

Ministerium für Bildung,  
Jugend und Sport  
Land Brandenburg

# **Vorläufiger Rahmenlehrplan**

für den Unterricht in der  
gymnasialen Oberstufe im  
Land Brandenburg



## **Chemie**

## **IMPRESSUM**

### **Erarbeitung**

Dieser Vorläufige Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet. Der Vorläufige Rahmenlehrplan beruht auf dem Kerncurriculum aus dem Jahr 2006, das in einem länderübergreifenden Projekt vom Berliner Landesinstitut für Schule und Medien (LISUM), vom Landesinstitut für Schule und Medien Brandenburg (LISUM Bbg) und vom Landesinstitut für Schule und Ausbildung Mecklenburg-Vorpommern (L.I.S.A.) erarbeitet wurde.

### **Herausgeber**

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

### **Gültigkeit des Vorläufigen Rahmenlehrplans**

Gültig ab 1. August 2011

Der Vorläufige Rahmenlehrplan ist ab dem Schuljahr 2011/2012 Grundlage für die Erarbeitung des schulinternen Curriculums. Er gilt für alle Schülerinnen und Schüler, die ab dem Schuljahr 2012/2013 in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe eintreten oder diese aus anderen Gründen beginnen.

### **Rahmenlehrplannummer**

**403015.11**

1. Auflage 2011

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Der Herausgeber behält sich alle Rechte einschließlich Übersetzung, Nachdruck und Vervielfältigung des Werkes vor. Kein Teil des Werkes darf ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Dieses Verbot gilt nicht für die Verwendung dieses Werkes für Zwecke der Schulen und ihrer Gremien.

# Inhaltsverzeichnis

Einführungsphase an der Gesamtschule und am beruflichen Gymnasium ..... V

## Kerncurriculum für die Qualifikationsphase

1	Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe .....	5
1.1	Grundsätze .....	5
1.2	Lernen und Unterricht.....	6
1.3	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung .....	7
2	Beitrag des Faches Chemie zum Kompetenzerwerb .....	9
2.1	Fachprofil .....	9
2.2	Fachbezogene Kompetenzen.....	10
3	Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards.....	12
3.1	Eingangsvoraussetzungen .....	12
3.2	Abschlussorientierte Standards.....	14
4	Kompetenzen und Inhalte.....	19
4.1	Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik .....	19
4.2	Elektrochemie in Alltag und Technik.....	21
4.3	Natürliche makromolekulare Stoffe.....	22
4.4	Anwendung chemischer Kenntnisse im Alltag .....	23
4.5	Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik .....	25
4.6	Elektrochemie in Alltag und Technik.....	27
4.7	Natürliche makromolekulare Stoffe.....	28
4.8	Indikatorfarbstoffe .....	30

## Ergänzungen

5	Kurshalbjahre .....	31
---	---------------------	----



## Einführungsphase an der Gesamtschule und am beruflichen Gymnasium

### 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 sie 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, das im Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I formulierte Drei-Schlüssel-Niveau zu erreichen. 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 ihrer Herkunft und Sprache, ihres Glaubens, ihrer politischen Anschauung, ihres Geschlechtes, einer möglichen Behinderung und ihrer persönlichen Lebensentwürfe. 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. Hierzu durchdringen Schülerinnen und Schüler zentrale Zusammenhänge grundlegender Wissensbereiche, erkennen die Funktion und Bedeutung vielseitiger Erfahrungen und lernen vorhandene und neu erworbene Fähigkeiten und Fertigkeiten miteinander zu verknüpfen. Dabei entwickeln die Lernenden 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 erreicht haben.

**Standardorientierung**

Mit den abschlussorientierten Standards wird verdeutlicht, über welche fachlichen und überfachlichen Kompetenzen Schülerinnen und Schüler in der Abiturprüfung 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 und wissenschaftspropädeutischen Bildung. Dabei wird stets der Bezug zur Erfahrungswelt der Lernenden und zu den Herausforderungen an die heutige sowie perspektivisch an die zukünftige Gesellschaft hergestellt.

**Themenfelder und Inhalte**

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 das Kerncurriculum 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**

Das Kerncurriculum 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. Bei der Erstellung 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 Kerncurriculum 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**

Lernen und Lehren in der Qualifikationsphase muss dem besonderen Entwicklungsabschnitt Rechnung tragen, 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.

