

**Kernlehrplan  
für die Sekundarstufe II  
Gymnasium / Gesamtschule  
in Nordrhein-Westfalen**

**Chemie**

**(Entwurf Verbändebeteiligung: 17.12.2021)**

ENTWURF

Herausgeber:  
Ministerium für Schule und Bildung  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Telefon 0211-5867-40  
Telefax 0211-5867-3220

poststelle@schulministerium.nrw.de  
[www.schulministerium.nrw.de](http://www.schulministerium.nrw.de)

Heft XXX

1. Auflage XXX

## **Vorwort**

[wird später hinzugefügt]

ENTWURF

**Auszug Amtsblatt/Erlass**

[wird später hinzugefügt]

ENTWURF

## **Inhalt**

<b>Vorbemerkungen: Kernlehrpläne als kompetenzorientierte Unterrichtsvorgaben</b>	<b>6</b>
<b>1 Aufgaben und Ziele des Faches</b>	<b>7</b>
<b>2 Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen</b>	<b>13</b>
2.1 Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder des Faches	15
2.1.1 Kompetenzbereiche	15
2.1.2 Inhaltsfelder	17
2.1.3 Basiskonzepte	19
2.2 Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Einführungsphase	21
2.3 Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Qualifikationsphase	31
2.3.1 Grundkurs	36
2.3.2 Leistungskurs	45
<b>3 Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung</b>	<b>56</b>
<b>4 Abiturprüfung</b>	<b>60</b>

## **Vorbemerkungen: Kernlehrpläne als kompetenzorientierte Unterrichtsvorgaben**

Kernlehrpläne leisten einen wichtigen Beitrag zur Sicherung des Anspruchsniveaus an der Einzelschule sowie im ganzen Land und schaffen notwendige Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit von Lernergebnissen.

### Kernlehrpläne

- bieten allen an Schule Beteiligten Orientierung über die Aufgaben und Ziele der Fächer,
- geben eine curriculare Stufung vor und legen fest, welche fachbezogenen Kompetenzen einschließlich zugrundeliegender Wissensbestände Schülerinnen und Schüler am Ende der Stufen erworben haben sollen,
- stellen eine landesweite Obligatorik strukturiert in fachspezifische Inhalte und darauf bezogene fachliche Kompetenzen dar,
- sind Grundlage für die Überprüfung von Lernergebnissen und Leistungsständen,
- fokussieren auf überprüfbares fachliches Wissen und Können. Aussagen zu allgemeinen, fächerübergreifend relevanten Bildungs- und Erziehungszielen werden im Wesentlichen außerhalb der Kernlehrpläne, u.a. in Richtlinien und Rahmenvorgaben getroffen. Sie sind neben den fachspezifischen Vorgaben der Kernlehrpläne bei der Entwicklung von schuleigenen Vorgaben und bei der Gestaltung des Unterrichts zu berücksichtigen.
- bilden die curriculare Grundlage für die Entwicklung schuleigener Unterrichtsvorgaben beziehungsweise schulinterner Lehrpläne (§ 29 sowie § 70 SchulG NRW).
- beschränken sich auf zentrale fachliche Fertigkeiten und Wissensbestände. So erhalten Schulen die Möglichkeit, aber auch die Aufgabe, gegebene Freiräume schul- und lerngruppenbezogen auszugestalten. In Verbindung mit dem Schulprogramm erfolgen Schwerpunktsetzungen im Unterricht in inhaltlicher, didaktischer und methodischer Hinsicht.

Die vorliegenden Kernlehrpläne für die gymnasiale Oberstufe lösen die bisherigen Kernlehrpläne aus dem Jahr 2013 ab und setzen die bundeseinheitlichen Vorgaben der Kultusministerkonferenz (Bildungsstandards für die allgemeine Hochschulreife bzw. Einheitliche Prüfungsanforderungen für das Abitur) für das Land Nordrhein-Westfalen um. Mit diesen landesweit einheitlichen Standards ist eine wichtige Voraussetzung dafür geschaffen, dass Schülerinnen und Schüler mit vergleichbaren Voraussetzungen die zentralen Prüfungen des Abiturs ablegen können.

# 1 Aufgaben und Ziele des Faches

Gegenstand der Fächer im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld (III) sind die empirisch erfassbare, die in formalen Strukturen beschreibbare und die durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.

Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Sie bestimmen maßgeblich unser Weltbild, das schneller als in der Vergangenheit Veränderungen durch aktuelle Forschungsergebnisse erfährt. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt einerseits Fortschritte auf vielen Gebieten, vor allem auch bei der Entwicklung und Anwendung von neuen Technologien und Produktionsverfahren. Andererseits birgt das Streben nach Fortschritt auch Risiken, die bewertet und beherrscht werden müssen. Naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse und Innovationen stehen damit zunehmend im Fokus gesellschaftlicher Diskussionen und Auseinandersetzungen. Eine **vertiefte naturwissenschaftliche Bildung** bietet dabei die Grundlage für fundierte Urteile in Entscheidungsprozessen über erwünschte oder unerwünschte Entwicklungen.

Gemäß dem Bildungsauftrag von Gymnasium und Gesamtschule in der gymnasialen Oberstufe leistet das Fach Chemie einen Beitrag dazu, den Schülerinnen und Schülern eine vertiefte Allgemeinbildung zu vermitteln. Die gymnasiale Oberstufe setzt die Bildungs- und Erziehungsarbeit der Sekundarstufe I fort, vertieft und erweitert sie; sie schließt mit der Abiturprüfung ab und vermittelt die allgemeine Hochschulreife. Individuelle Schwerpunktsetzung und vertiefte allgemeine Bildung führen auf der Grundlage eines wissenschaftspropädeutischen Unterrichts zur allgemeinen Studierfähigkeit und bereiten auf die Berufs- und Arbeitswelt vor.

Im Rahmen des allgemeinen Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule unterstützt der Unterricht im Fach Chemie die Entwicklung einer mündigen und sozial verantwortlichen Persönlichkeit und leistet weitere Beiträge zu fachübergreifenden Querschnittsaufgaben in Schule und Unterricht, hierzu zählen u.a.

- Menschenrechtsbildung,
- Werteerziehung,
- politische Bildung und Demokratieerziehung,
- Bildung für die digitale Welt und Medienbildung,
- Bildung für nachhaltige Entwicklung,
- geschlechtersensible Bildung,
- kulturelle und interkulturelle Bildung.

Sprache ist ein notwendiges Hilfsmittel bei der Entwicklung von Kompetenzen und besitzt deshalb für den Erwerb einer vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung eine besondere Bedeutung. Kognitive Prozesse des Umgangs mit Fachwissen, der Erkenntnisgewinnung, der Kommunikation und der Bewertung sind ebenso sprachlich vermittelt wie der kommunikative Austausch darüber und die Präsentation von Lernergebnissen. In der aktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten, Prozessen und Ideen erweitert sich der vorhandene Wortschatz, und es entwickelt sich ein zunehmend differenzierter und bewusster Einsatz von Sprache. Dadurch entstehen Möglichkeiten, Konzepte sowie eigene Wahrnehmungen, Gedanken und Interessen angemessen darzustellen.

Die interdisziplinäre Verknüpfung von Schritten einer kumulativen Kompetenzentwicklung, inhaltliche Kooperationen mit anderen Fächern und Lernbereichen sowie außerschulisches Lernen und Kooperationen mit außerschulischen Partnern können sowohl zum Erreichen und zur Vertiefung der jeweils fachlichen Ziele als auch zur Erfüllung übergreifender Aufgaben beitragen.

### **Ziele einer vertieften chemisch-naturwissenschaftlichen Bildung**

Die Naturwissenschaft Chemie beschäftigt sich mit dem Aufbau, den Eigenschaften und der Umwandlung von Stoffen auch unter energetischen Aspekten. Das Experiment ist dabei von zentraler Bedeutung. Die Chemie beschreibt die stoffliche Welt unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Reaktion als Einheit aus Stoff- und Energieumwandlung durch Teilchen- und Strukturveränderungen und Umbau chemischer Bindungen. Kennzeichnend sind dabei die wechselnde Betrachtung von Stoffen und Stoffumwandlungen sowohl auf der makroskopischen als auch submikroskopischen Ebene sowie die Verknüpfung beider Ebenen zur Erklärung von Phänomenen und Sachverhalten. Die Chemie entwickelt und nutzt dazu Theorien und Modelle über die Struktur der Materie und über den Ablauf von Stoffumwandlungen sowie die damit einhergehenden Energieumsätze. Sie liefert den Schülerinnen und Schülern einen fachlichen Zugang für die Beurteilung von historischen, aktuellen und zukünftigen Umwelt-, Verbraucher-, Ressourcen- oder Alltagsfragen und von kulturellen und technischen Entwicklungen. Darüber hinaus ist die Chemie für die ökologische und ökonomische Entwicklung unserer Gesellschaft und als Grundlage vieler Berufe von besonderer Bedeutung.

