



Kerncurriculum gymnasiale Oberstufe

BILDUNGSLAND
Hessen 

CHEMIE

Impressum

Hessisches Kultusministerium
Luisenplatz 10, 65185 Wiesbaden
Tel.: 0611 368-0
Fax: 0611 368-2096

E-Mail: poststelle.hkm@kultus.hessen.de
Internet: www.kultusministerium.hessen.de

Inhaltsverzeichnis

1	Die gymnasiale Oberstufe	4
1.1	Lernen in der gymnasialen Oberstufe	4
1.2	Strukturelemente des Kerncurriculums	6
1.3	Überfachliche Kompetenzen	7
2	Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches	10
2.1	Beitrag des Faches zur Bildung	10
2.2	Kompetenzmodell	11
2.3	Kompetenzbereiche	12
2.4	Strukturierung der Fachinhalte	15
3	Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte	18
3.1	Einführende Erläuterungen	18
3.2	Bildungsstandards	19
3.3	Kurshalbjahre und Themenfelder	23

Hinweis: Anregungen zur Umsetzung des Kerncurriculums im Unterricht sowie weitere Materialien abrufbar im Internet unter: www.kerncurriculum.hessen.de

1 Die gymnasiale Oberstufe

1.1 Lernen in der gymnasialen Oberstufe

Das Ziel der gymnasialen Oberstufe ist die Allgemeine Hochschulreife, die zum Studium an einer Hochschule berechtigt, aber auch den Weg in eine berufliche Ausbildung ermöglicht. Lernende, die die gymnasiale Oberstufe besuchen, wollen auf die damit verbundenen Anforderungen vorbereitet sein. Erwarten können sie daher einen Unterricht, der sie dazu befähigt, Fragen nach der Gestaltung des eigenen Lebens und der Zukunft zu stellen und orientierende Antworten zu finden. Sie erwarten Lernangebote, die in sinnstiftende Zusammenhänge eingebettet sind, in einem verbindlichen Rahmen eigene Schwerpunktsetzungen ermöglichen und Raum für selbstständiges Arbeiten schaffen. Mit diesem berechtigten Anspruch geht die Verpflichtung der Lernenden einher, die gebotenen Lerngelegenheiten in eigener Verantwortung zu nutzen und mitzugestalten. Lernen wird so zu einem stetigen, nie abgeschlossenen Prozess der Selbstbildung und Selbsterziehung, getragen vom Streben nach Autonomie, Bindung und Kompetenz. In diesem Verständnis wird die Bildung und Erziehung junger Menschen nicht auf zu erreichende Standards reduziert, vielmehr kann Bildung Lernende dazu befähigen, selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung, selbstbewusst und resilient, kritisch-reflexiv und engagiert, neugierig und forschend, kreativ und genussfähig ihr Leben zu gestalten und wirtschaftlich zu sichern.

Für die Lernenden stellt die gymnasiale Oberstufe ein wichtiges Bindeglied dar zwischen einem zunehmend selbstständigen, dennoch geleiteten Lernen in der Sekundarstufe I und dem selbstständigen und eigenverantwortlichen Weiterlernen, wie es mit der Aufnahme eines Studiums oder einer beruflichen Ausbildung verbunden ist. Auf der Grundlage bereits erworbener Kompetenzen zielt der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe auf eine vertiefte Allgemeinbildung, eine allgemeine Studierfähigkeit sowie eine fachlich fundierte wissenschaftspropädeutische Bildung. Dabei gilt es in besonderem Maße, die Potenziale der Jugendlichen zu entdecken und zu stärken sowie die Bereitschaft zu beständigem Weiterlernen zu wecken, damit die jungen Erwachsenen selbstbewusste, ihre Neigungen und Stärken berücksichtigende Entscheidungen über ihre individuellen Bildungs- und Berufswege treffen können. Gleichmaßen bietet der Unterricht in der Auseinandersetzung mit ethischen Fragen die zur Bildung reflektierter Werthaltungen notwendigen Impulse – den Lernenden kann so die ihnen zukommende Verantwortung für Staat, Gesellschaft und das Leben zukünftiger Generationen bewusst werden. Auf diese Weise nimmt die gymnasiale Oberstufe den ihr in den §§ 2 und 3 des Hessischen Schulgesetzes (HSchG) aufgegebenen Erziehungsauftrag wahr.

Im Sinne konsistenter Bildungsbemühungen knüpft das Lernen in der gymnasialen Oberstufe an die Inhalte und die Lern- und Arbeitsweisen der Sekundarstufe I an und differenziert sie weiter aus. So zielt der Unterricht auf den Erwerb profunden Wissens sowie auf die Vertiefung bzw. Erweiterung von Sprachkompetenz, verstanden als das Beherrschen kulturell bedeutsamer Zeichensysteme. Der Unterricht fördert Team- und Kommunikationsfähigkeit, lernstrategische und wissenschaftspropädeutische Fähigkeiten und Fertigkeiten, um zunehmend selbstständig lernen zu können, sowie die Fähigkeit, das eigene Denken und Handeln zu reflektieren. Ein breites, in sich gut organisiertes und vernetztes sowie in unterschiedlichen Anwendungssituationen erprobtes Orientierungswissen hilft dabei, unterschiedliche, auch interkulturelle Horizonte des Weltverstehens zu erschließen. Daraus leiten sich die didaktischen Aufgaben der gymnasialen Oberstufe ab. Diese spiegeln sich in den Aktivitäten der Lernenden, wenn sie

Chemie**gymnasiale Oberstufe**

- sich aktiv und selbstständig mit bedeutsamen Gegenständen und Fragestellungen zentraler Wissensdomänen auseinandersetzen,
- wissenschaftlich geprägte Kenntnisse für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen nutzen,
- Inhalte und Methoden kritisch reflektieren sowie Erkenntnisse und Erkenntnisweisen auswerten und bewerten,
- in kommunikativen Prozessen sowohl aus der Perspektive aufgeklärter Laien als auch aus der Expertenperspektive agieren.

Schulische Bildung eröffnet den Lernenden unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Bildungsprozesse zielen so auf die reflexive Beschäftigung mit verschiedenen „Modi der Weltbegegnung und -erschließung“, für die – in flexibler bzw. mehrfacher Zuordnung – jeweils bestimmte Unterrichtsfächer und ihre Bezugswissenschaften stehen. Folgende vier Modi werden als orientierende Grundlage angesehen:

- (1) kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften)
- (2) ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung (Sprache / Literatur, Musik / bildende und theatrale Kunst / physische Expression)
- (3) normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft (Geschichte, Politik, Ökonomie, Recht)
- (4) deskriptiv-exploratorische Begegnung und Auseinandersetzung mit existentiellen Fragen der Weltdeutung und Sinnfindung (Religion, Ethik, Philosophie)

Diese vier Modi folgen keiner Hierarchie und können einander nicht ersetzen. Jeder Modus bietet eine eigene Art und Weise, die Wirklichkeit zu konstituieren – aus einer jeweils besonderen Perspektive, mit den jeweils individuellen Erschließungsmustern und Erkenntnisräumen. Lehr-Lern-Prozesse initiieren die reflexive Begegnung mit diesen unterschiedlichen, sich ergänzenden Zugängen, womit das Ziel verbunden ist, den Lernenden Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit zu eröffnen.

In der Verschränkung mit den o. g. Sprachkompetenzen und lernstrategischen Fähigkeiten bilden diese vier Modi die Grundstruktur der Allgemeinbildung und geben damit einen Orientierungsrahmen für die schulische Bildung. Darauf gründen die Bildungsstandards, die am Ende der gymnasialen Oberstufe zu erreichen sind und als Grundlage für die Abiturprüfung dienen. Mit deren Bestehen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre fundierten Fachkenntnisse und Kompetenzen in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen verständlich nutzen können.

In der Realisierung eines diesem Verständnis folgenden Bildungsanspruchs verbinden sich zum einen Erwartungen der Schule an die Lernenden, zum anderen aber auch Erwartungen der Lernenden an die Schule.

Den Lehrkräften kommt die Aufgabe zu,

- Lernende darin zu unterstützen, sich aktiv und selbstbestimmt die Welt fortwährend lernend zu erschließen, eine Fragehaltung zu entwickeln sowie sich reflexiv und zunehmend differenziert mit den unterschiedlichen Modi der Weltbegegnung und Welterschließung zu beschäftigen,
- Lernende mit Respekt, Geduld und Offenheit sowie durch Anerkennung ihrer Leistungen und förderliche Kritik darin zu unterstützen, in einer komplexen Welt mit Herausforderun-

gen wie fortschreitender Technisierung, beschleunigtem globalen Wandel, der Notwendigkeit erhöhter Flexibilität und Mobilität, diversifizierten Formen der Lebensgestaltung angemessen umgehen zu lernen sowie kultureller Heterogenität und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen,

- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Aufgabe der Lernenden ist es,

- schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen; dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen; das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen und Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren; sich zu engagieren und sich anzustrengen,
- Lern- und Beurteilungssituationen zum Anlass zu nehmen, ein an Kriterien orientiertes Feedback einzuholen, konstruktiv mit Kritik umzugehen, sich neue Ziele zu setzen und diese konsequent zu verfolgen,
- Lernen in Gemeinschaft und das Schulleben mitzugestalten.

Die Entwicklung von Kompetenzen wird möglich, wenn Lernende sich mit komplexen und herausfordernden Aufgabenstellungen, die Problemlösen erfordern, auseinandersetzen, wenn sie dazu angeleitet werden, ihre eigenen Lernprozesse zu steuern sowie sich selbst innerhalb der curricularen und pädagogischen Rahmensetzungen Ziele zu setzen und damit an der Gestaltung des Unterrichts aktiv mitzuwirken. Solchermaßen gestalteter Unterricht bietet Lernenden Arbeitsformen und Strukturen, in denen sie wissenschaftspropädeutisches und berufsbezogenes Arbeiten in realitätsnahen Kontexten erproben und erlernen können. Es bedarf der Bereitstellung einer motivierenden Lernumgebung, die neugierig macht auf die Entdeckung bisher unbekanntes Wissens, in der die Suche nach Verständnis bestärkt und Selbstreflexion gefördert wird. Und es bedarf Formen der Instruktion, der Interaktion und Kommunikation, die Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung, aber auch das Selbststudium und die Konzentration auf das eigene Lernen ermöglichen.