### **Lernen als individueller Prozess**

Beim Lernen konstruiert jeder Einzelne ein für sich selbst bedeutsames Abbild der Wirklichkeit auf der Grundlage seines individuellen Wissens und Könnens sowie seiner Erfahrungen und Einstellungen.

Dieser Tatsache wird durch eine Lernkultur Rechnung getragen, in der sich Schülerinnen und Schüler ihrer eigenen Lernwege bewusst werden, diese weiterentwickeln sowie 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.

### **Lernumgebung**

Lernumgebungen werden so gestaltet, dass sie das selbstgesteuerte Lernen von Schülerinnen und Schülern fördern. Sie unterstützen durch den Einsatz von Medien sowie zeitgemäßer Kommunikations- und Informationstechnik sowohl die Differenzierung individueller Lernprozesse als auch das kooperative Lernen. Dies trifft sowohl auf die Nutzung von multimedialen und netzbasierten Lernarrangements als auch auf den produktiven Umgang mit Medien zu. Moderne Lernumgebungen er-

möglichen es den Lernenden, eigene Lern- und Arbeitsziele zu formulieren und zu verwirklichen sowie eigene Arbeitsergebnisse auszuwerten und zu nutzen.

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. Schülerinnen und Schüler werden bestärkt, unabhängig von tradierten Rollenfestlegungen Entscheidungen über ihre berufliche und persönliche Lebensplanung zu treffen.

**Gleichberechtigung von Mann und Frau**

Durch fachübergreifendes Lernen werden Inhalte und Themenfelder in größerem Kontext erfasst, außerfachliche Bezüge hergestellt und gesellschaftlich relevante Aufgaben verdeutlicht. Die Vorbereitung und Durchführung von fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben und Projekten fördert die Zusammenarbeit der Lehrkräfte und ermöglicht allen Beteiligten eine multiperspektivische Wahrnehmung.

**Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen**

Im Rahmen von Projekten, an deren Planung und Organisation sich 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.

**Projektarbeit**

Außerhalb der Schule gesammelte Erfahrungen, Kenntnisse und erworbene Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden in die Unterrichtsarbeit einbezogen. Zur Vermittlung solcher Erfahrungen werden auch 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.

**Einbeziehung außerschulischer Erfahrungen**

### 1.3 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

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.

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 auch, anderen Menschen faire und sachliche Rückmeldungen zu geben, die für eine produktive Zusammenarbeit und erfolgreiches Handeln unerlässlich sind.

Die Anforderungen in Aufgabenstellungen orientieren sich im Verlauf der Qualifikationsphase zunehmend an der Vertiefung von Kompetenzen und den im Kerncurriculum beschriebenen abschlussorientierten Standards sowie an den Aufgabenformen und der Dauer der Abiturprüfung. Aufgabenstellungen sind so offen, dass sie den Lernenden eine eigene Gestaltungsleistung abverlangen. Die von den Schülerinnen und Schülern geforderten Leistungen orientieren sich an lebens- und arbeitsweltbezogenen Textformaten und Aufgabenstellungen, die einen Beitrag zur Vorbereitung der Lernenden auf ihr Studium und ihre spätere berufliche Tätigkeit liefern.

**Aufgabenstellungen**

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

**Schriftliche Leistungen**

Auch den mündlichen Leistungen kommt eine große Bedeutung zu. In Gruppen und allein erhalten Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, ihre Fähigkeit zum reflektier-

**Mündliche Leistungen**

ten 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. 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.