Der Chemieunterricht hat das Ziel, die Schülerinnen und Schüler in die Lage zu versetzen, Phänomene auf der Grundlage vertiefter Kenntnisse über den Aufbau der Stoffe und deren Umwandlung zu erklären, zu bewerten und dabei adressatengerecht zu kommunizieren. Von den Schülerinnen und Schülern werden zu diesem Zweck im Chemieunterricht Phänomene beobachtet und beschrieben, Fragestellungen formuliert, Hypothesen gebildet, Experimente und Untersuchungen durchgeführt sowie Daten erfasst und interpretiert. Die Schülerinnen und Schüler nutzen darüber hinaus



geeignete Modelle, um Hypothesen zu prüfen und experimentelle Ergebnisse zu interpretieren. Durch Nutzung von Modellen trägt der Chemieunterricht zur Entwicklung der Fähigkeiten des abstrakten Denkens bei. Dem kriterien- und theoriegeleiteten Argumentieren und dem Strukturieren fachwissenschaftlicher Erkenntnisse kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Dies ermöglicht den Schülerinnen und Schülern zum einen die experimentell erfahrbare Aneignung und Anwendung fachlicher Inhalte, die durch Basiskonzepte strukturiert und systematisiert werden. Zum anderen können Erkenntnisse aus dem Chemieunterricht genutzt werden, um Sachverhalte auch aus der Perspektive der Chemie zu bewerten.

Im Chemieunterricht der gymnasialen Oberstufe lernen die Schülerinnen und Schüler zunehmend selbstständig unter Nutzung der Basiskonzepte das Erfassen, Beschreiben, Quantifizieren und Erklären chemischer Phänomene. Die Betrachtung und Erschließung von komplexen Ausschnitten aus der Lebenswelt vertieft das Verständnis vom Aufbau der Stoffe und dem Ablauf von Stoff- und Energieumwandlungen in der belebten und unbelebten Natur sowie der technischen Umwelt auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit. In diesen Zusammenhängen sind das selbstständige, sicherheitsgerechte Experimentieren und die korrekte Verwendung von Fachsprache, Mathematisierungen und digitalen Werkzeugen unverzichtbar.

Unterricht im Fach Chemie muss Mädchen ebenso wie Jungen dazu ermutigen, ihr Interesse an naturwissenschaftlichen Zusammenhängen selbstbewusst zu verfolgen und so ihre Fähigkeiten und Entwicklungspotenziale zu nutzen. Er sollte außerdem aufzeigen, dass naturwissenschaftliche Kenntnisse sowohl für Frauen als auch Männer attraktive berufliche Perspektiven eröffnen.

Der Chemieunterricht leistet einen Beitrag zur sozialen, ökonomischen und ökologischen Bildung. Nachhaltige gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklungen sowie Umweltaspekte sind regional und global eng verknüpft mit chemischen Sachverhalten. Die Schülerinnen und Schüler gehen in ihrer Lebenswelt täglich mit vielen unterschiedlichen Produkten der chemischen Industrie um. Das Spektrum reicht dabei von einfachen Alltagschemikalien über Kosmetika und Pharmazeutika bis hin zu modernen Textilien und Werkstoffen. Themen der Umweltzerstörung und des Umweltschutzes haben oft auch einen chemischen Kontext und werden gesellschaftlich und politisch kontrovers diskutiert. Es ist daher unabdingbar, dass die Schülerinnen und Schüler ein vertieftes chemisches Grundverständnis der Eigenschaften von Stoffen und Produkten sowie möglicher persönlicher wie auch ökologischer Gefährdungen durch diese entwickeln. Insbesondere die gesundheitliche, ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Einschätzung und Bewertung von Stoffen und Sachverhalten fordert eine Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler im Fach Chemie.

Die Chemie bietet der Gesellschaft vielfältige Möglichkeiten der nachhaltigen Entwicklung in allen Lebens- und Umweltbereichen. Damit geht in hohem Maße die gesellschaftliche Aufforderung einher, sich mit den Entwicklungen und Erzeugnissen der Chemie kritisch auseinanderzusetzen, die Chancen, Grenzen und Risiken zu diskutieren und nachhaltige Entwicklungen zu fördern.

### **Chemieunterricht in der gymnasialen Oberstufe**

Chemieunterricht in der gymnasialen Oberstufe knüpft an den Unterricht in der Sekundarstufe I an und vermittelt, neben grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten, Einsichten auch in komplexere Sach- und Naturvorgänge sowie für das Fach typische Herangehensweisen an Aufgaben und Probleme. Dazu lernen Schülerinnen und Schüler zunehmend selbstständig chemische Sichtweisen auf die Natur kennen und erfahren Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlichen Denkens. Sie intensivieren die qualitative und quantitative Erfassung chemischer Phänomene, präzisieren Modellvorstellungen und thematisieren Modellbildungsprozesse, die auch zu einer umfangreicheren Theoriebildung führen. Die Betrachtung und Erschließung von komplexen Ausschnitten der Lebenswelt unter chemischen Aspekten erfordert von den Schülerinnen und Schülern in hohem Maße Kommunikations- und Handlungsfähigkeit. Zur Erfüllung dieser Aufgaben vermittelt der Chemieunterricht in der gymnasialen Oberstufe fachliche und fachmethodische Inhalte unter Berücksichtigung von Methoden und Formen selbstständigen und kooperativen Arbeitens. Die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf Interessen, kulturellen Hintergrund, Geschlecht, Vorerfahrungen und fachspezifischen Kenntnissen sind angemessen zu berücksichtigen.

Das Lernen in Kontexten ist verbindlich. Lernen in Kontexten bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis der Forschung, technische und gesellschaftliche Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Dafür geeignete Kontexte beschreiben reale Situationen mit authentischen Problemen, deren Relevanz auch für Schülerinnen und Schüler erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können.

Aufgabe der Einführungsphase ist es, Schülerinnen und Schüler auf einen erfolgreichen Lernprozess in der Qualifikationsphase vorzubereiten. Wesentliche Ziele bestehen darin, neue fachliche Anforderungen der gymnasialen Oberstufe, u. a. bezüglich einer verstärkten Formalisierung, Systematisierung und reflektierenden Durchdringung sowie einer größeren Selbstständigkeit beim Erarbeiten und Bearbeiten fachlicher Fragestellungen und Probleme zu verdeutlichen und einzuüben. Dabei ist es notwendig, die im Unterricht der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen zu konsolidieren und zu vertiefen, um eine gemeinsame Ausgangsbasis für weitere Lernprozesse zu schaffen. Insbesondere in dieser Phase ist eine individuelle Förderung von

Schülerinnen und Schülern mit heterogenen Bildungsbiographien von besonderer Bedeutung.

In der Qualifikationsphase findet der Unterricht im Fach Chemie in einem Kurs auf grundlegendem Anforderungsniveau (Grundkurs) oder einem Kurs auf erhöhtem Anforderungsniveau (Leistungskurs) statt. Die Anforderungen in den beiden Kursarten unterscheiden sich nicht nur quantitativ im Hinblick auf fachliche Aspekte und weitergehende Beispiele für Anwendungssituationen, sondern vor allem qualitativ, etwa im Grad der Vertiefung und Vernetzung der Fachinhalte sowie in der Vielfalt des fachmethodischen Vorgehens.

Sowohl im Grundkurs als auch im Leistungskurs erwerben Schülerinnen und Schüler eine wissenschaftspropädeutisch orientierte Grundbildung. Sie entwickeln die Fähigkeit, sich mit grundlegenden Fragestellungen, Sachverhalten, Problemkomplexen und Strukturen des Faches Chemie auseinanderzusetzen. Sie machen sich mit wesentlichen Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen des Faches vertraut und können in exemplarischer Form Zusammenhänge im Fach und mit anderen Fächern herstellen und problembezogen nutzen. Der Unterricht im Grundkurs unterstützt durch vielfältige Bezüge und Vernetzungen die Einsicht in die Bedeutung des Faches Chemie für die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler.

Im Leistungskurs erweitern Schülerinnen und Schüler die oben beschriebenen Fähigkeiten im Sinne einer vertieften und reflektierten wissenschaftspropädeutisch angelegten Denk- und Arbeitsweise. Im Vergleich zum Grundkurs wird dabei durch die differenziertere und stärker vernetzte Bearbeitung von Inhalten, Modellen und Theorien die Komplexität des Faches deutlich. Die Schülerinnen und Schüler beherrschen Arbeits- und Fachmethoden in einer Weise, die ihnen selbstständiges Anwenden, Übertragen und Reflektieren in variablen Situationen ermöglicht. Dabei gelingt ihnen eine zielgerichtete und souveräne Vernetzung von innerfachlichen Teilaspekten, aber auch von verschiedenen fachlich relevanten Disziplinen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen zudem während der gesamten Einführungs- und Qualifikationsphase in ihrer persönlichen und fachlichen Entwicklung individuelle Förderung erfahren und entsprechende Kompetenzen erwerben, die sie in ihrer Weiterentwicklung zu sozialen, studier- und berufsfähigen Individuen unterstützen. Somit können sie aktiv und verantwortungsbewusst an ihrer persönlichen Lebensgestaltung mitwirken.

