenhydraten
- Struktur, Eigenschaften und Nachweisreaktionen von Monosacchariden (Glucose, Fructose), Disacchariden (Saccharose, Maltose), Polysacchariden (Stärke, Cellulose)
- Aminosäuren: Einteilung, Struktur, Eigenschaften (einschließlich Bildung von Zwitterionen, Pufferwirkung und Peptidbildung) und Nachweis
- Proteine: Einteilung, Struktur, Denaturierung und Nachweisreaktionen
- Kondensation und Hydrolyse

Experimente

- Nachweisreaktionen: Biuret-, Xanthoprotein-, Ninhydrin-, FEHLING-, TOLLENS-, LUGOL-, SELIWANOW-Reaktion
- Hydrolyse eines Kohlenhydrats mit Nachweis der Spaltprodukte
- ausgewählte Experimente zur Denaturierung von Eiweißen

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schülern können

- Polymere als makromolekulare Stoffe kennzeichnendie Bindungen in und zwischen Makromolekülen beschreiben,
- die Chiralität als Ursache für die optische Aktivität beschreiben,
- die Bedeutung der Kohlenhydrate in Stoff- und Energiekreisläufen erläutern,
- die Zuordnung und die Einteilung der Kohlenhydrate auf der Grundlage von Strukturmerkmalen begründen,
- die Strukturformeln der Monosaccharide Glucose und Fructose als Grundbausteine biologisch wichtiger Makromoleküle in der FISCHER- und HARWORTH-Projektion angeben,
- die chemischen Eigenschaften von Monosacchariden untersuchen,
- das Prinzip der Kondensationsreaktion anwenden und die glykosidische Bindung unter Verwendung von HARWORTH-Projektionsformeln erläutern,
- Kohlenhydrate auf ihre reduzierende Wirkung überprüfen,
- das Vorkommen und die Bedeutung von Stärke und Cellulose beschreiben und deren Eigenschaften untersuchen,
- experimentell eine Hydrolyse durchführen und die Spaltprodukte nachweisen,
- die Eigenschaften ausgewählter biogener Aminosäuren (optische Aktivität, Schmelztemperatur, Löslichkeit, Säure-Base-Eigenschaften, Pufferwirkung, Ninhydrin-Reaktion) ableiten,
- die Primärstruktur eines Peptids aus vorgegebenen Aminosäuren darstellen,
- die Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen auf der Basis der unterschiedlichen Kombination der Teilchen und deren Wechselwirkung erläutern und geeignete Modelle zur Beschreibung dieser Strukturen anwenden,
- Nachweisreaktionen für Proteine durchführen,
- Denaturierungsvorgänge und deren Bedeutung aufgrund experimenteller Untersuchungen erklären,
- die Funktion biologisch wichtiger Stoffe aus dem räumlichen Bau ihrer Moleküle (Stärke, Cellulose, Enzyme) begründen.

Mögliche Kontexte

- DNA – Manuskript des Lebens
- Untersuchung von Lebensmitteln
- Glutamat – ein Verstärker besonderer Art
- Energy-Drinks – Was ist drin?
- Überfluss und Hunger
- Insulin – Wirklich ein Dopingmittel?
- Alle Pflanzen produzieren Zucker
- Kohlenhydrate und Leistungsfähigkeit

4. Kurshalbjahr: Indikatorfarbstoffe (Leistungskurs)**Inhalte**

- Licht und Farbe (elektromagnetisches Spektrum, Komplementärfarbe, additive und subtraktive Farbmischung)
- Benzol und ausgewählte Benzolderivate
- Mesomeriemodell
- Zusammenhang zwischen Struktur und Farbe (Theorie nach WITT)
- Anwendung der Farbtheorie auf Indikatoren
- Säure-Base-Indikatoren: Phenolphthalein und Methylorange
- Redoxindikator: Methylenblau

Experimente

- Einfluss von Säuren und Basen auf Indikatorfarbstoffe
- Blue-Bottle-Experiment

Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schülern können

- geeignete Modelle zum Beschreiben und Erklären der Zusammenhänge zwischen Licht und Farbe anwenden und die Grenzen der Anwendbarkeit von Modellen diskutieren,
- begründete Voraussagen über die Farbigkeit der Stoffe auf der Grundlage ihrer Struktur ableiten (z. B. Welle-Teilchen-Dualismus),
- mithilfe des Chromophor- und Mesomeriemodells Beziehungen zwischen chemischer Struktur und Farbigkeit anhand gegebener Strukturen erläutern,
- qualitative Untersuchungen mit Indikatorfarbstoffen durchführen,
- die Farbänderungen von Indikatorfarbstoffen bei Donator-Akzeptor-Reaktionen begründen.

Mögliche Kontexte

- Lebensmittelfarben – früher und heute
- Farbmittelherstellung – Gesundheit und Umwelt
- Rotkraut und Blaukraut
- Kohlefreies Durchschlagpapier