1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums

Das Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe formuliert Bildungsziele für fachliches (Bildungsstandards) und überfachliches Lernen sowie inhaltliche Vorgaben als verbindliche Grundlage für die Prüfungen im Rahmen des Landesabiturs. Die Leistungserwartungen werden auf diese Weise für alle, Lehrende wie Lernende, transparent und nachvollziehbar. Das Kerncurriculum ist in mehrfacher Hinsicht anschlussfähig: Es nimmt zum einen die Vorgaben in den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) und den Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 18.10.2012 zu den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Fächern Deutsch und Mathematik sowie in der fortgeführten Fremdsprache (Englisch, Französisch) auf. Zum anderen setzt sich in Anlage und Aufbau des Kerncurriculums die Kompetenzorientierung, wie bereits im Kerncurriculum für die Sekundarstufe I umgesetzt, konsequent fort – modifiziert in Darstellungsformat und Präzisionsgrad der verbindlichen inhaltlichen Vorgaben gemäß den Anforderungen in der gymnasialen Oberstufe und mit Blick auf die Abiturprüfung.

Das pädagogisch-didaktische Konzept der gymnasialen Oberstufe in Hessen, wie in Abschnitt 1.1 gekennzeichnet, bildet den Legitimationszusammenhang für das auf den Erwerb

von Kompetenzen ausgerichtete Kerncurriculum mit seinen curricularen Festlegungen. Dies spiegelt sich in den einzelnen Strukturelementen wider:

Überfachliche Kompetenzen (Abschn. 1.3): Bildung, verstanden als sozialer Prozess fortwährender Selbstbildung und Selbsterziehung, zielt auf fachlichen und überfachlichen Kompetenzerwerb gleichermaßen. Daher sind im Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe neben den fachlichen Leistungserwartungen zunächst die wesentlichen Dimensionen und Aspekte überfachlicher Kompetenzentwicklung beschrieben.

Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches (Abschn. 2): Der „Beitrag des Faches zur Bildung“ (Abschn. 2.1) beschreibt den Bildungsanspruch und die wesentlichen Bildungsziele des Faches. Dies spiegelt sich in den Kompetenzbereichen (Abschn. 2.2 bzw. Abschn. 2.3 Naturwissenschaften, Mathematik, Informatik) und der Strukturierung der Fachinhalte (Abschn. 2.3 bzw. Abschn. 2.4 Naturwissenschaften, Mathematik, Informatik) wider. Die didaktischen Grundlagen, durch den Bildungsbeitrag fundiert, bilden ihrerseits die Bezugsfolie für die Konkretisierung in Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte.

Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte (Abschn. 3): Bildungsstandards weisen die Erwartungen an das fachbezogene Können der Lernenden am Ende der gymnasialen Oberstufe aus (Abschn. 3.2). Sie konkretisieren die Kompetenzbereiche und zielen grundsätzlich auf kritische Reflexionsfähigkeit sowie den Transfer bzw. das Nutzen von Wissen für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen. In den vier Fächern, für die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der KMK vom 18.10.2012) vorliegen, werden diese i. d. R. wörtlich übernommen.

Die Lernenden setzen sich mit geeigneten und repräsentativen Lerninhalten und Themen, deren Sachaspekten und darauf bezogenen Fragestellungen auseinander und entwickeln auf diese Weise die in den Bildungsstandards formulierten fachlichen Kompetenzen. Entsprechend gestaltete Lernarrangements zielen auf den Erwerb jeweils bestimmter Kompetenzen aus i. d. R. unterschiedlichen Kompetenzbereichen. Auf diese Weise können alle Bildungsstandards mehrfach und in unterschiedlichen inhaltlichen Zusammenhängen erarbeitet werden. Hieraus erklärt sich, dass Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte nicht bereits im Kerncurriculum miteinander verknüpft werden, sondern dies erst sinnvoll auf der Unterrichtsebene erfolgen kann.

Die Lerninhalte sind in unmittelbarer Nähe zu den Bildungsstandards in Form verbindlicher Themen der Kurshalbjahre, gegliedert nach Themenfeldern, ausgewiesen (Abschn. 3.3). Hinweise zur Verbindlichkeit der Themenfelder finden sich im einleitenden Text zu Abschnitt 3.3 sowie in jedem Kurshalbjahr. Die Thematik eines Kurshalbjahres wird jeweils in einem einführenden Text skizziert und begründet. Im Sinne eines Leitgedankens stellt er die einzelnen Themenfelder in einen inhaltlichen Zusammenhang und zeigt Schwerpunktsetzungen für die Kompetenzanbahnung auf. Die Lerninhalte sind immer rückgebunden an die übergeordneten Erschließungskategorien bzw. Wissensdimensionen des Faches, um einen strukturier-ten und systematischen Wissensaufbau zu gewährleisten.

1.3 Überfachliche Kompetenzen

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der gymnasialen Oberstufe ein Studium oder eine Berufsausbildung beginnen und die damit verbundenen Anforderungen erfolgreich meistern wollen, kommt dem Erwerb all jener Kompetenzen, die über das rein Fachliche hinausgehen, eine fundamentale Bedeutung zu – nur in der Verknüpfung mit personalen und sozialen Kompetenzen kann sich fachliche Expertise adäquat entfalten.

Chemie

gymnasiale Oberstufe

Daher liegt es in der Verantwortung aller Fächer, dass Lernende im fachgebundenen wie auch im projektorientiert ausgerichteten fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht ihre überfachlichen Kompetenzen weiterentwickeln können, auch im Hinblick auf eine kompetenz- und interessenorientierte sowie praxisbezogene Studien- und Berufsorientierung. Dabei kommt den Fächern Politik und Wirtschaft sowie Deutsch als „Kernfächer“ eine besondere Verantwortung zu, Lernangebote bereitzustellen, die den Lernenden die Möglichkeit eröffnen, ihre Interessen und Neigungen zu entdecken und die gewonnenen Informationen mit Blick auf ihre Ziele zu nutzen.

Überfachliche Kompetenzen umspannen ein weites Spektrum: Es handelt sich dabei um Fähigkeiten und Fertigkeiten genauso wie um Haltungen und Einstellungen. Mit ihnen stehen kulturelle Werkzeuge zur Verfügung, in denen sich auch normative Ansprüche widerspiegeln.

Im Folgenden werden die anzustrebenden überfachlichen Kompetenzen in sich ergänzenden und ineinandergreifenden gleichrangigen Dimensionen beschrieben:

Soziale Kompetenzen: sich verständigen und kooperieren; Verantwortung übernehmen und Rücksichtnahme praktizieren; im Team agieren; Konflikte aushalten, austragen und lösen; andere Perspektiven einnehmen; von Empathie geleitet handeln; sich durchsetzen; Toleranz üben; Zivilcourage zeigen: sich einmischen und in zentralen Fragen das Miteinander betreffend Stellung beziehen

Personale Kompetenzen: eigenständig und verantwortlich handeln und entscheiden; widerstandsfähig und widerständig sein; mit Irritationen umgehen; Dissonanzen aushalten; sich zutrauen, die eigene Person und inneres Erleben kreativ auszudrücken; divergent denken; fähig sein zu naturbezogenem sowie ästhetisch ausgerichtetem Erleben; sensibel sein für eigene Körperlichkeit und psychische Verfasstheit

Sprachkompetenzen (im Sinne eines erweiterten Sprachbegriffs): unterschiedliche Zeichensysteme beherrschen (*literacy*): Verkehrssprache, Mathematik, Fremdsprachen, Naturwissenschaften, symbolisch-analoges Sprechen (wie etwa in religiösen Kontexten), Ästhetik, Informations- und Kommunikationstechnologien; sich in den unterschiedlichen Symbol- und Zeichengefügen ausdrücken und verständigen; Übersetzungsleistungen erbringen: Verständigung zwischen unterschiedlichen Sprachniveaus und Zeichensystemen ermöglichen

Wissenschaftspropädeutische Kompetenzen: fachliches Wissen nutzen und bewerten; die Perspektivität fachlichen Wissens reflektieren; Verfahren und Strategien der Argumentation anwenden; Zitierweisen beherrschen; Verständigung zwischen Laien und Experten initiieren und praktizieren; auf einem entwickelten / gesteigerten Niveau abstrahieren; in Modellen denken und modellhafte Vorstellungen als solche erkennen

Selbstregulationskompetenzen: Wissen unter Nutzung von Methoden der Selbstregulation erwerben; Lernstrategien sowohl der Zielsetzung und Zielbindung als auch der Selbstbeobachtung (*self-monitoring*) anwenden; Probleme im Lernprozess wahrnehmen, analysieren und Lösungsstrategien entwickeln; eine positive Fehler-Kultur aufbauen; mit Enttäuschungen und Rückschlägen umgehen; sich im Spannungsverhältnis zwischen Fremd- und Selbstbestimmung orientieren

Involvement: sich (auf etwas) einlassen; für eine Sache fiebern; sich motiviert fühlen und andere motivieren; von epistemischer Neugier geleitete Fragen formulieren; sich vertiefen, etwas herausbekommen, einer Sache / Fragestellung auf den Grund gehen; etwas vollenden; (etwas) durchhalten; eine Arbeitshaltung kultivieren (sich Arbeitsschritte vornehmen, Arbeitserfolg kontrollieren)

Chemie

gymnasiale Oberstufe

Wertbewusste Haltungen: um Kategorien wie Respekt, Gerechtigkeit, Fairness, Kostbarkeit, Eigentum und deren Stellenwert für das Miteinander wissen; friedliche Gesinnung im Geiste der Völkerverständigung praktizieren, ethische Normen sowie kulturelle und religiöse Werte kennen, reflektieren und auf dieser Grundlage eine Orientierung für das eigene Handeln gewinnen; demokratische Normen und Werthaltungen im Sinne einer historischen Welt-sicht reflektieren und Rückschlüsse auf das eigene Leben in der Gemeinschaft ziehen; selbstbestimmt urteilen und handeln