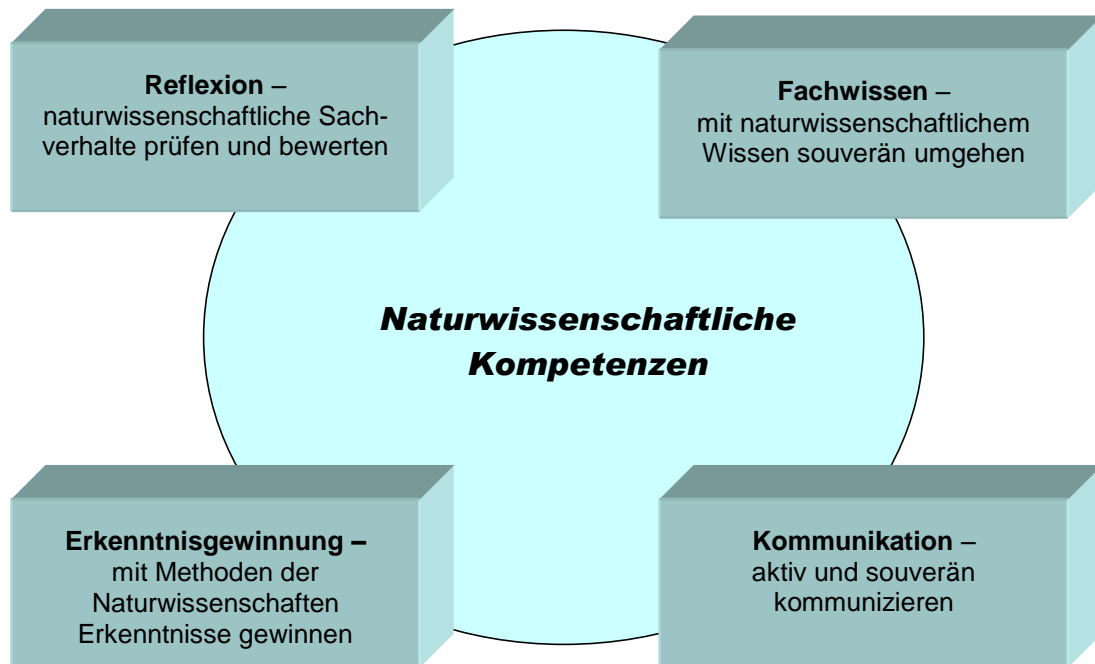
## 2.2 Fachbezogene Kompetenzen

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 Kurs auf grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau 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 sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen. Diese sind in den Eingangsvoraussetzungen dargestellt. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen sie, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Die Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

#### Fachwissen – mit chemischem Wissen souverän umgehen

##### Zum Stoff-Teilchen-Konzept

Die Schülerinnen und Schüler

- benennen bedeutsame Stoffe aus Haushalt, Industrie und Umwelt und beschreiben sie mit ihren typischen Eigenschaften in der Fachsprache,
- beschreiben den submikroskopischen Bau ausgewählter Stoffe,
- beschreiben den Bau von Atomen mithilfe geeigneter Atommodelle,
- verwenden Bindungsmodelle zur Interpretation von Teilchenaggregationen, räumlichen Strukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen,
- machen begründete Voraussagen zur räumlichen Anordnung von Teilchen,
- erklären die Vielfalt der Stoffe auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen.

##### Zum Struktur-Eigenschaft-Konzept

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen differenzierte Teilchen- und Bindungsmodelle zum Deuten und Voraussagen von Stoffeigenschaften,
- schließen aus den Eigenschaften der Stoffe auf ihre Verwendungsmöglichkeiten,
- begründen die Zuordnung von Stoffen zu Stoffklassen,
- erläutern und beschreiben für wichtige Rohstoffe die Bedeutung, Gewinnung und Herstellung und beurteilen Technikfolgen.

## Zu den Konzepten der chemischen Reaktion

Die Schülerinnen und Schüler

- planen chemische Experimente auf der Basis von Kenntnissen über Stoffe, Reaktionen, Geräte sowie Sicherheitsregeln und führen sie durch,
- interpretieren die Ergebnisse chemischer Experimente auch auf der Teilchenebene,
- beschreiben die chemische Reaktion hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlungen,
- deuten Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung der Teilchen und des Umbaus chemischer Bindungen,
- kennzeichnen in Donator-Akzeptor-Reaktionen die Übertragung von Teilchen und bestimmen die Reaktionsart,
- erstellen Reaktionsschemata (Wortgleichungen) und Reaktionsgleichungen,
- stellen quantitative Betrachtungen chemischer Reaktionen an,
- wenden ihr Wissen über die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen an,
- beschreiben Beispiele für Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen,
- beschreiben Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen.