Der vorliegende Kernlehrplan ist so gestaltet, dass er Freiräume für Vertiefung, schuleigene Projekte und aktuelle Entwicklungen lässt. Die Umsetzung der verbindlichen curricularen Vorgaben in schuleigene Vorgaben liegt in der Gestaltungsfreiheit – und Gestaltungspflicht – der Fachkonferenzen sowie in der pädagogischen Verantwortung der Lehrerinnen und Lehrer. Damit ist der Rahmen geschaffen, gezielt Kompetenzen

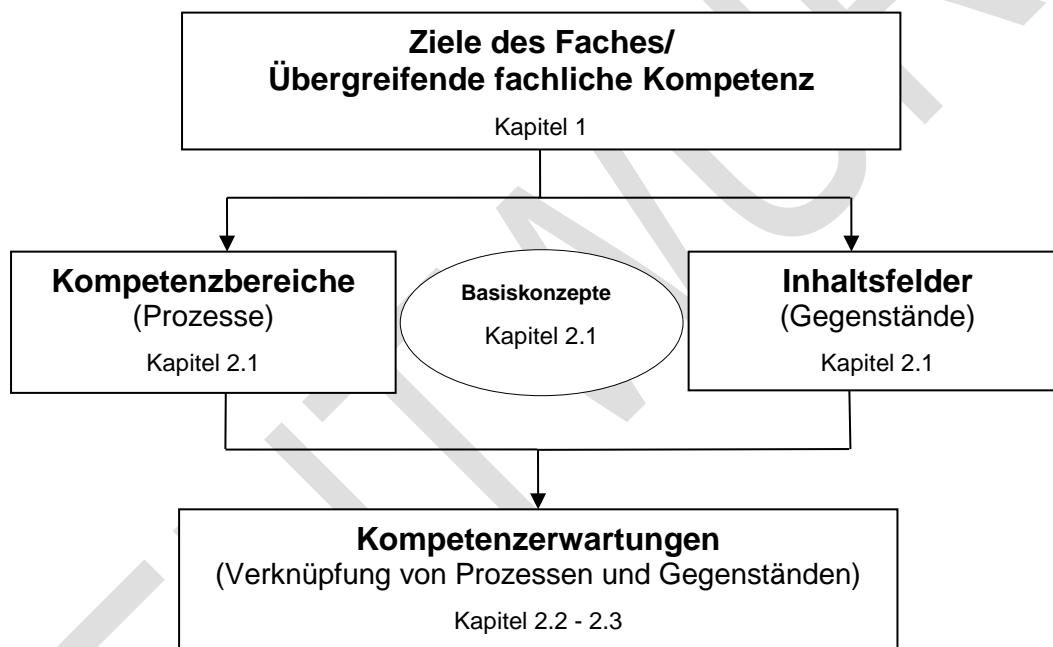
und Interessen der Schülerinnen und Schüler aufzugreifen und zu fördern bzw. Ergänzungen der jeweiligen Schule in sinnvoller Erweiterung der Kompetenzen und Inhalte zu ermöglichen.

ENTWURF

## 2 Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Im Kapitel „Aufgaben und Ziele“ der Kernlehrpläne werden u. a. Ziele bzw. die übergreifende fachliche Kompetenz des Faches beschrieben, die Schülerinnen und Schüler im jeweiligen Fach entwickeln sollen.

Diese werden ausdifferenziert, indem fachspezifische Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder identifiziert und ausgewiesen werden. Dieses analytische Vorgehen erfolgt, um die Strukturierung der fachrelevanten Prozesse einerseits sowie der Gegenstände andererseits transparent zu machen. In Kompetenzerwartungen werden beide Seiten miteinander verknüpft. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass der gleichzeitige Einsatz von Können und Wissen bei der Bewältigung von Anforderungssituationen eine zentrale Rolle spielt.



*Kompetenzbereiche* repräsentieren die Grunddimensionen des fachlichen Handelns. Sie dienen dazu, die einzelnen Teiloperationen entlang der fachlichen Kerne zu strukturieren und den Zugriff für die am Lehr-Lernprozess Beteiligten zu verdeutlichen.

*Inhaltsfelder* systematisieren mit ihren jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkten die im Unterricht verbindlichen und unverzichtbaren Gegenstände und liefern Hinweise für die inhaltliche Ausrichtung des Lehrens und Lernens.

*Basiskonzepte* strukturieren die Beschreibung fachlicher Sachverhalte denen fachspezifische Gemeinsamkeiten zugrunde liegen. Sie ermöglichen die Vernetzung fachlicher Inhalte und deren Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven.

*Kompetenzerwartungen* führen Prozesse und Gegenstände zusammen und beschreiben die fachlichen Anforderungen und intendierten Lernergebnisse, die kontinuierlich bis zum Ende der Sekundarstufe II erreicht werden sollen.

#### Kompetenzerwartungen

- beziehen sich auf beobachtbare Handlungen und sind auf die Bewältigung von Anforderungssituationen ausgerichtet,
- stellen im Sinne von Regelstandards die erwarteten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten auf einem mittleren Abstraktionsgrad dar,
- beschreiben Ergebnisse eines kumulativen, systematisch vernetzten Lernens,
- können in Aufgabenstellungen umgesetzt und überprüft werden.

Insgesamt ist der Unterricht in der Sekundarstufe II nicht allein auf das Erreichen der aufgeführten Kompetenzerwartungen beschränkt, sondern soll es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, diese weiter auszubauen und darüber hinausgehendes Wissen und Können zu erwerben.

## 2.1 Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder des Faches

Der Chemieunterricht in der gymnasialen Oberstufe ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen, die für eine vertiefte chemisch-naturwissenschaftliche Bildung erforderlich sind.

### 2.1.1 Kompetenzbereiche

Die Chemie unterscheidet die vier untereinander vernetzten Kompetenzbereiche Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz sowie Bewertungskompetenz.

Die **Sachkompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren verbunden mit der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu bearbeiten. Im Bereich der Sachkompetenz ist es wichtig, nicht nur das erworbene Wissen im Fach Chemie nachzuweisen, sondern es auch fachübergreifend in unterschiedlichen Zusammenhängen und auf verschiedene Problemstellungen anwenden zu können. Im Mittelpunkt steht hierbei die modellhafte Deutung beobachtbarer Phänomene auf Teilchenebene. Dabei werden vier sich überlappende Teilkompetenzbereiche unterschieden. Konzepte und Theorien werden zum Strukturieren von Inhalten und Problemstellungen genutzt, um dadurch die fachliche Perspektive auf Phänomene deutlich zu machen sowie diese aus chemischer Sicht zu interpretieren und zu verstehen. Dazu sind eigenständige fachliche Konstruktionsprozesse und eine Vernetzung von Theorien und Konzepten notwendig. Das Charakteristische der chemischen Betrachtungsweise sind qualitativ-modellhafte und quantitativ-mathematische Beschreibungen der Phänomene.

Die **Erkenntnisgewinnungskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen verbunden mit der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren.

Im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz ist es wichtig, nicht nur das Experimentieren als chemische Untersuchungsmethode zu kennen und Experimente zur Datengewinnung nutzen zu können, sondern auch Modelle sachgerecht zur Beschreibung eines Phänomens oder zur Gewinnung von Erkenntnissen einsetzen zu können. Dabei werden vier sich überlappende Teilkompetenzbereiche unterschieden. Experimente und Modelle werden eingesetzt, um durch theoriegeleitete Beobachtungen entwickelte weiterführende Fragestellungen und Hypothesen zu überprüfen und

um Sachverhalte zu untersuchen. Die experimentellen Ergebnisse und die aus Modellen abgeleiteten Annahmen werden vor dem Hintergrund der theoretischen Erkenntnisse interpretiert und der gesamte Erkenntnisgewinnungsprozess reflektiert. Auf einer Metaebene werden die Merkmale naturwissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisiert und von nicht-naturwissenschaftlichen abgegrenzt.

Das wissenschaftliche Vorgehen umfasst ausgehend von einem Phänomen die Verknüpfung der zentralen Schritte des Erkenntnisprozesses:

- Formulierung von Fragestellungen,
- Ableitung von Hypothesen,
- Planung und Durchführung von Untersuchungen,
- Auswertung, Interpretation und methodische Reflexion zur Widerlegung bzw. Bestätigung der Hypothese sowie zur Beantwortung der Fragestellung.

Die **Kommunikationskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen verbunden mit der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht, auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen darzustellen und auszutauschen.

Chemisch kompetent Kommunizieren bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Erschließen, Aufbereiten und Austauschen. Im Bereich der Kommunikationskompetenz ist es wichtig, sich nicht darauf zu beschränken, fachlich richtige Sätze zu Aufgabenstellungen zu formulieren, sondern auch fachlich und fachsprachlich richtig mit chemiebezogenen analogen und digitalen Informationsmaterialien umzugehen und unterschiedliche Repräsentationsformen adressatengerecht einzusetzen. Dabei werden drei sich überlappende Teilkompetenzbereiche unterschieden. Fachsprache und andere fachspezifische Repräsentationsformen wie chemische Formeln und Reaktionsgleichungen werden erlernt, um Inhalte aus unterschiedlichen Medien zu erschließen, sie fachgerecht und aufgabenbezogen aufzubereiten und um situationsangemessen agieren zu können. Hierzu zählt der Informationsaustausch im sozialen Umfeld genauso wie die Partizipation in einer wissenschaftlichen Diskussion auf einem angemessenen Niveau. Dazu müssen Aussagen – auch im historischen Kontext – differenziert wahrgenommen, Missverständnisse und Standpunkte geklärt und Lösungen angestrebt werden.