Interkulturelle Kompetenz (im Sinne des Stiftens kultureller Kohärenz): Menschen aus verschiedenen soziokulturellen Kontexten und Kulturen vorurteilsfrei und im Handeln reflektiert begegnen; sich kulturell unterschiedlich geprägter Identitäten, einschließlich der eigenen, bewusst sein; die unverletzlichen und unveräußerlichen Menschenrechte achten und sich an den wesentlichen Traditionen der Aufklärung orientieren; wechselnde kulturelle Perspektiven einnehmen, empathisch und offen das Andere erleben; Ambiguitätstoleranz üben

Mit Blick auf gesellschaftliche Entwicklungen und die vielfältigen damit verbundenen Herausforderungen für junge Erwachsene zielt der Erwerb fachlicher und überfachlicher Kompetenzen insbesondere auf die folgenden drei Dimensionen, die von übergreifender Bedeutung sind:

Demokratie und Teilhabe / zivilgesellschaftliches Engagement: sozial handeln, politische Verantwortung übernehmen; Rechte und Pflichten in der Gesellschaft wahrnehmen; sich einmischen, mitentscheiden und mitgestalten; sich persönlich für das Gemeinwohl engagieren (aktive Bürgerschaft); Fragen des Zusammenlebens der Geschlechter / Generationen / sozialen Gruppierungen reflektieren; Innovationspotenzial zur Lösung gesellschaftlicher Probleme des sozialen Miteinanders entfalten und einsetzen; entsprechende Kriterien des Wünschenswerten und Machbaren differenziert bedenken

Nachhaltigkeit / Lernen in globalen Zusammenhängen: globale Zusammenhänge bezogen auf ökologische, soziale und ökonomische Fragestellungen wahrnehmen, analysieren und darüber urteilen; Rückschlüsse auf das eigene Handeln ziehen; sich mit den Fragen, die im Zusammenhang des wissenschaftlich-technischen Fortschritts aufgeworfen werden, auseinandersetzen; sich dem Diskurs zur nachhaltigen Entwicklung stellen, sich für nachhaltige Entwicklung engagieren

Selbstbestimmtes Leben in der mediatisierten Welt: den Einfluss von digitaler Kommunikation auf eigenes Erleben und persönliche Erfahrungen wahrnehmen und reflektieren; den medialen Einfluss auf Alltag und soziale Beziehungen sowie Kultur und Politik wahrnehmen, analysieren und beurteilen, damit verbundene Chancen und Risiken erkennen; Unterschiede zwischen unmittelbaren persönlichen Erfahrungen und solchen in „digitalen Welten“ identifizieren und auch im „online-Modus“ ethisch verantwortungsvoll handeln; einen selbstbestimmten Umgang mit sozialen Netzwerken im Spannungsfeld zwischen Wahrung der Privatsphäre und Teilhabe an einer globalisierten Öffentlichkeit praktizieren; in der mediatisierten Welt eigene Interessen und Bedürfnisse wahrnehmen

2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen des Faches

2.1 Beitrag des Faches zur Bildung

Die naturwissenschaftlichen Fächer befassen sich mit der kognitiv-instrumentellen Modellierung der Welt als einem Modus der Weltbegegnung und des Weltverstehens (vgl. Abschn. 1.1). Sie umfassen damit die empirisch erfassbare, in formalen Strukturen beschreibbare und durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.

Naturwissenschaftliche Bildung gehört zu den konstitutiven Bestandteilen unserer Kultur und umfasst grundlegende und spezifische Denkstrukturen und Sichtweisen, die eine differenzierte Betrachtung der natürlichen und technischen Umwelt in ihrer Beziehung zum Menschen ermöglicht. Sie befähigt die Lernenden, ihre Umwelt in einer naturwissenschaftlichen Perspektive zu erschließen und in ihr reflektiert zu handeln. Naturwissenschaftliche Bildung ist daher eine Voraussetzung für die aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung. Sie leistet einen essentiellen Beitrag für die persönliche Entwicklung des Einzelnen und kann anschlussfähige Grundlagen für ein berufs- bzw. studiumbezogenes Lernen sowie Perspektiven für den späteren Werdegang eröffnen. In der gymnasialen Oberstufe beinhaltet die naturwissenschaftliche Bildung das Verständnis für den Vorgang der Abstraktion und Idealisierung, die Fähigkeit zu empirisch begründeten Schlussfolgerungen, eine Sicherheit im Umgang mit Kalkülen, Einsichten in die Mathematisierung von Sachverhalten und die Besonderheiten naturwissenschaftlicher Methoden, Entwicklung von Modellvorstellungen und deren Anwendung auf die belebte und unbelebte Natur sowie das Verständnis naturwissenschaftlicher Theorien in ihrer Funktion der Beschreibung und Erklärung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge.

Als wesentliche Grundlage technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Entwicklungen eröffnet die Chemie Möglichkeiten für die Gestaltung unserer Lebenswelt und somit zur Verbesserung unserer Lebensqualität. Chemische Erkenntnisse, Methoden und Anwendungsbereiche sind infolgedessen integraler Bestandteil einer fundierten naturwissenschaftlichen Grundbildung. Diese kann hilfreich sein sowohl in der Bewältigung der eigenen selbstgestalteten Lebenssituation als auch bei der Suche nach Lösungsansätzen bezogen auf die globalen Probleme der Menschheit.

Im Fach Chemie gewinnen die Lernenden auf verschiedenen Ebenen strukturierte Kenntnisse über und Einsichten in die stoffliche Welt und die Gesetzmäßigkeiten der Umwandlung von Stoffen. Sie befassen sich daher mit folgenden Aspekten, welche die chemiebezogene Perspektive beschreiben:

- Stoffe, ihre strukturellen Merkmale, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten
- chemische Reaktionen und deren teilchenbezogene Aspekte
- Arbeitsweisen in der Chemie
- Zusammenhänge zwischen Chemie, Lebenswelt und Gesellschaft

Lernen im Fach Chemie wird im Sinne einer Kompetenzentwicklung als aktiver Prozess verstanden, in dem die Lernenden zu einem vertieften Verständnis von chemischen Grundlagen, Zusammenhängen und komplexen Erscheinungen einschließlich ihrer Bedeutungen für ein umfassendes Weltverständnis gelangen. Dabei ordnen sie in einem reflexiven Prozess Neues in bestehende und erweiterbare Strukturen ein und wenden ihre sich fortlaufend wei-

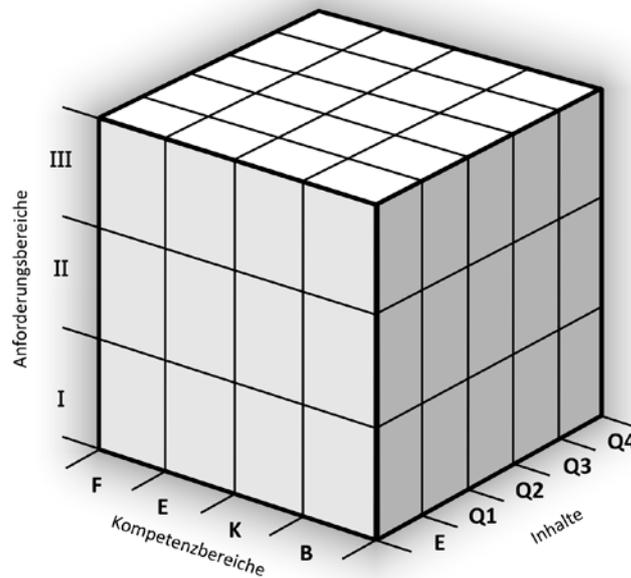
terentwickelnden Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Klärung von chemiebezogenen Sachverhalten und Problemen an. Folglich ist im Chemieunterricht der Erwerb überfachlicher Kompetenzen (vgl. Abschn. 1.2) und allgemeiner fachlicher Kompetenzen (vgl. Abschn. 3.2) ein ebenso wesentliches Anliegen, wie die Betrachtung exemplarischer Gegenstände (vgl. Abschn. 3.3) unter verschiedenen Sichtweisen (vgl. Abschn. 3.2). Das Unterrichtsfach Chemie darf daher insgesamt nicht als Abbild der Fachwissenschaft verstanden werden. Vielmehr besitzt es eine wissenschaftspropädeutische Funktion und leistet einen Beitrag zur Einführung in Denk- und Arbeitsweisen empirischer Wissenschaften. Es ermöglicht den Lernenden eine Orientierung in chemiebezogenen Berufsfeldern und bietet ihnen Grundlagen für ein anschlussfähiges studien- und / oder ausbildungsorientiertes Lernen.

Fachübergreifende und fächerverbindende Fragestellungen und Probleme eröffnen im Lernprozess ein Lernen in größeren Sinnzusammenhängen unter Rückgriff auf die verschiedenen Modi der Weltbegegnung und des Weltverstehens (vgl. Abschn. 1.1).

2.2 Kompetenzmodell

Das Kompetenzmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern umfasst wesentliche Kernbereiche der fachspezifischen Unterrichtsgegenstände und unterstützt die Übersetzung von Bildungszielen in Unterrichtsvorhaben und in Aufgabenstellungen für Prüfungen. Es stellt somit ein Bindeglied zwischen Bildungszielen und Aufgaben im Unterricht bzw. in Prüfungssituationen dar. Die Unterscheidung von drei Dimensionen ist sowohl bei der Konstruktion neuer als auch bei der Analyse gegebener Aufgaben hilfreich. Im Kompetenzmodell der naturwissenschaftlichen Fächer wird unterschieden zwischen

- den **Kompetenzbereichen** (Abschn. 2.3 und 3.2), die wesentliche Bereiche naturwissenschaftsbezogenen Arbeitens und Reflektierens beschreiben,
- den **Inhalten** (Abschn. 3.3), die sich auf spezifische inhaltliche Bereiche der jeweiligen Naturwissenschaft beziehen und in Themenfelder gegliedert sind, sowie
- den **Anforderungsbereichen**, die den kognitiven Anspruch an kompetenzbezogene Tätigkeiten ausweisen.



Kompetenzmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern

Die **Kompetenzbereiche** sind in Teilbereiche gegliedert (vgl. Abschn. 2.3). Für jeden Teilbereich werden abschlussbezogene Bildungsstandards in Form von Regelstandards (vgl. Abschn. 3.2) angegeben.