## Zum Energie-Konzept

Die Schülerinnen und Schüler

- zeigen auf, dass sich bei chemischen Reaktionen auch der Energieinhalt des Reaktionssystems durch Austausch mit der Umgebung ändert,
- interpretieren die Aktivierungsenergie auf der Teilchenebene,
- führen energetische Erscheinungen bei chemischen Reaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in andere Energieformen zurück und umgekehrt,
- beschreiben die Umwandlung von chemischer Energie in andere Energieformen unter dem Aspekt der technischen Anwendung chemischer Reaktionen,
- beschreiben die Beeinflussbarkeit chemischer Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren.

## Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Chemie Erkenntnisse gewinnen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mithilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungsmethoden zu beantworten sind,
- planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen,
- führen qualitative und einfache quantitative experimentelle sowie andere Untersuchungen durch und protokollieren diese,
- experimentieren unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten,
- nutzen geeignete Modelle, um chemische Fragestellungen zu beantworten.

### **Kommunikation – aktiv und souverän über chemische Sachverhalte kommunizieren**

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet und selbstständig in unterschiedlichen Quellen,
- wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus Quellen aus,
- beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mithilfe von Modellen und Darstellungen,
- stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und übersetzen dabei die Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt,
- protokollieren selbstständig den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen in angemessener Form,
- argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig.

### **Bewertung – chemische Sachverhalte prüfen und bewerten**

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln selbstständig aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie einsichtig werden und beantwortet werden können,
- erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen und zeigen diese Bezüge auf,
- binden chemische Sachverhalte in übergeordnete Problemzusammenhänge ein und entwickeln Lösungsstrategien.

## **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.

### **Kurs auf dem grundlegenden Anforderungsniveau:**

Die Schülerinnen und Schüler

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

**Kurs auf dem erhöhten Anforderungsniveau:**

Die Schülerinnen und Schüler

- vertiefen zusätzlich die Inhalte, Modelle und Theorien, sodass die Komplexität und der Aspektreichtum des Faches deutlich werden,
- erzielen einen hohen Grad an Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit beim Beherrschen der Arbeits- und Fachmethoden sowie deren Anwendung, Übertragung und Reflexion.
- Die Anforderungen im Kurs auf grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau 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.
- 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**

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

**Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Chemie Erkenntnisse gewinnen**

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

**Kommunikation – aktiv und souverän über chemische Sachverhalte kommunizieren**

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

**Reflexion – chemische Sachverhalte prüfen und bewerten**

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

## 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 des schulinternen Fachplans 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 aufgeführten Experimente sind im Kurs auf dem erhöhten Anforderungsniveau verbindlich.

Für den Kurs auf dem grundlegenden Anforderungsniveau wird eine Auswahl von Experimenten empfohlen, mit deren Hilfe insbesondere Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung entwickelt werden. Im Themenfeld „Anwendung chemischer Kenntnisse im Alltag“ (grundlegendes Anforderungsniveau) ist aus den fünf vorgegebenen Themen eines auszuwählen.

Für die Herstellung von Alltags- und Kontextbezügen werden unter „Mögliche Kontexte“ Anregungen gegeben.

### 4.1 Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik (grundlegendes Anforderungsniveau)

#### Inhalte

- 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
- 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 einer ausgewählten technischen Synthese
- 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
- Modell-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

- beschreiben und erläutern Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen und erklären diese Phänomene auf der Grundlage von Teilchen- und Bindungsmodellen,
- wenden den Ersten Hauptsatz der Thermodynamik auf chemische Reaktionen an und bestimmen Reaktionswärmen experimentell und mathematisch,
- bewerten die Bedeutung energetischer Betrachtungen chemischer Reaktionen z. B. anhand der Heizwerte von Energieträgern und der Brennwerte von Lebensmitteln,
- beschreiben Gleichgewichtszustände chemischer Reaktionen und erklären die Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichte,
- formulieren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (MWG) quantitative Aussagen zur Lage von Gleichgewichtsreaktionen,
- beurteilen unter Nutzung des MWG bedeutende großtechnische Synthesen, wie z. B. das HABER-BOSCH-Verfahren, hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit,
- wenden das MWG auf Gleichgewichte in wässrigen Lösungen an,
- stellen den Zusammenhang von Ionenprodukt des Wassers und  $pH$ -Wert dar,
- berechnen  $pH$ -Werte und stellen die Bedeutung des  $pH$ -wertes in Alltag und Technik dar,
- führen selbstständig Säure-Base-Titrationen durch,
- planen zunehmend selbstständig, 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