Die **Bewertungskompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren verbunden mit der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren.



Im Bereich der Bewertungskompetenz ist es wichtig, sich nicht darauf zu beschränken, Fakten zu vergleichen, sondern Sachverhalte und Informationen fachlich zu beurteilen und ggf. ethisch zu bewerten. Dabei werden drei sich überlappende Teilkompetenzbereiche unterschieden. Um mit Informationen kritisch umgehen zu können, werden Quellen in ihrer Qualität beurteilt. Hierfür ist Wissen über den Bewertungsprozess notwendig. Die Unterscheidung von wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Aussagen erfordert Kenntnisse formaler und inhaltlicher Kriterien zur Prüfung der Glaubwürdigkeit und zur Beurteilung des Einflusses von Werten, Normen und Interessen. Es geht darum, sich kriteriengeleitet eigene Meinungen zu bilden, Entscheidungen zu treffen und Handlungsoptionen abzuleiten. Dazu zählt z. B. bei der Beurteilung und Bewertung von Technologien ein Abwägen von Chancen und Risiken unter Berücksichtigung von Sicherheitsmaßnahmen. Hierbei reichen die Entscheidungsfelder vom eigenen täglichen Leben bis zu gesellschaftlich oder politisch relevanten globalen Entscheidungen. Aus einer Metaperspektive heraus werden die Entscheidungsprozesse reflektiert und daraus entstehende Folgen abgeschätzt. Die Einbindung von Bewertungskompetenz in den Chemieunterricht erfordert, über die sachliche Beurteilung von naturwissenschaftlichen Aussagen hinauszugehen und fachlich relevante Handlungen und Entscheidungen aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive zu betrachten.

### **2.1.2 Inhaltsfelder**

Kompetenzen sind immer an fachliche Inhalte gebunden. Eine vertiefte chemisch-naturwissenschaftliche Bildung soll deshalb mit Blick auf die nachfolgenden Inhaltsfelder bis zum Ende der Sekundarstufe II entwickelt werden.

#### **Organische Stoffklassen**

Organische Stoffe verschiedener Stoffklassen spielen im Leben des Menschen in mehrfacher Hinsicht eine entscheidende Rolle. Neben vielfältigen Anwendungen im Alltag, beispielsweise als Lösungsmittel und Inhaltsstoffe in kosmetischen Produkten, nehmen sie als Genussmittel oder Konservierungsstoffe auch Einfluss auf die Gesundheit. Ein tiefergehendes Verständnis solcher Zusammenhänge bedarf einer Durchdringung grundlegender chemischer Sachverhalte, auch im Hinblick auf die Ausbildung eines fachlich fundierten Urteilsvermögens. Dieses trägt zur Entscheidungsfindung beispielsweise in Fragen der eigenen Gesunderhaltung ebenso bei wie in Fragen der Umweltverträglichkeit und unterstützt ein kritisches Hinterfragen der Darstellung chemischer Zusammenhänge in unterschiedlichen Medien.

## **Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht**

Für die wirtschaftliche Herstellung unterschiedlicher Produkte wie Medikamente und Aromastoffe sind die Steuerung von Reaktionsgeschwindigkeit und Gleichgewichtslagen chemischer Reaktionen im Sinne des Erzielens möglichst hoher Ausbeuten bei geringem Ressourceneinsatz in angemessener Zeit grundlegend. Der Gleichgewichtsaspekt ist neben der Stoffumwandlung und der damit einhergehenden Energieumsätze ein entscheidendes Merkmal zur Beschreibung von chemischen Reaktionen in Natur und Technik. Mit der Einbeziehung des chemischen Gleichgewichtes in die Betrachtung chemischer Reaktionen und der Möglichkeit seiner Beeinflussung können die Auswirkungen anthropogener Eingriffe in Kreisläufe der Natur beispielsweise hinsichtlich der für die kommenden Generationen wichtigen Fragen des Klimawandels eingeschätzt und der ökologische und ökonomische Nutzen in technischen Verfahren beurteilt werden.

## **Säuren, Basen und analytische Verfahren**

Säuren, Basen und ihre Salze finden ihre Anwendung nicht nur in Technik und Industrie, sondern auch im täglichen Leben. Gleiches gilt für eine Vielzahl analytischer Verfahren. Basierend auf der Neutralisationsreaktion spielen neben der Titration als analytisches Verfahren qualitative Nachweise ausgewählter Ionen verschiedener Salze eine herausragende Rolle bei Untersuchungen umweltrelevanter Aspekte oder der Überprüfung von Herstellerangaben diverser Anwendungsprodukte. Energetische Betrachtungen im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion sind ebenso wie Kenntnisse bezüglich der Kenngrößen Konzentration, pH-Wert und Säurestärke entscheidend für eine treffende Einschätzung des jeweiligen Gefahrenpotenzials entsprechender Anwendungsprodukte und daraus abzuleitender Handlungsoptionen.

## **Elektrochemische Prozesse und Energetik**

Energetische Aspekte chemischer Reaktionen haben mit Blick auf die Energieversorgung der Zukunft eine hohe gesellschaftliche Relevanz. Die energetische Betrachtung der Verbrennung fossiler Energieträger, der kontrollierten Verbrennung von Wasserstoff in Brennstoffzellen und der elektrochemischen Reaktionen in der Akkumulatortechnik erfordern vor dem Hintergrund des sich verändernden Klimas Abwägungen aus ökologischen, ökonomischen und sozialen Perspektiven. Auch der Schutz von Gegenständen vor Korrosion und die elektrolytische Gewinnung industrieller Rohstoffe verlangen Nachhaltigkeit. Neue Konzepte zur Mobilität der Zukunft und die zunehmende Digitalisierung verschiedenster Lebensbereiche sind ohne eine Weiterentwicklung mobiler Energiequellen nicht denkbar.

## Reaktionswege in der organischen Chemie

Für die Herstellung einer Vielzahl von Anwendungsprodukten sind gezielte Synthesen charakteristisch. Durch das Identifizieren von Zwischenstufen lassen sich Reaktionsverläufe nicht nur prognostizieren, sondern im Sinne der Selektivität durch eine entsprechende Wahl der Reaktionsbedingungen oder des Einsatzes von Katalysatoren zugunsten eines gewünschten Produktes steuern. Die Betrachtung komplexer Reaktionswege, die etwa zur Herstellung organischer Verbindungen wie beispielsweise der Halogenalkane führt, berücksichtigt auch Risiken und unerwünschte Nebenwirkungen für Mensch und Umwelt. Neben synthetischen Stoffen spielen auch Naturstoffe wie beispielsweise Fette als Rohstoffe für Produkte des Alltags in fast allen Bereichen des täglichen Lebens eine wichtige Rolle.

## Moderne Werkstoffe

Makromolekulare Stoffe machen einen Großteil moderner Werkstoffe aus. Sie weisen gemeinsame, aber auch spezifische Eigenschaften auf, die zu vielseitig einsetzbaren Produkten des alltäglichen Bedarfs führen. Die oftmals lange Haltbarkeit vieler makromolekularer Stoffe erweist sich angesichts eines zunehmenden Eintrags von Mikroplastik in die Umwelt und damit verbunden in die Nahrungskette zunehmend als eine zukunftsrelevante Herausforderung. Nachhaltiges Handeln bei gleichzeitig begrenzten Rohstoffreserven machen den Ausbau und die Weiterentwicklung der Kunststoffherstellung und -verwertung notwendig. Neben organischen tragen auch anorganische Verbindungen aus dem Bereich der Nanochemie entscheidend zur Vielfalt moderner Werkstoffe bei.

### 2.1.3 Basiskonzepte

Die Basiskonzepte werden übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen. Sie können kumulatives Lernen, den Aufbau von strukturiertem Wissen und die Erschließung neuer Inhalte fördern.

Das Fach Chemie ist im Besonderen durch eine Betrachtung der Analyse und Synthese von Stoffen, der Beschreibung ihres Aufbaus und ihrer Eigenschaften und energetischer Zusammenhänge gekennzeichnet. Gemäß den Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife resultieren daraus die folgenden drei Basiskonzepte, die sich auf die Struktur der Stoffe, deren Umwandlungen durch chemische Reaktionen und die damit einhergehenden energetischen Prozesse beziehen:

- Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen
- Konzept der chemischen Reaktion
- Energiekonzept

In den Kapiteln 2.2 und 2.3 werden jeweils im Anschluss an die inhaltlichen Schwerpunkte und die konkretisierten Kompetenzerwartungen ausgewählte Beiträge zu den

Basiskonzepten aufgeführt. Die dort exemplarisch aufgezeigten Aspekte des Inhaltsfeldes eignen sich besonders als Beitrag zum Aufbau des jeweiligen Basiskonzepts, sind jedoch nicht abschließend zu verstehen.