Die **Inhalte** sind in Themenfeldern gefasst, welche den inhaltlichen Kern der jeweiligen Kurshalbjahre (vgl. Abschn. 3.3) bilden. Für die Einführungsphase werden die Themen der beiden Kurshalbjahre zusammengefasst. Für die Qualifikationsphase sind die angegebenen Themen zeitlich konkreten Kurshalbjahren zugeordnet. Innerhalb der Themenfelder der Qualifikationsphase ist eine Niveaudifferenzierung in Grund- und Leistungskurs im Rahmen der inhaltlichen Angaben ausgewiesen. Zudem sind für die Kurshalbjahre verbindliche Bezüge zu den Basiskonzepten (vgl. Abschn. 2.4) herzustellen.

Die **Anforderungsbereiche** dienen dazu, den kognitiven Anspruch an kompetenzbezogene Tätigkeiten der Lernenden in Prüfungsaufgaben, wie z. B. in den mündlichen und schriftlichen Abiturprüfungen oder den schriftlichen Leistungsnachweisen, möglichst differenziert zu erfassen.

2.3 Kompetenzbereiche

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt in den Fächern Biologie, Chemie und Physik nach ähnlichen Prinzipien. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten in den Naturwissenschaften zu geben, sind die Kompetenzbereiche, ihre Teilbereiche und die zugehörigen Bildungsstandards in den Fächern Biologie, Chemie und Physik gleichlautend formuliert. Die Bildungsstandards sind fachspezifisch zu interpretieren. Vervollständigt und konkretisiert werden die Angaben daher ggf. durch weitere fachspezifische Beschreibungen in den Teilbereichen, die für das jeweilige Fach charakteristische Aspekte erfassen und somit das fachliche Profil verdeutlichen.

Ausrichtung und Benennung der Kompetenzbereiche und Teilbereiche greifen die Gliederung aus den Kerncurricula der naturwissenschaftlichen Fächer für die Sekundarstufe I¹ auf und entwickeln diese spezifisch für die gymnasiale Oberstufe weiter. Dabei werden die Vorgaben der „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA) für die Fächer Biologie, Chemie und Physik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i. d. F. vom 05.02.2004) zugrunde gelegt.

In der gymnasialen Oberstufe erfolgt der Kompetenzerwerb der Lernenden aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Die in Abschnitt 3.2 aufgeführten Bildungsstandards (allgemeine fachliche Kompetenzen) sind abschlussbezogen formuliert. Damit Lernende diese verbindlichen Könnenserwartungen erfüllen können, ist der fachbezogene Kompetenzerwerb über die gesamte Lernzeit der gymnasialen Oberstufe zu fördern.

Insgesamt sind die Bildungsstandards so formuliert, dass sie bezüglich der konkreten Lerninhalte variabel interpretiert werden können. In Lern- und Prüfungssituationen ist die inhaltliche Anbindung der Kompetenzen entsprechend dem Kompetenzmodell (vgl. Abschn. 2.2) durch die ausgewiesenen Inhalte der Kurshalbjahre (vgl. Abschn. 3.3) gegeben.

Unterschiedliche Anforderungen in den Bildungsstandards für den Grundkurs und den Leistungskurs ergeben sich durch die in Abschnitt 3.3 genannten Aspekte und vertiefenden Inhalte in den Themenfeldern.

Es ist weder möglich noch beabsichtigt, die Bildungsstandards scharf voneinander abzugrenzen. Vielmehr ist es charakteristisch für naturwissenschaftliches Arbeiten, dass mehrere Kompetenzen im Verbund benötigt werden. Sie werden in ihrer Gesamtheit von den Lernenden in aktiver Auseinandersetzung mit vielfältigen fachlichen Inhalten erworben, welche in Abschnitt 3.3 für die Kurshalbjahre beschrieben sind und fachübergreifende sowie fächerverbindende Aspekte berücksichtigen.

Die folgende Tabelle stellt die in den naturwissenschaftlichen Fächern einheitlichen Kompetenzbereiche und Teilbereiche (diese mit Kennziffern versehen) im Überblick dar.

¹ Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I / Gymnasium. Chemie

Kompetenzbereiche	Teilbereiche	
Erarbeitung und Anwendung fachlicher Kenntnisse	F1	fachliche Kenntnisse konzeptbezogen darstellen, strukturieren und vernetzen
	F2	naturwissenschaftliche Definitionen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien erarbeiten und anwenden
Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden	E1	naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, durchführen, auswerten und Ergebnisse interpretieren
	E2	naturwissenschaftliche Modelle erarbeiten und in ihren Gültigkeitsbereichen anwenden
	E3	den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung reflektieren und die Naturwissenschaften als wissenschaftliche Disziplin charakterisieren
Kommunikation in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen	K1	Informationen zu naturwissenschaftlichen Zusammenhängen erschließen
	K2	naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte dokumentieren und präsentieren
	K3	fachlich kommunizieren und argumentieren
Bewertung und Reflexion	B1	fachbezogene Sachverhalte in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen sachgerecht beurteilen und bewerten
	B2	naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte unter Berücksichtigung persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte reflektieren

Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der gymnasialen Oberstufe und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts (vgl. § 7 Abs. 7 OAVO²). In diesem Zusammenhang gilt es insbesondere auch, die Kompetenzbereiche der Fächer zu verbinden und dabei zugleich die Dimensionen überfachlichen Lernens sowie die besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben, erfasst in Aufgabengebieten (vgl. § 6 Abs. 4 HSchG), zu berücksichtigen. So können Synergiemöglichkeiten ermittelt und genutzt werden. Für die Lernenden ist diese Vernetzung zugleich Voraussetzung und Bedingung dafür, Kompetenzen in vielfältigen und vielschichtigen inhaltlichen Zusammenhängen und Anforderungssituationen zu erwerben.

Damit sind zum einen Unterrichtsvorhaben gemeint, die mehrere Fächer gleichermaßen betreffen und unterschiedliche Zugangsweisen der Fächer integrieren. So lassen sich z. B. in

² Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung

Projekten – ausgehend von einer komplexen problemhaltigen Fragestellung – fachübergreifend und fächerverbindend und unter Bezugnahme auf die drei herausgehobenen überfachlichen Dimensionen komplexere inhaltliche Zusammenhänge und damit Bildungsstandards aus den unterschiedlichen Kompetenzbereichen der Fächer erarbeiten (vgl. Abschn. 1.3). Zum anderen können im Fachunterricht Themenstellungen bearbeitet werden, die – ausgehend vom Fach und einem bestimmten Themenfeld – auch andere, eher benachbarte Fächer berühren. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

2.4 Strukturierung der Fachinhalte

Die Fachinhalte sind in Themen der Kurshalbjahre und Themenfelder strukturiert und nehmen Bezug auf Basiskonzepte. Basiskonzepte beschreiben themenverbindende, übergeordnete Regeln, Prinzipien und Erklärungsmuster, um vielfältige fachliche Sachverhalte sinnvoll einordnen und vernetzen zu können. Sie können einen systematischen Wissensaufbau unter fachlicher und lebensweltlicher Perspektive begünstigen. Mit ihrer Hilfe sind die Lernenden in der Lage, detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge einzuordnen. Sie bieten den Lernenden eine Orientierung in einer Welt mit ständig neuen Erkenntnissen und Herausforderungen.

Die Basiskonzepte werden aus den einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Chemie (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004) übernommen. Sie sind anschlussfähig an die Basiskonzepte und Inhaltsfelder der Sekundarstufe I.³

Im Fach Chemie werden folgende Basiskonzepte unterschieden:

- **Stoff-Teilchen-Konzept**
- **Struktur-Eigenschafts-Konzept**
- **Donator-Akzeptor-Konzept**
- **Energiekonzept**
- **Gleichgewichtskonzept**

Im folgenden Abschnitt werden die Basiskonzepte näher erläutert und neben einer fachlichen Beschreibung exemplarisch Anwendungssituationen aufgeführt. Weiterhin werden zu jedem Basiskonzept Kurshalbjahre benannt, in denen das jeweilige Basiskonzept vertiefend zu erarbeiten ist.

Insgesamt sollen die Basiskonzepte im Unterricht transparent und präsent sein, um ein tragfähiges Gerüst für Wissensnetze aufzubauen und bereitstellen zu können.

³ Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I / Gymnasium. Chemie

Stoff-Teilchen-Konzept

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

Charakteristisch für das Stoff-Teilchen-Konzept ist die Herstellung einer wechselseitigen Beziehung zwischen makroskopischer und submikroskopischer Sicht. Die Stoffebene umfasst Phänomene und Beschreibungen von Stoffen sowie Stoff- und Energieänderungen, die mit Sinnen und Geräten erfasst werden können. Zugehörige Deutungen und Erklärungen auf Teilchenebene beinhalten Aussagen über Atome, Ionen und Moleküle sowie die Anordnung dieser Teilchen in Verbindung mit Modellen und Modellvorstellungen.

Das Stoff-Teilchen-Konzept weist Überschneidungen mit allen weiteren Basiskonzepten auf. Es ist grundlegender Bestandteil der Denk- und Arbeitsweise im Fach Chemie und wird daher in allen Kurshalbjahren weiterentwickelt.

Struktur-Eigenschafts-Konzept

Struktur-Eigenschafts-Beziehungen können auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen gedeutet werden. Sie stellen einen Schlüssel zum Verständnis der Vielfalt der Materie und ihrer potenziellen Veränderung dar.

In diesem Basiskonzept werden die Bezüge zwischen den atomaren Strukturen (Art, Aufbau, Anordnung, zwischenmolekulare Kräfte) und den beobachteten Eigenschaften und Reaktionen der Stoffe hergestellt. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Darstellung und Beschreibung chemischer Strukturen mit differenzierten Modellvorstellungen.