## 4.2 Elektrochemie in Alltag und Technik (grundlegendes Anforderungsniveau)

### Inhalte

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

### Experimente

- Nachweisreaktionen:  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}/\text{Cu}^{2+}$ -Ionen
- Zementation
- Bau eines galvanischen Elementes und Messung der Zellspannung
- Lokalelement
- Elektrolyse

### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen und entwickeln für ausgewählte Reaktionen Teil- und Gesamtgleichungen,
- vergleichen Säure-Base- und Redoxreaktionen nach selbst gewählten Kriterien,
- dokumentieren chemische und technische Grundlagen der Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt,
- wenden die elektrochemische Spannungsreihe an, um Redoxreaktionen vorauszusagen und Zellspannungen unter Standardbedingungen zu ermitteln,
- erklären die Wirkung elektrochemischer Spannungsquellen und Korrosionsvorgänge sowie die Vorgänge der Elektrolyse,
- führen Experimente zum Erkunden elektrochemischer Sachverhalte durch, die sie selbstständig planen und auswerten,
- beurteilen elektrochemische Prozesse in Technik und Alltag unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit,
- beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der angewandten Chemie für die Sicherung der Energieversorgung,
- diskutieren die Problematik der zukünftigen Energieversorgung und verschiedene Energiekonzepte.

### Mögliche Kontexte

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

### 4.3 Natürliche makromolekulare Stoffe (grundlegendes Anforderungsniveau)

#### Inhalte

- Aminosäuren: Bedeutung, Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Nachweis, Peptidbildung
- Proteine: Bedeutung, Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Nachweisreaktionen, Hydrolyse
- 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

#### Experimente

- Nachweisreaktionen: Biuret-, Xanthoprotein-, Ninhydrin-, FEHLING-, TOLLENS-, LUGOL-, SELIWANOW-Reaktion
- Hydrolyse eines Kohlenhydrates mit Nachweis der Spaltprodukte

#### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

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

#### 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?

## 4.4 Anwendung chemischer Kenntnisse im Alltag (grundlegendes Anforderungsniveau)

### Thema 1: Kunststoffe

#### Inhalte

- Kunststoffe: Struktur, Eigenschaften und Bedeutung
- Vom Monomer zum Polymer
- Recycling und Wiederverwertung von Kunststoffen

#### Experimente

- Identifizierung von Kunststoffen
- Herstellung eines Kunststoffes

#### Mögliche Kontexte

- Verpackung von Lebensmitteln
- Kunststoffe – vom Ersatzstoff zum Spezialstoff
- Verwertung von Kunststoffmüll
- Kunststoffe – der Natur nachempfundene makromolekulare Stoffe

### Thema 2: Farbstoffe

#### Inhalt

- Licht und Farbe
- Vielfalt der Farbmittel, Verwendung und Vorkommen
- Zusammenhang zwischen Struktur und Farbe
- Ausgewählte natürliche und synthetische Farbmittel
- Färben von Natur- und Kunstfasern

#### Experimente

- Einfluss von Säuren und Basen auf Indikatorfarbstoffe
- Färbeverfahren
- Chromatografie

#### Mögliche Kontexte

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

### Thema 3: Waschmittel

#### Inhalt

- Historische Betrachtung zur Herstellung von Seifen
- Herstellung, Struktur und Eigenschaften von Seifen
- Waschvorgang
- Nachteile von Seifen im Waschprozess
- Anionische Tenside und weitere Tensidklassen
- Zusammensetzung von modernen Waschmitteln

### **Experimente**

- Herstellung von Kern- oder Schmierseife
- Untersuchung der Grenzflächenaktivität und des Benetzungs-, Dispergier- und Emulgiervermögens von Seifen
- Nachweise ausgewählter Inhaltsstoffe von Waschmitteln