ENTWURF

## 2.2 Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Einführungsphase

Am Ende der Einführungsphase sollen die Schülerinnen und Schüler – aufbauend auf der Kompetenzentwicklung in der Sekundarstufe I – über die im Folgenden genannten **übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergreifend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz und Bewertungskompetenz anschließend inhaltsfeldbezogen konkretisierte Kompetenzerwartungen formuliert. Hinter den konkretisierten Kompetenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

### Sachkompetenz

*Chemische Konzepte zum Klassifizieren, Strukturieren, Systematisieren und Interpretieren nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S 1 beschreiben Ordnungsprinzipien für Stoffe und wenden diese an,
- S 2 leiten Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe auf Basis chemischer Strukturen und Gesetzmäßigkeiten an ausgewählten begründet ab,
- S 3 erklären Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen,
- S 4 bestimmen an ausgewählten Beispielen Reaktionstypen,
- S 5 beschreiben Stoffkreisläufe in Natur oder Technik als Abfolge chemischer Reaktionen.

*Chemische Konzepte auswählen und vernetzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S 6 unterscheiden begründet zwischen Stoff- und Teilchenebene,
- S 7 beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an,
- S 8 beschreiben an ausgewählten Beispielen Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen sowie durch den Einsatz von Katalysatoren,

- S 9 beschreiben unterschiedliche Reaktivitäten und Reaktionsverläufe,
- S 10 nutzen chemische Konzepte zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern.

#### *Chemische Zusammenhänge qualitativ-modellhaft erklären*

Die Schülerinnen und Schüler

- S 11 erklären an ausgewählten Beispielen die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen,
- S 12 deuten an ausgewählten Beispielen Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung von Teilchen sowie des Umbaus chemischer Bindungen,
- S 13 nutzen vorgegebene Modelle zur chemischen Bindung und zu intra- und intermolekularen Wechselwirkungen,
- S 14 beschreiben ausgewählte Reaktionsabfolgen auch auf Teilchenebene,
- S 15 unterscheiden den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene.

#### *Chemische Zusammenhänge quantitativ-mathematisch beschreiben*

Die Schülerinnen und Schüler

- S 16 entwickeln an ausgewählten Beispielen Reaktionsgleichungen,
- S 17 wenden bekannte mathematische Verfahren angeleitet auf chemische Sachverhalte an.

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

#### *Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden*

Die Schülerinnen und Schüler

- E 1 leiten ausgewählte chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab,
- E 2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu ausgewählten chemischen Sachverhalten,

E 3 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

*Fachspezifische Modelle und Verfahren anwenden und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- E 4 planen unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle Experimente auch zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien,
- E 5 führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend – durch, protokollieren sie und werten diese unter Anleitung aus,
- E 6 nutzen digitale Werkzeuge und Medien zum Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten, Modellierungen und Simulationen,
- E 7 wenden geeignete Real- oder Denkmodelle (z. B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente, Formelschreibweise) an und nutzen sie, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten.

*Erkenntnisprozesse und Ergebnisse diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E 8 finden in erhobenen Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen,
- E 9 diskutieren an ausgewählten Beispielen Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- E 10 diskutieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
- E 11 stellen bei der Deutung von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.

*Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

E 12 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse an ausgewählten Beispielen.

**Kommunikationskompetenz**

*Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

K 1 recherchieren angeleitet zu chemischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,

K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen,

K 3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,

K 4 überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität).

*Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler

K 5 wählen unterstützt chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht aus,

K 6 unterscheiden zunehmend sicher zwischen Alltags- und Fachsprache,

K 7 nutzen vorgegebene Darstellungsformen für chemische Sachverhalte und überführen diese ineinander,

K 8 strukturieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.



### *Informationen austauschen und diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- K 9 verwenden Fachbegriffe und -sprache zunehmend korrekt,
- K 10 erklären ausgewählte chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig,
- K 11 präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
- K 12 berücksichtigen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
- K 13 tauschen sich mit anderen über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und reflektieren den eigenen Standpunkt.

### **Bewertungskompetenz**

#### *Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B 1 betrachten Aussagen und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven und beurteilen diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,
- B 2 beurteilen nach vorgegeben Kriterien die Inhalte verwendeter Quellen und Medien,
- B 3 beurteilen Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen,
- B 4 diskutieren die Auswahl von Quellen und Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.

#### *Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B 5 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug,
- B 6 beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese,

- B 7 treffen mithilfe festgelegter fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen,
- B 8 beurteilen die Bedeutung fachlicher Kompetenzen in Bezug auf Alltagssituationen,
- B 9 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen,
- B 10 bewerten den gesellschaftlichen und ökologischen Nutzen der angewandten Chemie,
- B 11 beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.

### *Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- B 12 beurteilen und bewerten Verfahren und Erkenntnisse in aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen,
- B 13 beurteilen und bewerten Auswirkungen des eigenen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer und ökonomischer Perspektive,
- B 14 identifizieren Kriterien für Entscheidungen aus chemischer Perspektive.

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Einführungsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

Organische Stoffklassen

Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.2) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

## Inhaltsfeld Organische Stoffklassen

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe
- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Isomerie: Gerüstisomerie und Positionsisomerie
- intermolekulare Wechselwirkungen
- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen
- Estersynthese

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),
- erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),
- erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),
- stellen Isomere von Alkanolen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und erklären hieran die Strukturisomerie (S11, E7, K7).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),
- deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),
- führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),
- stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Trinkalkohol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6),
- diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13),
- beurteilen die Verwendung von Lösungsmitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Verschiedene funktionelle Gruppen sowie die Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbindungen erlauben eine Systematisierung organischer Verbindungen nach Stoffklassen. Das Zurückführen von Stoffeigenschaften verschiedener Verbindungen und ihrer Isomere auf jeweils unterschiedliche Molekülstrukturen und damit zusammenhängende intermolekulare Wechselwirkungen werden anhand ausgewählter Stoffklassen vertieft.

Chemische Reaktion

Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird durch die Betrachtung von Redoxreaktionen organischer Verbindungen erweitert. Die auf chemischen Reaktionen verschiedener Stoffe zurückzuführende Vielfalt und damit einhergehende Möglichkeit der Produktion organischer Verbindungen wird anhand der Estersynthese konkretisiert.

## Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit
- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ )
- natürlicher Stoffkreislauf
- technisches Verfahren
- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck
- Katalyse

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand graphischer Darstellungen (S3, S8, S9),
- erklären die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),
- erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),
- bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren die Ergebnisse (S7, S8, S17).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- unterscheiden die Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),
- überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),
- stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11),
- simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in technischen Verfahren auch unter Berücksichtigung kinetischer Aspekte (B3, B10, B12, E12),
- analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einen natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12),
- bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

#### Chemische Reaktion

Der Verlauf chemischer Reaktionen wird unter dem Blickwinkel der Reaktionsgeschwindigkeit betrachtet. Die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen wird um den Aspekt des dynamischen Gleichgewichtszustandes erweitert. Das Prinzip des Stoffkreislaufes als Abfolge von chemischen Reaktionen berücksichtigt auch chemische Gleichgewichtsreaktionen.

#### Energie

Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit hinsichtlich eines Herauf- oder Herabsetzens der Aktivierungsenergie präzisiert.

## 2.3 Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Qualifikationsphase

Am Ende der Qualifikationsphase sollen die Schülerinnen und Schüler – aufbauend auf der Kompetenzentwicklung in der Einführungsphase – über die im Folgenden genannten **übergeordneten Kompetenzerwartungen** zu allen Kompetenzbereichen verfügen.

Während der Kompetenzbereich Kommunikation ausschließlich inhaltsfeldübergreifend angelegt ist, werden in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz und Bewertungskompetenz anschließend inhaltsfeldbezogen konkretisierte Kompetenzerwartungen formuliert. Hinter den konkretisierten Kompetenzerwartungen ist jeweils in Klammern angegeben, auf welche übergeordneten Kompetenzerwartungen aus allen Bereichen sich diese beziehen.

### Sachkompetenz

*Chemische Konzepte und Theorien zum Klassifizieren, Strukturieren, Systematisieren und Interpretieren nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S 1 beschreiben und begründen Ordnungsprinzipien für Stoffe und wenden diese an,
- S 2 leiten Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe auf Basis chemischer Strukturen und Gesetzmäßigkeiten begründet ab,
- S 3 interpretieren Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen,
- S 4 bestimmen Reaktionstypen,
- S 5 beschreiben Stoffkreisläufe in Natur oder Technik als Systeme chemischer Reaktionen.

*Chemische Konzepte und Theorien auswählen und vernetzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S 6 unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene,
- S 7 erläutern die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an,

- S 8 beschreiben Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen sowie durch den Einsatz von Katalysatoren,
- S 9 erklären unterschiedliche Reaktivitäten und Reaktionsverläufe,
- S 10 nutzen chemische Konzepte und Theorien zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern.

*Chemische Zusammenhänge qualitativ-modellhaft erklären*

Die Schülerinnen und Schüler

- S 11 erklären die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen,
- S 12 deuten Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung von Teilchen sowie des Umbaus chemischer Bindungen,
- S 13 nutzen Modelle zur chemischen Bindung und zu intra- und intermolekularen Wechselwirkungen,
- S 14 beschreiben ausgewählte Reaktionsmechanismen,
- S 15 grenzen mithilfe von Modellen den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene ab.

*Chemische Zusammenhänge quantitativ-mathematisch beschreiben*

Die Schülerinnen und Schüler

- S 16 entwickeln Reaktionsgleichungen,
- S 17 wenden bekannte mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte an.