Schwerpunkte in Jahresthemen bzw. Themen der Kurshalbjahre:

E1/E2 – Redoxreaktionen, Protolysereaktionen und ausgewählte organische Verbindungen

Q1 – Stoffgruppen in der organischen Chemie

Q2 – Naturstoffe und Synthesechemie

Donator-Akzeptor-Konzept

Dieses Basiskonzept richtet den Blick auf ein vertieftes Verständnis chemischer Reaktionen auf der Teilchenebene. Ein großer Teil dieser Reaktionen basiert auf einem gemeinsamen Grundprinzip. An einer Reaktion beteiligte Teilchen (Atome, Ionen oder Moleküle) bzw. funktionelle Gruppen können anhand ihrer Reaktionsweise als Donator bzw. Akzeptor charakterisiert werden. Bezogen auf die jeweilige Reaktion liegt der Fokus auf der gleichzeitigen Abgabe und Aufnahme von z. B. Protonen, Elektronen oder auch Elektronenpaaren durch die jeweiligen Teilchen bzw. funktionellen Gruppen. So lassen sich beispielsweise Säure-Base- und Redoxreaktionen als Protonen- bzw. Elektronenübergänge beschreiben. Zudem lässt sich dieses Basiskonzept auch auf Reaktionsmechanismen übertragen.

Schwerpunkte in Jahresthemen bzw. Themen der Kurshalbjahre:

E1/E2 – Redoxreaktionen, Protolysereaktionen und ausgewählte organische Verbindungen

Q1 – Stoffgruppen in der organischen Chemie

Q3 – Das chemische Gleichgewicht

Energiekonzept

Chemische Reaktionen sind in der Regel mit einem Energieumsatz verbunden. Das Basis-konzept Energie befasst sich mit dem Energiegehalt von Stoffen und dem Austausch von Energie. Mit Hilfe dieses Konzeptes können Vorhersagen über den Ablauf und die Richtung von chemischen Reaktionen getroffen werden. Außerdem können äußere Einflüsse auf chemische Reaktionen diskutiert werden. Dies ermöglicht es z. B., technische Prozesse zu beurteilen und schafft eine Grundlage, um mögliche Verbesserungen der Abläufe zu disku-tieren.

Schwerpunkte in Jahresthemen bzw. Themen der Kurshalbjahre:

E1/E2 – Redoxreaktionen, Protolysereaktionen und ausgewählte organische Verbindungen

Q2 – Naturstoffe und Synthesechemie

Q3 – Das chemische Gleichgewicht

Gleichgewichtskonzept

Chemische Reaktionen sind prinzipiell umkehrbar. Reversible chemische Reaktionen können zu einem Gleichgewichtszustand führen.

Dieses Basiskonzept unterstützt ein Verständnis für den Antrieb und die Steuerung chemi-scher Vorgänge. Es richtet den Blick auf den zeitlichen Verlauf und die Ausbeute chemischer Reaktionen. Das Massenwirkungsgesetz und das Prinzip des kleinsten Zwangs (nach Le Chatelier) bilden die Basis für Überlegungen und Planungen zum Verlauf chemischer Reak-tionen in Natur, Alltag und Technik.

Schwerpunkte in Jahresthemen bzw. Themen der Kurshalbjahre:

Q1 – Stoffgruppen in der organischen Chemie

Q2 – Naturstoffe und Synthesechemie

Q3 – Das chemische Gleichgewicht

3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte

3.1 Einführende Erläuterungen

Nachfolgend werden die am Ende der gymnasialen Oberstufe erwarteten fachlichen Kompetenzen in Form von Bildungsstandards, gegliedert nach Kompetenzbereichen (Abschn. 3.2), sowie die verbindlichen Unterrichtsinhalte (Abschn. 3.3), thematisch strukturiert in Kurshalbjahre und Themenfelder, aufgeführt. Diese sind durch verbindlich zu bearbeitende inhaltliche Aspekte konkretisiert und durch ergänzende Erläuterungen didaktisch fokussiert.

Im Unterricht werden Bildungsstandards und Themenfelder so zusammengeführt, dass die Lernenden in unterschiedlichen inhaltlichen Kontexten die Bildungsstandards – je nach Schwerpunktsetzung – erarbeiten können. Mit wachsenden Anforderungen an die Komplexität der Zusammenhänge und kognitiven Operationen entwickeln sie in entsprechend gestalteten Lernumgebungen ihre fachlichen Kompetenzen weiter.

Die Themenfelder bieten die Möglichkeit – im Rahmen der Unterrichtsplanung didaktisch-methodisch aufbereitet – jeweils in thematische Einheiten umgesetzt zu werden. Zugleich lassen sich, themenfeldübergreifend, inhaltliche Aspekte der Themenfelder, die innerhalb eines Kurshalbjahres vielfältig miteinander verschränkt sind und je nach Kontext auch aufeinander aufbauen können, in einen unterrichtlichen Zusammenhang stellen.

Themenfelder und inhaltliche Aspekte sind über die Kurshalbjahre hinweg so angeordnet, dass im Verlauf der Lernzeit – auch Kurshalbjahre übergreifend – immer wieder Bezüge zwischen den Themenfeldern hergestellt werden können. In diesem Zusammenhang bieten die Basiskonzepte (vgl. ausführliche Darstellung in Abschn. 2.4) Orientierungshilfen, um fachliches Wissen zu strukturieren, anschlussfähig zu machen und zu vernetzen. In der Einführungsphase der naturwissenschaftlichen Fächer sind die Themenfelder zu einem Jahresthema zusammengefasst.

Die Bildungsstandards sind für die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik gleichlautend formuliert. Dabei können die Orientierung gebenden Beschreibungen der Bildungsstandards fachspezifische Ergänzungen enthalten. Die Bildungsstandards sind nicht nach Kursen auf grundlegendem Niveau (Grund- und Leistungskurs) und auf erhöhtem Niveau (Leistungskurs) differenziert.

In den Kurshalbjahren der Qualifikationsphase werden die Fachinhalte nach grundlegendem Niveau (Grundkurs und Leistungskurs) und erhöhtem Niveau (Leistungskurs) unterschieden. Die jeweils fachbezogenen Anforderungen, die an Lernende in Grund- und Leistungskurs gestellt werden, unterscheiden sich wie folgt: „Grundkurse vermitteln grundlegende wissenschaftspropädeutische Kenntnisse und Einsichten in Stoffgebiete und Methoden, Leistungskurse exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Verständnis und erweiterte Kenntnisse“ (§ 8 Abs. 2 OAVO).

Im Unterricht ist ein Lernen in Kontexten anzustreben. Lernen in Kontexten bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis der Forschung, technische und gesellschaftliche Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Lernenden den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Geeignete Kontexte beschreiben Situationen mit Problemen, deren Relevanz für die Lernenden erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können.

3.2 Bildungsstandards

Kompetenzbereich: Erarbeitung und Anwendung fachlicher Kenntnisse (F)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- F1** ■ Die Lernenden können fachliche Kenntnisse konzeptbezogen darstellen, strukturieren und vernetzen.

Die Lernenden erarbeiten Fachwissen und strukturieren dieses anhand fachspezifischer Basiskonzepte. Mit ihrer Hilfe erarbeiten sich die Lernenden Zugänge und Erklärungsmöglichkeiten zu Themen, Problemen und Fragestellungen und ordnen detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge ein. Dabei vernetzen sie fachliche, kurshalbjahresübergreifende und fachübergreifende Sachverhalte.

Im Fach Chemie nutzen die Lernenden Basiskonzepte, um Stoffe und deren Reaktionen zu charakterisieren, zu klassifizieren und zu systematisieren sowie Zusammenhänge zwischen qualitativen und quantitativen Veränderungen darzustellen und zu erläutern.

- F2** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftliche Definitionen, Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien erarbeiten und anwenden.

Die Lernenden beschreiben und analysieren naturwissenschaftliche Sachverhalte und Probleme. Sie entwickeln problembezogene Lösungsstrategien und Erklärungen unter Einbezug von naturwissenschaftlichen Definitionen, Regeln, Prinzipien, Gesetzmäßigkeiten und Theorien. Diese werden von ihnen auf Gültigkeit und Anwendbarkeit im konkreten Fall geprüft, als Grundlage für Prognosen genutzt und zur Klärung naturwissenschaftlicher Phänomene und Sachzusammenhänge herangezogen.

Im Fach Chemie vergleichen, analysieren und erläutern die Lernenden Zusammenhänge zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung von Stoffen und deren Reaktionen. Dabei leiten sie begründet Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe auf Basis chemischer Strukturen und Gesetzmäßigkeiten ab bzw. schließen von den Eigenschaften von Stoffen auf chemische Strukturen bzw. Strukturmerkmale. Sie wenden Kenntnisse über Merkmale, Verlauf und Bedingungsabhängigkeit chemischer Reaktionen an. Zudem vernetzen sie ihre Kenntnisse im Fach Chemie auch mit ihren Kenntnissen in anderen Fächern.

Kompetenzbereich: Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (E)

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- E1** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftliche Untersuchungen planen, durchführen, auswerten und Ergebnisse interpretieren.

Die Lernenden entwickeln Fragestellungen zu Phänomenen oder Vorgängen. Sie formulieren Hypothesen, planen Untersuchungen zu deren Prüfung oder vollziehen Untersuchungen nach. Dabei wählen sie geeignete Arbeitstechniken und Methoden

aus, wenden diese an und beziehen qualitative und quantitative Aspekte mit ein. Vorliegende oder ermittelte Daten und Beobachtungen werten sie unter Beachtung möglicher Fehlerquellen aus. Sie protokollieren Untersuchungen sach- und fachgerecht.

Im Fach Chemie führen die Lernenden qualitative und quantitative Untersuchungen zum Nachweis von Stoffen und ihren Strukturmerkmalen durch. Sie planen ausgewählte chemische Reaktionen wie z. B. Synthesen und Analysen und führen diese unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch.

- E2** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftliche Modelle erarbeiten und in ihren Gültigkeitsbereichen anwenden.

Die Lernenden entwickeln Modelle bzw. verändern bestehende Modelle, um komplexe Sachverhalte darzustellen, Phänomene und Vorgänge zu erklären und naturwissenschaftliche Fragen zu untersuchen. Sie verwenden geeignete Modelle, um Prognosen in einem definierten Bereich abzuleiten und diese zu diskutieren. Weiterhin erläutern sie Funktionen und Eigenschaften naturwissenschaftlicher Modelle und prüfen diese hinsichtlich ihrer Anwendungsbereiche und Grenzen.