### **Mögliche Kontexte**

- Umweltbelastungen durch Waschlaugen
- Waschen im historischen Zeitablauf
- Wasserhärte
- Waschpulver und Co
- Waschnüsse – Tenside aus nachwachsenden Rohstoffen
- Vom Raps zum Shampoo

## **Thema 4: Komplexbildungsreaktionen**

### **Inhalt**

- Aufbau und Nomenklatur von Komplexverbindungen
- Eigenschaften von Komplexverbindungen
- Komplexstabilität
- Bedeutung von Komplexen in Natur und Technik

### **Experimente**

- Komplexbildungsreaktionen
- Ligandenaustauschreaktionen
- Komplexometrie

### **Mögliche Kontexte**

- Biologisch aktive Komplexe
- Karies durch Chelate
- Fotografie
- Wasserhärte – ein komplexes Problem
- Metallgewinnung

## **Thema 5: Ausgewählte Probleme des Umweltschutzes**

### **Inhalt**

- Stoffkreisläufe
- Wasserbedarf und Wasserversorgung der Bevölkerung
- Wasserverschmutzung
- Luft und Luftverschmutzung
- Bodenbelastung

### **Experimente**

- Untersuchung der Wasserqualität eines Gewässers
- Untersuchung der Bodenqualität
- Untersuchung der Eigenschaften des Schwefeldioxids

**Mögliche Kontexte**

- Das Waldsterben – ein komplexes Umweltproblem
- Treibhauseffekt
- Das Ozonloch
- Autoabgaskatalysator
- Smog – Städte vergiften sich selbst
- Ein See kippt um

**Kompetenzerwerb im Themenfeld**

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden und reflektieren wesentliche Arbeitsmethoden sowie Darstellungsformen des Faches,
- stellen in exemplarischer Form fachspezifische und fachübergreifende Zusammenhänge dar,
- leiten aktuelle und lebensweltbezogene Fragestellungen ab, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie bearbeitet und beantwortet werden,
- wenden chemische Kenntnisse auf bedeutsame Stoffe aus Haushalt, Industrie und Umwelt an und beschreiben diese mit ihren typischen Eigenschaften in der Fachsprache,
- stellen den Zusammenhang zwischen Bau und Eigenschaften der Stoffe dar und leiten Verwendungsmöglichkeiten ab,
- interpretieren Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen exemplarisch,
- dokumentieren und präsentieren chemisches Wissen, eigene Standpunkte und Überlegungen sowie Lern- und Arbeitsergebnisse adressaten- und situationsgerecht,
- planen chemische Experimente auf der Basis von Kenntnissen über Stoffe, Reaktionen, Geräte sowie Sicherheitsregeln und führen sie zum Überprüfen von Hypothesen oder Voraussagen durch.

**4.5 Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik (erhöhtes Anforderungsniveau)****Inhalte**

- 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
- 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 Fol-

- gen einer ausgewählten technischen Synthese
- Säure-Base-Theorie nach BRÖNSTED als Donator-Akzeptor-Reaktion
- 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-Titrationsen, 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

- erklären makroskopische Erscheinungen der chemischen Reaktion mithilfe der submikroskopischen Betrachtungsweise (Merkmale einer chemischen Reaktion),
- beurteilen chemische Reaktionen energetisch unter Nutzung des Ersten Hauptsatzes der Thermodynamik,
- definieren Enthalpie als Reaktionswärme bei konstantem Druck,
- unterscheiden Enthalpiearten (Reaktions-, Bildungs-, Verbrennungs- und Lösungsenthalpie) sowie molarer und nichtmolarer Größen,
- wenden die Kalorimetrie als Methode zur Bestimmung von Reaktionsenthalpien an,
- berechnen Reaktionsenthalpien unter Anwendung des Satzes von HESS,
- berechnen Reaktionsentropien und leiten Aussagen aus den Werten ab,
- leiten Voraussagen über den freiwilligen Verlauf chemischer Reaktionen ab und bestimmen den Wahrheitsgehalt dieser Aussagen mittels der GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung,
- begründen die Einflüsse verschiedener Faktoren auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen,
- erläutern die Merkmale des chemischen Gleichgewichtes,
- berechnen  $K_c$  bzw. die Konzentrationen der Stoffe im Gleichgewicht für  $\Delta v = 0$  und nutzen das Massenwirkungsgesetz unter anderem zur Diskussion der Reaktionsführung technischer Synthesen,
- formulieren Voraussagen über die Änderung der Gleichgewichtslage durch Druck-, Temperatur- und Konzentrationsänderung (Prinzip von LE CHATELIER),
- beschreiben und erläutern Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen,
- erläutern Durchführung und technische Prinzipien einer ausgewählten technischen Synthese (z. B. das HABER-BOSCH-Verfahren),
- diskutieren die Wirtschaftlichkeit und ökologische Folgen einer ausgewählten technischen Synthese,