**Erkenntnisgewinnungskompetenz**

*Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden*

Die Schülerinnen und Schüler

- E 1 leiten chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab,
- E 2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu chemischen Sachverhalten,



E 3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

*Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- E 4 planen unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle, experiment- oder modellbasierte Vorgehensweisen, auch zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien,
- E 5 führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend – durch, protokollieren sie und werten diese aus,
- E 6 nutzen digitale Werkzeuge und Medien zum Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten, für Berechnungen, Modellierungen und Simulationen,
- E 7 wählen geeignete Real- oder Denkmodelle (z. B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente, Formelschreibweise) aus und nutzen sie, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten.

*Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E 8 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
- E 9 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- E 10 reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
- E 11 stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.

*Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E 12 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).

**Kommunikationskompetenz**

*Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

- K 1 recherchieren zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen,
- K 3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,
- K 4 überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität).

*Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler

- K 5 wählen chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht aus,
- K 6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
- K 7 nutzen geeignete Darstellungsformen für chemische Sachverhalte und überführen diese ineinander,
- K 8 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.

### *Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- K 9 verwenden Fachbegriffe und -sprache korrekt,
- K 10 erklären chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig,
- K 11 präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
- K 12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
- K 13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt.

### **Bewertungskompetenz**

#### *Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B 1 betrachten Aussagen, Modelle und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven und beurteilen diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,
- B 2 beurteilen die Inhalte verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand der fachlichen Richtigkeit und Vertrauenswürdigkeit),
- B 3 beurteilen Informationen und Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit, Grenzen und Tragweite,
- B 4 analysieren und beurteilen die Auswahl von Quellen und Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.

#### *Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

- B 5 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab,

- B 6 beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Technologien, Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese,
- B 7 treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen,
- B 8 beurteilen die Bedeutung fachlicher Kompetenzen in Bezug auf Alltagssituationen und Berufsfelder,
- B 9 beurteilen Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen,
- B 10 bewerten die gesellschaftliche Relevanz und ökologische Bedeutung der angewandten Chemie,
- B 11 beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab.

### *Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

#### Die Schülerinnen und Schüler

- B 12 beurteilen und bewerten Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse in historischen und aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen,
- B 13 beurteilen und bewerten Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse sowie des eigenen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive,
- B 14 reflektieren Kriterien und Strategien für Entscheidungen aus chemischer Perspektive.

### **2.3.1 Grundkurs**

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

Säuren, Basen und analytische Verfahren

Elektrochemische Prozesse und Energetik

Reaktionswege in der organischen Chemie

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

### Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren (Grundkurs)

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-Base-Konstanten, Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ ), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen
- analytische Verfahren: Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie
- Ionengitter, Ionenbindung

### Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6),
- erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen, (S3, S7, S16)
- interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-Base-Konstanten (S2, S7),
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (S17),
- definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),
- erklären den ersten Hauptsatz der Thermodynamik im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion (S3, S10),
- erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),

- deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter-, Bindungs- und Solvatationsenergie (S12, K8).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),
- planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),
- führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),
- bestimmen die kalorimetrisch ermittelte Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen und vergleichen mit Literaturdaten (E5, K1).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8),
- bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8).

## Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet.

Chemische Reaktion

Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.

Energie

Das Energiekonzept wird im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion durch den ersten Hauptsatz der Thermodynamik und den Enthalpiebegriff erweitert.

## Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik (Grundkurs)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung
- Elektrolyse
- alternative Energieträger
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse

## Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),

- erklären die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11),
- erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),
- erläutern die Stoff- und Energieumwandlungen bei einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements auch auf submikroskopischer Ebene (S7, S12, K8),
- erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1),
- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),
- entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5),
- ermitteln die elektrochemische Spannungsreihe aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8),
- ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten fossile und elektrochemische Energiequellen hinsichtlich der Effizienz auch mithilfe von reflektiert recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12),
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8),



- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Grundlage für elektrochemische Prozesse sind die metallische Bindung sowie die Beweglichkeit hydratisierter Ionen.

Chemische Reaktion

Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen.

Energie

Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse spezifiziert.

### **Inhaltsfeld Reaktionswege in der organischen Chemie (Grundkurs)**

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe
- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Isomerie: Strukturisomerie, Molekülgeometrie
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Naturstoffe: Fette
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition
- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier

## **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11),
- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),
- erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),
- erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),
- erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11).

## **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),
- erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),
- unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren und beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).

## Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Die organischen Stoffklassen werden um Amine und Halogenalkane erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. Die Vielfalt organischer Verbindungen wird durch Naturstoffe am Beispiel der Fette erweitert.

Chemische Reaktion

Die Schrittigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.

Energie

Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Estersynthese als homogene Katalyse spezifiziert.

## Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe (Grundkurs)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Polymerisation: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen
- Kunststoffsynthese
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung

## Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13),
- klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),
- erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen an einem Beispiel (S4, S12, S16),

- beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),
- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S 2),
- erklären ermittelte Stoffeigenschaften eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),
- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),
- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).

#### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

**Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen**

Die Eigenschaften von Kunststoffen werden auf die Struktur der Makromoleküle, ihre Verknüpfungen und Wechselwirkungen untereinander zurückgeführt.

**Chemische Reaktion**

Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe.

**Energie**

Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.

## 2.3.2 Leistungskurs

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die Qualifikationsphase **obligatorischen Inhaltsfelder** entwickelt werden:

Säuren, Basen und analytische Verfahren

Elektrochemische Prozesse und Energetik

Reaktionswege in der organischen Chemie

Moderne Werkstoffe

Bezieht man übergeordnete Kompetenzerwartungen (Kap. 2.3) sowie die unten aufgeführten **inhaltlichen Schwerpunkte** aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden **konkretisierten Kompetenzerwartungen**:

### Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren (Leistungskurs)

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-Base-Konstanten, Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ ), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme
- Löslichkeitsgleichgewichte
- analytische Verfahren: Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie
- Entropie
- Ionengitter, Ionenbindung

### Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6),
- erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und

schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),

- leiten die Säure-Base-Konstante und den  $pK_s/pK_B$ -Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17),
- interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-Base-Konstanten (S2, S7),
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von starken und schwachen Säuren und Basen (S17),
- sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (AnfangspH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17),
- erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16),
- berechnen den pH-Wert von Puffern (S17),
- definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),
- erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S10),
- erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),
- erklären unter Berücksichtigung der Entropie endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter-, Bindungs- und Solvationsenergie (S12, K8),
- erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),
- planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),
- führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),
- werten pH-metrische Titrationskurven von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7),

- vergleichen die kalorimetrisch ermittelte Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen mit Literaturdaten (E5, K1),
- interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8),
- bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnisse und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8),
- beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9).

#### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird um Puffersysteme erweitert. Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet.

Chemische Reaktion

Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung verschiedener Titrationsverfahren zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.

Energie

Das Energiekonzept wird um den ersten Hauptsatz der Thermodynamik, den Enthalpie- und Entropiebegriff im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion und Lösungsvorgängen erweitert.

## Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik (Leistungskurs)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)
- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)
- Redoxtitration
- alternative Energieträger
- Energiespeicherung
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- Energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse

### Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),
- erklären die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11),
- erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen und vergleichen diese Spannungsquellen hinsichtlich der Leistung (S10, S12, S16, K9),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),
- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10),
- erklären die für die Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8),



- berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17),
- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10),
- berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),
- wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10),
- ermitteln die elektrochemische Spannungsreihe und die Ionenkonzentration von Metall- und Nichtmetallionen aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5),
- bestimmen aus experimentellen Daten elektrochemische und thermodynamische Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) (E8, S17, K8),
- ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17),
- entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15),
- entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13),
- ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12),
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8),
- diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13),

- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Grundlage für elektrochemische Prozesse sind die metallische Bindung sowie die Beweglichkeit hydratisierter Ionen.

Chemische Reaktion

Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen.

Energie

Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess und der freien Enthalpie erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse spezifiziert.

## Inhaltsfeld Reaktionswege in der organischen Chemie (Leistungskurs)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe
- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Isomerie und Mesomerie, Chiralität
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)
- Prinzip von Le Chatelier
- koordinative Bindung: Katalyse
- Naturstoffe: Fette
- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung
- analytisches Verfahren: Chromatografie

### Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen den Aufbau der Moleküle (Strukturisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11)
- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13, K11),
- erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),
- erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),
- erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11),

- beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15),
- erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand seiner Struktur unter Berücksichtigung von mesomeren Effekten (S9, S13, E9, E12),
- klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8),
- erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),
- entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2),
- erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),
- unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),
- trennen mithilfe der Chromatographie Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5, K11),
- interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2, B1).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),
- beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8),

- bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

#### Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Die organischen Stoffklassen werden um Amine, Halogenalkane und aromatische Verbindungen erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. Das aromatische System und die koordinative Bindung erweitern das Konzept der Elektronenpaarbindung. Das Konzept der Struktur-Eigenschaftsbeziehung wird anhand der Farbstoffe vertieft.

#### Chemische Reaktion

Die Schrittigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.

#### Energie

Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen und Grundlage für die Farbigkeit erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Estersynthese als homogene Katalyse spezifiziert.