Im Fach Chemie setzen die Lernenden Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage chemischer Sachverhalte und Vorgänge auch in formalisierter oder mathematischer Form ein. Sie interpretieren mit ihnen chemische Reaktionen auf Teilchenebene.

- E3** ■ Die Lernenden können den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung reflektieren und die Naturwissenschaften als wissenschaftliche Disziplin charakterisieren.

Die Lernenden hinterfragen den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess sowie den Erkenntniswert naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden und Ergebnisse. Dabei betrachten sie die jeweiligen Untersuchungen kritisch. Dies schließt die jeweiligen Rahmenbedingungen für Forschung ein. Sie zeigen, dass naturwissenschaftliche Forschung auch von persönlichen Motiven und gesellschaftlichen Interessen geleitet ist. In diesem Zusammenhang reflektieren die Lernenden die Arbeits- bzw. Vorgehensweise in den Naturwissenschaften, die mit ihnen verbundene spezifische Weltanschauung sowie den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Die Lernenden zeigen an Beispielen, dass sich aus Entdeckungen neue Fragen und Hypothesen ergeben können. Sie entwickeln ein Verständnis dafür, dass Modelle und Theorien immer auf dem Wissensstand ihrer Zeit beruhen und ständig aufgrund neuer Erkenntnisse überprüft und gegebenenfalls modifiziert werden müssen.

Im Fach Chemie erkennen die Lernenden, dass im Sinne eines Spiralcurriculums bekannte Modelle und Vorstellungen zur Erklärung bestimmter Phänomene nicht mehr ausreichen und deshalb erweitert oder auch widerlegt werden müssen, um bestimmte Phänomene bzw. Beobachtungen erklären zu können.

Kompetenzbereich: Kommunikation in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen (K)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- K1** ■ Die Lernenden können sich Informationen zu naturwissenschaftlichen Zusammenhängen erschließen.

Die Lernenden recherchieren zielgerichtet naturwissenschaftliche Sachverhalte. Dabei suchen und beschaffen sie sich Informationen aus geeigneten Quellen zu konkreten naturwissenschaftlichen Fragen, Problemen und Sachverhalten.

Die Lernenden untersuchen Quellen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Beantwortung der Ausgangsfrage auf Glaubwürdigkeit und Plausibilität.

Informationen aus Quellen werten die Lernenden aus und verknüpfen diese zielgerichtet. Dabei überarbeiten und strukturieren sie Informationen, um sie gezielt weiter nutzen zu können. Dies schließt auch den Vergleich von Quellen aus unterschiedlichen Blickwinkeln ein.

- K2** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte dokumentieren und präsentieren.

Die Lernenden stellen naturwissenschaftsbezogene Informationen und Sachverhalte einschließlich ihrer Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht dar und geben sie adressatenbezogen weiter. Dabei bedienen sie sich angemessener mathematischer und veranschaulichender Gestaltungsmittel. In diesem Zusammenhang setzen sie Darstellungsformen und Medien, wie z. B. Texte, Tabellen, Graphen, Diagramme, Skizzen und Zeichnungen, fachgerecht ein. Mit ihnen beschreiben, protokollieren und dokumentieren sie anschaulich, sachlich, objekt- und zielorientiert fachbezogene Sachverhalte und Abläufe. Sie verwenden in ihren mündlichen und schriftlichen Darstellungen bzw. Präsentationen eine adressaten- und sachgerechte Fachsprache, Gliederung und Verknüpfung einzelner Informationen.

Im Fach Chemie bedienen die Lernenden sich dabei insbesondere spezifischer Darstellungsformen zum Aufbau von Stoffen und deren Reaktionen, z. B. Aufbau von Atomen, Ionen und Molekülen sowie deren Verbände. Chemische Reaktionen und Prozesse präsentieren sie in Form von Reaktionsgleichungen, Reaktionsmechanismen und schematischen Skizzen auf Teilchenebene.

- K3** ■ Die Lernenden können fachlich kommunizieren und argumentieren.

Die Lernenden diskutieren naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der jeweiligen Fachsprache. Dabei formulieren sie Argumente, die Belege, Begründungen und Schlussfolgerungen enthalten. Sie strukturieren Argumentationsprozesse, indem sie in Diskussionen und Diskursen mehrere Argumente in einer logischen und fachlich korrekten Reihenfolge darstellen, und berücksichtigen unterschiedliche Positionen, Gegenargumente und Beispiele. Die Fachsprache setzen sie in diesem Zusammenhang zielgerichtet und adressatenbezogen ein. Dies schließt die korrekte Verwendung von Symbolen, Zeichen und Fachbegriffen ein.

Kompetenzbereich: Bewertung und Reflexion (B)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- B1** ■ Die Lernenden können fachbezogene Sachverhalte in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen sachgerecht beurteilen und bewerten.

Die Lernenden leiten anhand von Kriterien auf Basis fachlicher Kenntnisse naturwissenschaftliche Sachurteile ab, begründen diese mit Hilfe fachlicher Argumente und bewerten deren Gültigkeit. Dabei wählen, verknüpfen und deuten sie Sachverhalte innerhalb eines naturwissenschaftlichen Bezugsrahmens. Die Sachurteile weisen sich durch fachliche Angemessenheit und innere Stimmigkeit von Argumenten aus. Die Lernenden entwickeln fachlich begründete Vorschläge zur Erklärung von Sachverhalten und zur Lösung von Problemen. Sie analysieren und reflektieren Sachurteile und prüfen sie hinsichtlich fachlicher Richtigkeit.

Im Fach Chemie beurteilen und bewerten die Lernenden chemische Sachverhalte aus Technik, Natur und Alltag mithilfe fachspezifischer Kriterien. Sie reflektieren den Einsatz und die Wirkung chemischer Stoffe im Rahmen fachbezogener Anwendungen anhand ihrer Eigenschaften. Zudem beurteilen sie den Verlauf chemischer Reaktionen. Dabei analysieren, interpretieren und diskutieren sie Auswirkungen unterschiedlicher Reaktionsbedingungen auch im Hinblick auf Nebenreaktionen.

- B2** ■ Die Lernenden können naturwissenschaftsbezogene Sachverhalte unter Berücksichtigung persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte reflektieren.

Die Lernenden erörtern Problemsituationen unter Einbezug naturwissenschaftlicher Kenntnisse aus verschiedenen Perspektiven. Solche sind z. B. persönliche, gesellschaftliche, ethische oder ökologische und ökonomische Sichtweisen und Standpunkte. Dabei ordnen sie Werte und Normen zu.

Die Lernenden entwickeln kriteriengeleitet Handlungsoptionen und stellen aus unterschiedlichen Perspektiven Vor- und Nachteile sowie Chancen und Risiken verschiedener Handlungsoptionen gegenüber. Dabei beziehen sie Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge ein. Sie nutzen im Bewertungsprozess adäquate Entscheidungsstrategien und reflektieren Entscheidungen hinsichtlich ihrer Folgen und Konsequenzen auch in Dilemmasituationen. Dies schließt das Diskutieren der Folgen und Konsequenzen von Handlungen bzw. Handlungsoptionen aus Sicht unterschiedlicher Interessengruppen und Perspektiven sowie eine Reflexion des Entscheidungsprozesses ein.

Im Fach Chemie legen die Lernenden mit Bezug auf ausgewählte Anwendungen sozio-ökonomische und ökologische Auswirkungen chemisch-technischer Anwendungen und Entwicklungen dar und bewerten diese mit dem Blick auf die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung. Dabei erörtern und bewerten sie z. B. Verfahren zur Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen oder erkennen und beschreiben die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der angewandten Chemie für Ernährungssicherheit, Energieversorgung, Werkstoffproduktion sowie Informations- und Biotechnologie.

3.3 Kurshalbjahre und Themenfelder

Dem Unterricht in der **Einführungsphase** kommt mit Blick auf den Übergang in die Qualifikationsphase eine Brückenfunktion zu. Zum einen erhalten die Lernenden die Möglichkeit, das in der Sekundarstufe I erworbene Wissen und Können zu festigen und zu vertiefen bzw. zu erweitern (Kompensation) sowie Neigungen und Stärken zu identifizieren, um auf die Wahl der Grundkurs- und Leistungskursfächer entsprechend vorbereitet zu sein. Zum anderen werden die Lernenden an das wissenschaftspropädeutische Arbeiten herangeführt. Damit wird eine solide Ausgangsbasis geschaffen, um in der Qualifikationsphase erfolgreich zu lernen. Die Themenfelder der Einführungsphase sind dementsprechend ausgewählt und bilden die Basis für die Qualifikationsphase.

In der **Qualifikationsphase** erwerben die Lernenden eine solide Wissensbasis sowohl im Fachunterricht als auch in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen und wenden ihr Wissen bei der Lösung zunehmend anspruchsvoller und komplexer Frage- und Problemstellungen an. Dabei erschließen sie Zusammenhänge zwischen Wissensbereichen und erlernen Methoden und Strategien zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Der Unterricht in der Qualifikationsphase zielt auf selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen und Arbeiten sowie auf die Weiterentwicklung der Kommunikationsfähigkeit; der Erwerb einer angemessenen Fachsprache ermöglicht die Teilhabe am fachbezogenen Diskurs. Durch die Wahl von Grund- und Leistungskursen ist die Möglichkeit gegeben, individuelle Schwerpunkte zu setzen und auf unterschiedlichen Anspruchsebenen zu lernen. Dementsprechend beschreiben die Bildungsstandards und die verbindlichen Themenfelder die Leistungserwartungen für das Erreichen der Allgemeinen Hochschulreife.

Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder

Einführungsphase

In der Einführungsphase sind die Themenfelder 1–3 verbindliche Grundlage des Unterrichts. Die „z. B.“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. In jedem Fall ist aber mindestens eines der verbindlichen Themenfelder im zweiten Kurshalbjahr zu bearbeiten. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – i. d. R. ca. 24 Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder zu bearbeiten.