- beschreiben die Säure-Base-Theorie nach BRÖNSTED als Donator-Akzeptor-Reaktion,
- leiten das Ionenprodukt des Wassers aus der Autoprotolyse des Wassers her,
- definieren den Begriff *pH*-Wert und erläutern den Zusammenhang zum Ionenprodukt des Wassers,
- berechnen *pH*-Werte sehr starker, starker und schwacher Protolyte sowie *pH*-Werte von Salz-Lösungen und ermitteln diese experimentell unter Verwendung geeigneter Indikatoren,
- beschreiben Puffersysteme und deren Bedeutungen,
- führen Säure-Base-Titrationen durch und berechnen Konzentrationen, Massen und Stoffmengen der Titranten,
- werten Titrationskurven aus.

### 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

## 4.6 Elektrochemie in Alltag und Technik (erhöhtes Anforderungsniveau)

### 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
- Vergleich Elektrolysezelle und galvanische Zelle

### Experimente

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

- Elektrolyse einer wässrigen Lösung

### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben und erläutern den Bau der Atome unter Angabe von Elektronenkonfigurationen,
- entwickeln Teil- und Gesamtgleichungen für Redoxreaktionen (auch  $pH$ -abhängig),
- vergleichen Redox- mit Säure-Base-Reaktionen und interpretieren diese als Donator-Akzeptor-Reaktionen,
- erläutern chemische und technische Grundlagen der Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt,
- leiten aus der elektrochemischen Spannungsreihe begründete Voraussagen über den Verlauf von Redoxreaktionen ab und überprüfen diese experimentell,
- beschreiben den Bau und erklären die Arbeitsweise einer galvanischen Zelle, einer Brennstoffzelle und eines Akkumulators,
- bestimmen und berechnen die Zellspannung einer galvanischen Zelle auch unter Verwendung der NERNSTschen Gleichung,
- erläutern die Vorgänge bei der elektrochemischen Korrosion unter Verwendung geeigneter Experimente (Ionennachweise, Lokalelement) und leiten geeignete Korrosionsschutzmaßnahmen ab,
- bewerten wirtschaftliche und ökologische Folgen der Korrosion unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit,
- erörtern und bewerten Methoden des passiven und aktiven Korrosionsschutzes,
- beurteilen die Elektrolyse als Verfahren zur Gewinnung wichtiger Rohstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen,
- planen und führen selbstständig die Elektrolyse einer Salz-Lösung durch und werten diese aus,
- nennen Beiträge der Chemie für die Sicherung der Energieversorgung, erläutern deren Grundprinzipien und bewerten ihre ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Relevanz.

### 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

## 4.7 Natürliche makromolekulare Stoffe (erhöhtes Anforderungsniveau)

### 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  $\alpha$ - und  $\beta$ -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