### **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe (Leistungskurs)**

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Polymerisation: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Mechanismus der radikalischen Polymerisation
- Kunststoffsynthese
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung, Werkstoffkreisläufe
- technisches Syntheseverfahren
- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften

## **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),
- klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),
- erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen an einem Beispiel (S4, S12, S16),
- erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16),
- beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),
- erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),
- beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9).

## **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),
- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),
- erläutern ermittelte Stoffeigenschaften eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13),
- veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8),
- erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),

- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),
- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),
- beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10),
- recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

#### Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Die Eigenschaften von Kunststoffen werden auf die Struktur der Makromoleküle, ihre Verknüpfungen und Wechselwirkungen untereinander zurückgeführt. Ebenso werden Merkmale von Nanomaterialien auf deren Größenordnung zurückgeführt und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen durch die Betrachtung entsprechender Materialien vertieft.

#### Chemische Reaktion

Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe. Reaktionsmechanismen aus dem niedermolekularen Bereich werden um Spezifika im makromolekularen Bereich erweitert und vertieft.

#### Energie

Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.

### 3 Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung

Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Entsprechend sind die Kompetenzerwartungen im Kernlehrplan in der Regel in ansteigender Progression und Komplexität formuliert. Dies erfordert, dass Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, Kompetenzen, die sie in den vorangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen. Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse der begleitenden Diagnose und Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzerwerbs Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen ein den Lernprozess begleitendes Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstellen. Die Beurteilung von Leistungen soll demnach grundsätzlich mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein.

Die Leistungsbewertung ist so anzulegen, dass sie den in den Fachkonferenzen gemäß Schulgesetz beschlossenen Grundsätzen entspricht, dass die Kriterien für die Notengebung den Schülerinnen und Schülern transparent sind und die Korrekturen sowie die Kommentierungen den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Dazu gehören – neben der Etablierung eines angemessenen Umgangs mit eigenen Stärken, Entwicklungsnotwendigkeiten und Fehlern – insbesondere auch Hinweise zu individuell erfolgversprechenden allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien.

Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle in Kapitel 2 des Lehrplans ausgewiesenen Kompetenzbereiche (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz) und die Basiskonzepte bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und fachpraktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte allein kann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht werden.

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-GOSt) dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereichen „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ sowie „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ entsprechend den in der APO-GOSt angegebenen Gewichtungen zu berücksichtigen. Dabei bezieht sich die Leistungsbewertung insgesamt auf die im Zusammenhang mit dem



Unterricht erworbenen Kompetenzen und nutzt unterschiedliche Formen der Lernerfolgsüberprüfung.

Hinsichtlich der einzelnen Beurteilungsbereiche sind die folgenden Regelungen zu beachten.

### **Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“**

Für den Einsatz in Klausuren kommen im Wesentlichen Überprüfungsformen – ggf. auch in Kombination – in Betracht, die im letzten Abschnitt dieses Kapitels aufgeführt sind. Die Schülerinnen und Schüler müssen mit den Überprüfungsformen, die im Rahmen von Klausuren eingesetzt werden, vertraut sein und rechtzeitig sowie hinreichend Gelegenheit zur Anwendung haben.

Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung hinaus sollen Klausuren im Laufe der gymnasialen Oberstufe auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Dazu gehört u. a. auch die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit einer kriteriengeleiteten Bewertung unter Berücksichtigung der drei Anforderungsbereiche. Beispiele für Prüfungsaufgaben und Auswertungskriterien sowie Konstruktionsvorgaben und Operatorenübersichten können im Internet auf den Seiten des Schulministeriums abgerufen werden.

Da in Klausuren neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden. Gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit führen zu einer Absenkung der Note gemäß APO-GOST. Abzüge für Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit sollen nicht erfolgen, wenn diese bereits bei der Darstellungsleistung fachspezifisch berücksichtigt wurden.

In der Qualifikationsphase wird nach Festlegung durch die Schule eine Klausur durch eine Facharbeit ersetzt. Facharbeiten dienen dazu, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens vertraut zu machen. Die Facharbeit ist eine umfangreichere schriftliche Hausarbeit und selbstständig zu verfassen. Umfang und Schwierigkeitsgrad der Facharbeit sind so zu gestalten, dass sie ihrer Wertigkeit im Rahmen des Beurteilungsbereichs „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ gerecht wird. Grundsätze der Leistungsbewertung von Facharbeiten regelt die Schule. Die Verpflichtung zur Anfertigung einer Facharbeit entfällt bei Belegung eines Projektkurses.

## **Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“**

Im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ können – neben den nachfolgend aufgeführten Überprüfungsformen – vielfältige weitere zum Einsatz kommen, für die kein abschließender Katalog festgesetzt wird. Im Rahmen der Leistungsbewertung gelten auch für diese die oben ausgeführten allgemeinen Ansprüche der Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung. Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe ist auch in diesem Beurteilungsbereich sicherzustellen, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen – insbesondere in den mündlichen Prüfungen – von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.

Zu den Bestandteilen der „Sonstigen Leistungen im Unterricht/Sonstigen Mitarbeit“ zählen u. a. unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z. B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z. B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden. Schülerinnen und Schüler bekommen durch die Verwendung einer Vielzahl von unterschiedlichen Überprüfungsformen vielfältige Möglichkeiten, ihre eigene Kompetenzentwicklung darzustellen und zu dokumentieren.

Der Bewertungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und ggf. praktische Beiträge sichtbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Der Stand der Kompetenzentwicklung in der „Sonstigen Mitarbeit“ wird sowohl durch Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt.

### **Überprüfungsformen**

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von Überprüfungsformen. Im Verlauf der gesamten gymnasialen Oberstufe soll – auch mit Blick auf die individuelle Förderung – ein möglichst breites Spektrum verschiedener Formen in schriftlichen, mündlichen oder fachpraktischen Kontexten zum Einsatz kommen. Wichtig für die Nutzung der Überprüfungsformen im Rahmen der Leistungsbewertung ist es, dass sich die Schülerinnen und Schüler zuvor im Rahmen von Anwendungssituationen hinreichend mit diesen vertraut machen konnten.

Die nachfolgenden Überprüfungsformen sind verbindlich an geeigneten Stellen im Unterricht einzusetzen.

## **Experimentelle Aufgaben**

Experimentelle Aufgabenstellungen werden in besonderem Maße den Zielsetzungen des wissenschaftspropädeutischen Chemieunterrichts gerecht. Diese können auch Bestandteil von fachpraktischen Aufgaben sein. Neben der Formulierung einer Fragestellung, der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten liegt in diesem Zusammenhang ein weiteres Augenmerk auf deren Dokumentation. Experimentelles Arbeiten umfasst die qualitative und quantitative Untersuchung von Zusammenhängen, aber auch den Umgang mit umfangreichen Daten aus Messreihen sowie die Arbeit mit bzw. an Modellen. Erkenntnisse, die aus experimentellen Arbeiten gewonnen werden, können die Grundlage für die nachfolgenden Überprüfungsformen bilden.

## **Präsentationsaufgaben**

Präsentationsaufgaben lassen sich in vielfältigen Formen einsetzen und reichen von einfachen Vorträgen bzw. Referaten bis hin zur Erstellung und Darbietung von Medienbeiträgen oder der Durchführung von Diskussionen. Im Rahmen von Präsentationen spielen auch immer Recherche- und Darstellungsaspekte eine bedeutende Rolle.

## **Darstellungsaufgaben**

Mittels Darstellungsaufgaben erfolgt ein strukturiertes Beschreiben, Darstellen und/oder Erklären eines chemischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts, wobei auch Modelle zum Einsatz kommen können. Darstellungsaufgaben beziehen sich auf die Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Grafiken und Diagrammen. Werden komplexe Zusammenhänge und Sachverhalte durch geeignete graphische Darstellungsformen zusammengefasst oder Informationen aus einer Darstellungsform in eine andere überführt, kommt der Charakter von Darstellungsaufgaben ebenfalls zum Tragen. Das Verfassen fachlicher Texte erfolgt adressaten- und anlassbezogen.

## **Bewertungs-/Beurteilungsaufgaben**

Das Fach Chemie trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen, Meinungsbildung und Entscheidungsfindung bei. Dabei ist in auftretenden Problemsituationen die Unterscheidung von Werten, Normen und Fakten wichtig. Die Benennung von Handlungsoptionen erfolgt aus der Beachtung verschiedener Perspektiven. Umstrittene Sachverhalte oder Medienbeiträge werden unter fachlichen Gesichtspunkten überprüft.

## 4 Abiturprüfung

Die allgemeinen Regelungen zur schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung, mit denen zugleich die Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz umgesetzt werden, basieren auf dem Schulgesetz sowie dem entsprechenden Teil der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe.

Fachlich beziehen sich alle Teile der Abiturprüfung auf die in Kapitel 2 dieses Kernlehrplans für das Ende der Qualifikationsphase ausgewiesenen Lernergebnisse. Bei der Lösung schriftlicher wie mündlicher Abituraufgaben sind generell Kompetenzen nachzuweisen, die im Unterricht der gesamten Qualifikationsphase erworben wurden und deren Erwerb in vielfältigen Zusammenhängen angelegt wurde.