Qualifikationsphase

Verbindliche Grundlage des Unterrichts sind in Kurshalbjahr Q1 die Themenfelder 1–3 und in den Kurshalbjahren Q2 und Q3 die Themenfelder 1 und 2. Ein weiteres Themenfeld je Kurshalbjahr in Q2 und Q3 wird durch Erlass verbindlich festgelegt. Im Hinblick auf die schriftlichen Abiturprüfungen können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen innerhalb dieser Themenfelder ausgewiesen werden. Im Kurshalbjahr Q4 sind zwei Themenfelder – ausgewählt durch die Lehrkraft – verbindliche Grundlage des Unterrichts. Die „z. B.“-Nennungen in den Themenfeldern dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich. Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden.

dermessen ableitet, kann die Reihenfolge frei gewählt werden. Für die Bearbeitung der verbindlichen Themenfelder sind etwa zwei Drittel der gemäß OAVO zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit – i. d. R. ca. 12 Unterrichtswochen – vorgesehen. In der verbleibenden Unterrichtszeit ist es möglich, Aspekte der verbindlichen Themenfelder zu vertiefen oder zu erweitern oder eines der nicht verbindlichen Themenfelder zu bearbeiten.

Differenzierung zwischen Grund- und Leistungskursen

Gemeinsames Ziel von Grund- und Leistungskursen in den naturwissenschaftlichen Fächern ist die Förderung und Entwicklung grundlegender Kompetenzen als Teil der Allgemeinbildung und Voraussetzung für Studium und Beruf. Daher werden für beide Kursarten gemeinsame Könnenserwartungen (vgl. Abschn. 3.2) in Form von Bildungsstandards formuliert. Diese Kompetenzen erfahren im Unterricht und in Prüfungen durch eine Verschränkung mit den nach Grund- und Leistungskurs differenzierten Inhalten (vgl. Abschn. 3.3) auch eine Differenzierung im Leistungsniveau. Ein exemplarisches Arbeiten lässt Zusammenhänge im Fach und über dessen Grenzen hinaus erkennbar werden.

Grundkurse führen im jeweiligen naturwissenschaftlichen Fach in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen ein. Sie machen dabei wesentliche Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen bewusst und erfahrbar. Der Unterricht in Grundkursen fördert durch lebensweltliche Bezüge Einsicht in die Bedeutung des Faches sowie durch schülerzentriertes und handlungsorientiertes Arbeiten die Selbstständigkeit der Lernenden.

Leistungskurse vertiefen zusätzlich die Inhalte, Modelle, Theorien und Arbeitsweisen, so dass die Komplexität und der Aspektreichtum des Faches deutlich werden. Der Unterricht ist auf eine Beherrschung der Arbeits- und Fachmethoden, deren selbstständige Anwendung, Übertragung und Reflexion sowie auf ein exemplarisch vertieftes wissenschaftspropädeutisches Arbeiten ausgerichtet. Leistungskurse zielen auf einen hohen Grad an Selbstständigkeit der Lernenden vor allem während des Experimentierens sowie des Erarbeitens fachlicher Kenntnisse und deren gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Bezügen.

Die Anforderungen im Leistungskurs unterscheiden sich daher nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ von denen im Grundkurs.

Dieser Unterschied wird deutlich

- im Umfang und Spezialisierungsgrad bezüglich des jeweiligen Fachwissens, der fachlichen Methoden sowie der Modell- und Theoriebildung,
- im Abstraktionsgrad von z. B. Modellen und Theorien sowie im Grad der Mathematisierung fachlicher Sachverhalte,
- im Anspruch und in der Differenziertheit der verwendeten Fach- und Symbolsprache,
- in der Komplexität der ausgewählten Inhalte und Kontexte sowie der Vernetztheit der Sachverhalte.

Übersicht über die Themen der Kurshalbjahre und die Themenfelder

Einführungsphase (E)

E1/E2 Redoxreaktionen, Protolysereaktionen und ausgewählte organische Verbindungen	
Themenfelder	
E.1	Redoxreaktionen
E.2	Protolysereaktionen
E.3	Einführung in die Chemie organischer Verbindungen
E.4	Erdöl und Erdgas – Brennstoffe in der Diskussion
E.5	Mobile Energiewandler

verbindlich: Themenfelder 1–3

Qualifikationsphase (Q)

Q1 Stoffgruppen in der organischen Chemie	
Themenfelder	
Q1.1	Kohlenwasserstoffe
Q1.2	Alkanole und Carbonylverbindungen
Q1.3	Alkansäuren und ihre Derivate
Q1.4	Seifen
Q1.5	Konservierungsstoffe

verbindlich: Themenfelder 1–3; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Q2 Naturstoffe und Synthesechemie	
Themenfelder	
Q2.1	Kohlenhydrate und Peptide
Q2.2	Grundlagen der Kunststoffchemie
Q2.3	Fette im Alltag
Q2.4	Organische Werkstoffe
Q2.5	Chemie der Aromaten

verbindlich: Themenfelder 1 und 2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 3–5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Q3 Das chemische Gleichgewicht	
Themenfelder	
Q3.1	Chemische Gleichgewichte und ihre Einstellung
Q3.2	Protolysegleichgewichte
Q3.3	Redoxgleichgewichte
Q3.4	Puffersysteme – Säure-Base-Puffer
Q3.5	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen

verbindlich: Themenfelder 1 und 2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 3–5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Q4 Wahlthemen aus der Chemie	
Themenfelder	
Q4.1	Farbstoffe – Grundlagen, Farbstoffgruppen und Färbeverfahren
Q4.2	Chemische Zusatzstoffe in Lebensmitteln
Q4.3	Komplexchemie
Q4.4	Nachhaltige Chemie am Beispiel eines modernen Waschmittels
Q4.5	Physikalische Methoden der Strukturaufklärung
Q4.6	Katalyse in Natur und Technik

verbindlich: zwei Themenfelder aus 1–6, ausgewählt durch die Lehrkraft

Im Zusammenhang der Bearbeitung der Themen der Kurshalbjahre und der Themenfelder des Faches lassen sich vielfältig Bezüge auch zu Themenfeldern anderer Fächer (innerhalb eines Kurshalbjahres) herstellen, um sich komplexeren Fragestellungen aus unterschiedlichen Fachperspektiven zu nähern. Auf diese Weise erfahren die Lernenden die Notwendigkeit und Wirksamkeit interdisziplinärer Kooperation und erhalten gleichzeitig Gelegenheit, ihre fachspezifischen Kenntnisse in anderen Kontexten zu erproben und zu nutzen. Dabei erwerben sie neues Wissen, welches die Fachdisziplinen verbindet. Dies bereitet sie auf den Umgang mit vielschichtigen und vielgestaltigen Problemlagen vor und fördert eine systemische Sichtweise. Durch fachübergreifende und fächerverbindende Themenstellungen können mit dem Anspruch einer stärkeren Lebensweltorientierung auch die Interessen und Fragestellungen, die junge Lernende bewegen, Berücksichtigung finden. In der Anlage der Themenfelder in den Kurshalbjahren sind – anknüpfend an bewährte Unterrichtspraxis – fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge jeweils mitgedacht. Dies erleichtert die Kooperation zwischen den Fächern und ermöglicht interessante Themenstellungen.

E1/E2 Redoxreaktionen, Protolysereaktionen und ausgewählte organische Verbindungen

Die Lernenden greifen Kenntnisse aus der Sekundarstufe I zum Aufbau von Atomen, Ionen und Molekülen sowie Vorstellungen zum räumlichen Bau von Stoffen und deren Eigenschaften auf und erweitern diese. Sie erkennen bei der Beschäftigung mit Protolyse- und Redoxreaktionen, dass die Vielfalt chemischer Reaktionen auf wenige übertragbare Grundprinzipien zurückgeführt werden kann. Dabei verwenden sie insbesondere das prinzipiell erweiterbare Donator-Akzeptor-Konzept als wichtige Strukturierungshilfe und erkennen die Analogie zwischen beiden Reaktionstypen. Ihre Kenntnisse über polare Bindungen und den Bau von Molekülen verhelfen den Lernenden zu einem tieferen Verständnis der Protonenübergänge. Dieses befähigt sie dazu, die Bedeutung beider Reaktionstypen in Technik und Alltag zu erkennen, in Teilen experimentell zu prüfen und zu bewerten.

Am Beispiel strukturell übersichtlicher Kohlenwasserstoffe gewinnen die Lernenden einen Eindruck davon, wie aus den überschaubaren Bindungsverhältnissen des Kohlenstoffatoms die strukturelle Vielfalt organischer Verbindungen entstehen kann. Mit Hilfe des Struktur-Eigenschafts-Konzepts und in Verbindung mit geeigneten Modellen stellen die Lernenden Bezüge zwischen der Molekülstruktur und den beobachtbaren Eigenschaften der Stoffe her. Sie erhalten an exemplarischen Beispielen einen ersten Einblick, wie funktionelle Gruppen physikalische Eigenschaften und chemische Reaktionen maßgeblich bestimmen. Die Lernenden erfahren anhand ausgewählter funktioneller Gruppen und homologer Reihen, wie die Vielfalt organischer Verbindungen geordnet und beschrieben werden kann. Insbesondere am Beispiel Ethanol erkennen und beschreiben die Lernenden die Relevanz und Bedeutung chemischer Kenntnisse im Zusammenhang von Fragen und Problemen, die persönliche und gesellschaftliche Aspekte betreffen. Auch Einblicke in aktuelle Forschungsgebiete, das Aufgreifen relevanter Umweltaspekte und die Auseinandersetzung mit Fragen zu Problemen der Grundstoff- und Energieversorgung sind für Lernende geeignet, die eigene und gesellschaftliche Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung zu erkennen und kritisch zu diskutieren.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas für die beiden Kurshalbjahre sind insbesondere das **Struktur-Eigenschafts-Konzept**, das **Donator-Akzeptor-Konzept** und das **Energiekonzept** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1–3

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

E.1 Redoxreaktionen (8 Wochen)

Aufgreifen von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I:

- erweiterter Redoxbegriff: Redoxreaktionen als Elektronenübergänge, Definition der Begriffe Oxidation, Reduktion, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel

Chemie

gymnasiale Oberstufe

- Begriffe auf Modellebene erklären: Aufbau einfacher Anionen und Kationen mit Hilfe des Bohrschen Atommodells, Oktettregel