- kennzeichnen Polymere als makromolekulare Stoffe, die aus gleichen oder verschiedenen Monomeren bestehen können,
- beschreiben die Bindungen in und zwischen Makromolekülen,
- teilen in synthetische, halbsynthetische und natürliche makromolekulare Stoffe ein,
- beschreiben die Chiralität als Ursache für die optische Aktivität,
- erläutern die Bedeutung der Kohlenhydrate in Stoff- und Energiekreisläufen,
- begründen die Zuordnung und die Einteilung der Kohlenhydrate auf der Grundlage von Strukturmerkmalen,
- geben die Strukturformeln der Monosaccharide Glucose und Fructose als Grundbausteine biologisch wichtiger Makromoleküle in der FISCHER- und HARWORTH-Projektion an,
- untersuchen die chemischen Eigenschaften von Monosacchariden,
- wenden das Prinzip der Kondensationsreaktion an und erläutern die glykosidische Bindung unter Verwendung von HARWORTH-Projektionsformeln,
- überprüfen Kohlenhydrate auf ihre reduzierende Wirkung,
- beschreiben das Vorkommen und die Bedeutung von Stärke und Cellulose und untersuchen deren Eigenschaften,
- führen experimentell eine Hydrolyse durch und weisen die Spaltprodukte nach,
- leiten die Eigenschaften ausgewählter biogener Aminosäuren ab (optische Aktivität, Schmelztemperatur, Löslichkeit, Säure-Base-Eigenschaften, Pufferwirkung, Ninhydrin-Reaktion),
- stellen die Primärstruktur eines Peptids aus vorgegebenen Aminosäuren dar,
- erläutern die Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen auf der Basis der unterschiedlichen Kombination der Teilchen und deren Wechselwirkung und wenden geeignete Modelle zur Beschreibung dieser Strukturen an,
- führen Nachweisreaktionen für Proteine durch,
- erklären Denaturierungsvorgänge und deren Bedeutung aufgrund experimenteller Untersuchungen,
- begründen die Funktion biologisch wichtiger Stoffe aus dem räumlichen Bau ihrer Moleküle (Stärke, Cellulose, Enzyme).

### 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

## 4.8 Indikatorfarbstoffe (erhöhtes Anforderungsniveau)

### Inhalte

- Licht und Farbe (elektromagnetisches Spektrum, Komplementärfarbe, additive und subtraktive Farbmischung)
- 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

- wenden geeignete Modelle zum Beschreiben und Erklären der Zusammenhänge zwischen Licht und Farbe an und diskutieren die Grenzen der Anwendbarkeit von Modellen,
- leiten begründete Voraussagen über die Farbigkeit der Stoffe auf der Grundlage ihrer Struktur ab,
- erläutern mithilfe des Chromophor- und Mesomeriemodells Beziehungen zwischen chemischer Struktur und Farbigkeit anhand gegebener Strukturen,
- führen qualitative Untersuchungen mit Indikatorfarbstoffen durch,
- begründen die Farbänderungen von Indikatorfarbstoffen bei Donator-Akzeptor-Reaktionen.

### Mögliche Kontexte

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

## 5 Kurshalbjahre

In den folgenden Übersichten werden die im Kapitel 4 dargestellten Themenfelder den vier Kurshalbjahren zugeordnet. Die betreffenden Hinweise zum Kompetenzerwerb im Themenfeld sind zu beachten.

Im Kurs auf dem grundlegenden Anforderungsniveau erfolgt der Kompetenzerwerb stets im Rahmen geeigneter Kontexte. Dabei wird eine deutliche Beziehung zur Gestaltung der Lebenswelt, zur technischen und ökologischen Entwicklung, zu gesellschaftlichen Problemen sowie zu naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen hergestellt.

Der Kompetenzerwerb im Kurs auf dem erhöhten Anforderungsniveau erfolgt ebenfalls unter Einbeziehung geeigneter Kontexte. Es ist eine fachliche und fachmethodische Vertiefung anzustreben, die einen Einblick in die Chemie als Wissenschaft ermöglicht. Eine einem Hochschulstudium vergleichbare Vertiefung ist im Kurs auf dem erhöhten Anforderungsniveau nicht anzustreben.

### Kurs auf dem grundlegenden Anforderungsniveau:

1. Kurshalbjahr	4.1 Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik
2. Kurshalbjahr	4.1 Elektrochemie in Alltag und Technik
3. Kurshalbjahr	4.3 Natürliche makromolekulare Stoffe
4. Kurshalbjahr	4.4 Anwendung chemischer Kenntnisse im Alltag

### Kurs auf dem erhöhten Anforderungsniveau:

1. Kurshalbjahr	4.5 Energetik und Gleichgewichtsreaktionen in Natur und Technik
2. Kurshalbjahr	4.6 Elektrochemie in Alltag und Technik
3. Kurshalbjahr	4.7 Natürliche makromolekulare Stoffe
4. Kurshalbjahr	4.8 Indikatorfarbstoffe