Die jährlichen „Vorgaben zu den unterrichtlichen Voraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen im Abitur in der gymnasialen Oberstufe“ (Abiturvorgaben), die auf den Internetseiten des Schulministeriums abrufbar sind, konkretisieren den Kernlehrplan, soweit dies für die Schaffung landesweit einheitlicher Bezüge für die zentral gestellten Abiturklausuren erforderlich ist. Die Verpflichtung zur Umsetzung des gesamten Kernlehrplans bleibt hiervon unberührt.

Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprüfungen ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszugehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten Prüfungsleistung erhöhen soll.

- Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
- Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
- Anforderungsbereich III umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Für alle Fächer gilt, dass die Aufgabenstellungen in schriftlichen und mündlichen Abiturprüfungen alle Anforderungsbereiche berücksichtigen müssen, der Anforderungsbereich II aber den Schwerpunkt bildet.

Fachspezifisch ist die Ausgestaltung der Anforderungsbereiche an den Kompetenzerwartungen des jeweiligen Kursart zu orientieren. Für die Aufgabenstellungen werden die für Abiturprüfungen geltenden Operatoren des Faches verwendet. Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt jeweils auf einer zuvor festgelegten Grundlage, die im schriftlichen Abitur aus dem zentral vorgegebenen kriteriellen Bewertungsraster, im mündlichen Abitur aus dem im Fachprüfungsausschuss abgestimmten Erwartungshorizont besteht.

Übergreifende Bewertungskriterien für die erbrachten Leistungen sind

- die Komplexität der Gegenstände,
- die sachliche Richtigkeit und die Schlüssigkeit der Aussagen,
- die Vielfalt der Gesichtspunkte und ihre jeweilige Bedeutsamkeit,
- die Differenziertheit des Verstehens und Darstellens,
- das Herstellen geeigneter Zusammenhänge,
- die Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemstellungen,
- die argumentative Begründung eigener Urteile, Stellungnahmen und Wertungen,
- die Selbstständigkeit und Klarheit in Aufbau und Sprache,
- die Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und -methoden sowie
- die Erfüllung standardsprachlicher Normen.

Hinsichtlich der einzelnen Prüfungsteile sind die folgenden Regelungen zu beachten.

### **Schriftliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung werden landesweit zentral gestellt.

Alle Aufgaben entsprechen den öffentlich zugänglichen Konstruktionsvorgaben und nutzen die fachspezifische Operatorenübersicht. Beispiele für Abiturklausuren sind für die Schulen auf den Internetseiten des Schulministeriums abrufbar.

Für die schriftliche Abiturprüfung enthalten die aufgabenbezogenen Unterlagen für die Lehrkraft jeweils Hinweise zu Aufgabenart und zugelassenen Hilfsmitteln, die Aufgabenstellung, die Materialgrundlage, die Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Abiturvorgaben, die Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen sowie den

Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit. Die Anforderungen an die zu erbringenden Klausurleistungen werden durch das zentral gestellte kriterielle Bewertungsraster definiert. Die Bewertung erfolgt über Randkorrekturen sowie das ausgefüllte Bewertungsraster, mit dem die Gesamtleistung dokumentiert wird. Für die Berücksichtigung gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit gelten die Regelungen aus Kapitel 3 analog auch für die schriftliche Abiturprüfung.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen.

Für die Prüfung im Fach Chemie sind folgende Aufgabenarten zulässig:

- Materialgebundene Aufgabe
- Fachpraktische Aufgabe

Mischformen der genannten Aufgabenarten sind möglich. Eine ausschließlich aufsatzartig zu bearbeitende Aufgabenstellung, d. h. eine Aufgabe ohne Material- oder Experimentbezug, ist nicht zulässig.

Wenn in den Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung ein Schülerexperiment vorgesehen ist, wird die Arbeitszeit um die Zeit zur Durchführung des Experimentes durch die Schülerinnen und Schüler verlängert.

Weitergehende Regelungen finden sich an entsprechender Stelle in der APO GOST.

### **Mündliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung werden dezentral durch die Fachprüferin bzw. den Fachprüfer – im Einvernehmen mit dem jeweiligen Fachprüfungsausschuss – gestellt. Dabei handelt es sich um jeweils neue, begrenzte Aufgaben, die dem Prüfling einschließlich der ggf. notwendigen Texte und Materialien für den ersten Teil der mündlichen Abiturprüfung in schriftlicher Form vorgelegt werden. Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung insgesamt sind so zu stellen, dass sie hinreichend breit angelegt sind und sich nicht ausschließlich auf den Unterricht eines Kurshalbjahres beschränken.

Die Berücksichtigung aller Anforderungsbereiche soll eine Beurteilung ermöglichen, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Auswahlmöglichkeiten für die Schülerin bzw. den Schüler bestehen nicht. Der Erwartungshorizont ist zuvor mit dem Fachprüfungsausschuss abzustimmen.

Der Prüfling soll in der Prüfung, die in der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten dauert, in einem ersten Teil selbstständig die vorbereiteten Ergebnisse zur gestellten Aufgabe in zusammenhängendem Vortrag präsentieren. In einem zweiten Teil sollen

vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Einzelfragen aneinanderzureihen.

Bei der Bewertung mündlicher Prüfungen liegen der im Fachprüfungsausschuss abgestimmte Erwartungshorizont sowie die eingangs dargestellten übergreifenden Kriterien zugrunde. Die Prüferin oder der Prüfer schlägt dem Fachprüfungsausschuss eine Note, ggf. mit Tendenz, vor. Die Mitglieder des Fachprüfungsausschusses stimmen über diesen Vorschlag ab.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen.

Die Aufgabenarten stimmen mit denen der schriftlichen Abiturprüfung überein. Doch ist bei der Aufgabenstellung die zeitliche Begrenzung durch die Dauer der Vorbereitungszeit zu beachten. Die Aufgabe für den ersten Prüfungsteil enthält daher Material von geringerem Umfang und weniger komplexe Aufgabenstellungen als die schriftliche Prüfung.

Wenn in den Aufgaben des ersten Prüfungsteils der mündlichen Abiturprüfung ein Demonstrationsexperiment vorgesehen ist, ist dieses vorher aufzubauen und vor Beginn der Vorbereitungszeit in Anwesenheit des Prüflings durchzuführen.

Bei der Demonstration des Versuches muss ein weiteres fachkundiges Mitglied des Fachprüfungsausschusses die Durchführung des Experiments beobachten. Besonderheiten sind im Protokoll zu vermerken.

Für den Fall, dass in den Aufgaben der Abiturprüfung im ersten Prüfungsteil ein Schülerexperiment vorgesehen ist, wird die Vorbereitungszeit um die festgelegte Zeit zur Durchführung des Experiments durch die Schülerinnen und Schüler verlängert.

Beim Aufenthalt des Prüflings im Chemieraum muss eine Fachlehrkraft Aufsicht führen. Die Versuche müssen sicher gelingen können. Geräte und Chemikalien müssen in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen, sodass die Schülerin bzw. der Schüler gegebenenfalls das Experiment während der Vorbereitung wiederholen kann. Die geltenden Sicherheitsbestimmungen sind zu beachten.

### **Besondere Lernleistung**

Schülerinnen und Schüler können in die Gesamtqualifikation eine besondere Lernleistung einbringen, die im Rahmen oder Umfang eines mindestens zwei Halbjahre umfassenden Kurses erbracht wird. Als besondere Lernleistung können ein umfassender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb, die Ergebnisse des Projektkurses oder eines umfassenden fachlichen oder fachübergreifenden Projektes gelten.

Die Absicht, eine besondere Lernleistung zu erbringen, muss spätestens zu Beginn des zweiten Jahres der Qualifikationsphase bei der Schule angezeigt werden. Die Schulleiterin oder der Schulleiter entscheidet in Abstimmung mit der Lehrkraft, die als Korrektor vorgesehen ist, ob die vorgesehene Arbeit als besondere Lernleistung zugelassen werden kann. Die Arbeit ist spätestens bis zur Zulassung zur Abiturprüfung abzugeben, nach den Maßstäben und dem Verfahren für die Abiturprüfung zu korrigieren und zu bewerten. Ein Rücktritt von der besonderen Lernleistung muss bis zur Entscheidung über die Zulassung zur Abiturprüfung erfolgt sein.

In einem Kolloquium von in der Regel 30 Minuten, das im Zusammenhang mit der Abiturprüfung nach Festlegung durch die Schulleitung stattfindet, stellt der Prüfling vor einem Fachprüfungsausschuss die Ergebnisse der besonderen Lernleistung dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen. Die Endnote wird aufgrund der insgesamt in der besonderen Lernleistung und im Kolloquium erbrachten Leistungen gebildet; eine Gewichtung der Teilleistungen findet nicht statt. Bei Arbeiten, an denen mehrere Schülerinnen und Schüler beteiligt werden, muss die individuelle Schülerleistung erkennbar und bewertbar sein.

Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen.

Grundlage einer besonderen Lernleistung in Chemie kann zum Beispiel die experimentelle Bearbeitung und Umsetzung einer Fragestellung mit Auswertung und Interpretation sein ebenso wie eine theoretisch-analytische Arbeit, bei der eine wissenschaftliche Theorie – auch historisch – bearbeitet wird. Solche Leistungen können auch im Rahmen eines Projektkurses entstehen. Ebenso kann ein umfassender Beitrag im Rahmen der Teilnahme an qualifizierten Wettbewerben Grundlage einer besonderen Lernleistung sein.