Erweiterung und Vertiefung von Kenntnissen:

- Ermitteln einer verkürzten Redoxreihe der Metalle (Metallabscheidungen aus Metallsalzlösungen einschließlich der Kennzeichnung von Elektronendonator/-akzeptor-Paaren)
- Aufstellen von Reaktionsgleichungen unter Verwendung von Oxidationszahlen
- elektrochemische Spannungsquellen: grundlegender Aufbau und Funktionsprinzip an einem Beispiel

E.2 Protolysereaktionen (6 Wochen)

Aufgreifen von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I:

- Wiederholung der Namen und Summenformeln folgender anorganischer Säuren und deren Salze: Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, Salzsäure

Erweiterung und Vertiefung von Kenntnissen:

- Säure-Base-Theorie nach Brønsted: Säuren als Protonendonatoren, Basen als Protonenakzeptoren, Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen
- Anwenden der Säure-Base-Theorie nach Brønsted: Ionengleichung von Protolysereaktionen, Bildung von Oxoniumionen und Hydroxidionen
- Berechnungen: Masse, molare Masse, Stoffmenge und Konzentration von Lösungen
- Definition des Begriffes pH-Wert, Berechnung mit Hilfe der Konzentration an H_3O^+ -Ionen

E.3 Einführung in die Chemie organischer Verbindungen (10 Wochen)

Aufgreifen von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I:

- Elektronenpaarbindung, Elektronegativität, unpolare und polare Bindung
- Wasser als Dipolmolekül, Wasserstoffbrücken

Erweiterung und Vertiefung von Kenntnissen:

- qualitative Elementaranalyse: Kohlenstoff und Wasserstoff
- homologe Reihe der Alkane und Alkene: Nomenklatur, Isomerie, Darstellung in Strukturformeln, räumliche Struktur
- Reaktionen der Alkane und Alkene mit Brom im Vergleich einschließlich des Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution
- Einfluss der Van-der-Waals-Kräfte auf Schmelz- oder Siedetemperaturen bei Alkanen oder Alkenen, Löslichkeit in polaren und unpolaren Lösungsmitteln
- Ethanol: räumliche Struktur, Hydroxygruppe und deren Einfluss auf die Stoffeigenschaften, Wirkung von Ethanol im menschlichen Körper

E.4 Erdöl und Erdgas – Brennstoffe in der Diskussion

- Lagerstätten und Förderung: Erdöl als begrenzte Ressource, Förderverfahren und ihre Risiken für die Umwelt, geopolitische Aspekte
- Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl: Cracken, fraktionierte Destillation
- exemplarische Beispiele für Vorkommen und Bedeutung: Methan (z. B. Methanhydrat), Propan und Butan (z. B. LPG, Feuerzeugbenzin, Camping- und Autogas), Isooctan (z. B. Octanzahl)
- energetische Betrachtungen: Verbrennung ausgewählter Stoffe im Vergleich

E.5 Mobile Energiewandler

- Funktionsweise einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle: Vorgänge an den Elektroden, Wasserstoff als Energiespeicher, Gewinnung von Wasserstoff durch Elektrolyse (z. B. mittels Solarzellen)
- Lithium-Ionen-Akkumulator: Aufbau und Funktionsweise in vereinfachter Form
- Blei-Akkumulator: Aufbau, Funktionsweise in vereinfachter Form bezogen auf Blei-Ionen

Q1 Stoffgruppen in der organischen Chemie

Aliphatische Kohlenwasserstoffverbindungen (einschließlich der sich daraus ableitenden sauerstoffhaltigen Derivate) haben beispielsweise für die Ernährung des Menschen, zur Energiegewinnung, in biologischen Prozessen sowie durch die vielfältige Verwendung dieser Stoffe in der chemischen Produktion und der Industrie eine große Bedeutung. Die Lernenden erklären Auswirkungen funktioneller Gruppen auf physikalische Eigenschaften und Reaktionsverhalten organischer Stoffe. Sie greifen dabei das Struktur-Eigenschafts-Konzept auf und vertiefen es, indem sie Stoffklassen nach funktionellen Gruppen identifizieren und ordnen. In diesem Zusammenhang erweitern die Lernenden auch das Donator-Akzeptor-Konzept um Kenntnisse zu Reaktionen zwischen nucleophilen und elektrophilen Teilchen.

Anhand von Reaktionsmechanismen entwickeln die Lernenden eine vertiefte Vorstellung vom Ablauf chemischer Reaktionen. Ihre Kenntnisse hierzu wirken auch in Kurshalbjahr Q3 im Rahmen des Gleichgewichtskonzepts daran mit, ein tragfähiges Wissensnetz zu knüpfen.

Den Lernenden werden Grenzen bisheriger Bindungsmodelle bewusst, indem sie sich z. B. mit der Acidität von Carbonsäuren, der Stabilität des Carboxylations oder (im Leistungskurs) mit dem besonderen Reaktionsverhalten aromatischer Verbindungen befassen. In diesem Zusammenhang erweitern die Lernenden ihre Modellvorstellungen um die Mesomerie, mit der für sie das besondere Verhalten dieser Stoffe erklärbar wird. Im Leistungskurs vertiefen die Lernenden ihre Modellvorstellungen mit einem Einblick in das Orbitalmodell.

Eine Orientierung an Stoffklassen, funktionellen Gruppen und Strukturmerkmalen ermöglicht es den Lernenden insgesamt, Synthesewege über die Stoffklassen hinweg zu erkennen, zu beschreiben und zu beurteilen. Dadurch wird ihnen das Prinzip deutlich, wie aus wenigen Grundstoffen zielgerichtet neue Substanzen hergestellt werden können, die unseren Alltag entscheidend prägen.

Die beiden fakultativen Themenfelder 4 und 5 bieten für die Lernenden Möglichkeiten, ausgewählte Anwendungsbezüge zu vertiefen und damit verbundene Sachverhalte zu beurteilen und zu bewerten.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas des Kurshalbjahres sind insbesondere das **Struktur-Eigenschafts-Konzept** und das **Donator-Akzeptor-Konzept** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten sowie das **Gleichgewichtskonzept** in Ansätzen zu berücksichtigen.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1–3; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

Q1.1 Kohlenwasserstoffe (4 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Übersicht über die Substanzklassen der Alkane, Alkene: Nomenklatur, homologe Reihen, Konstitutionsisomerie
- Struktur-Eigenschafts-Beziehungen: Van-der-Waals-Kräfte als intermolekulare Wechselwirkungen im Kontext von Struktur und Eigenschaften (Schmelz- oder Siedetemperaturen, Löslichkeit)
- vollständige Oxidation: Verbrennungsreaktion einschließlich Oxidationszahlen und Nachweis von Kohlenstoffdioxid und Wasser
- Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen: radikalische Substitution am Alkan sowie elektrophile Addition von Molekülen des Typs X_2 an eine C-C-Mehrfachbindung (Nachweis der C-C-Doppelbindung mit Brom)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- erweiterte Betrachtungen der C-C-Mehrfachbindung: cis-trans-Isomerie, induktive Effekte in Bezug auf Additionsreaktionen, Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von Molekülen des Typs HX (Markovnikov-Regel), Reaktionstyp der Eliminierung
- vereinfachtes Orbitalmodell: σ - und π -Bindung, sp^3 -, sp^2 - und sp -Hybridisierung (Hybridisierung der Kohlenstoffatome)
- Benzen (Benzol): Eigenschaften und Bindungsverhältnisse auf Basis des Mesomeriemodells und des vereinfachten Orbitalmodells
- elektrophile Substitution: Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus (Mechanismus der Bromierung)

Q1.2 Alkanole und Carbonylverbindungen (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Übersicht über die Substanzklasse der Alkanole: Nomenklatur, homologe Reihe, Konstitutionsisomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen im Zusammenhang mit Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrücken (Schmelz- oder Siedetemperaturen, Löslichkeit)
- Reaktionstyp der nucleophilen Substitution: Reaktionsgleichungen zwischen Hydroxidionen und Halogenalkanen einschließlich Nachweis der Halogenide mit Silbernitrat

Chemie**gymnasiale Oberstufe**

- partielle Oxidation: Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole im Unterschied zu tertiären Alkanolen einschließlich der Anwendung von Oxidationszahlen (Oxidationsmittel Kupfer(II)oxid, Permanganationen)
- mehrwertige Alkanole: Nomenklatur, Struktur (Ethan-1,2-diol, Propan-1,2,3-triol)
- Übersicht über die Substanzklasse der Alkanale: Strukturmerkmal der Aldehydgruppe einschließlich des Nachweises der reduzierenden Wirkung (Fehling-Probe mit Reaktionsgleichung)
- Übersicht über die Substanzklasse der Alkanone: Strukturmerkmal der Ketogruppe

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution einschließlich Differenzierung nach S_N1 und S_N2 (Einfluss induktiver und sterischer Effekte, Alkanolation als Nucleophil)
- nucleophile Addition an die Carbonylgruppe: Hydratisierung, Halbacetal- und Acetalbildung
- Bindungsverhältnisse der Carbonylgruppe, Hybridisierung des Sauerstoffs

Q1.3 Alkansäuren und ihre Derivate (3 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Übersicht über die Substanzklasse der Carbonsäuren: Nomenklatur, homologe Reihe, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (Schmelz- oder Siedetemperaturen, Löslichkeit)
- Acidität im Zusammenhang mit polaren Bindungen und induktiven Effekten, Mesomeriemodell am Beispiel des Carboxylations
- Derivate der Monocarbonsäuren: struktureller Aufbau von Hydroxy- und Aminosäuren
- Substanzklasse der Carbonsäureester: Nomenklatur, Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen der Esterbildung (Kondensation) sowie der alkalischen Hydrolyse

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Di- und Tricarbonsäuren: Struktur, Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen (Oxal- und Zitronensäure)
- Bindungsverhältnisse der Carboxygruppe: vereinfachtes Orbitalmodell, Hybridisierung des Kohlenstoffatoms und der Sauerstoffatome, delokalisiertes π -Elektronensystem des Carboxylations

Q1.4 Seifen**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Herstellung von Seife durch alkalische Hydrolyse
- Aufbau von Seifen und Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften: Emulgator, pH-Wert, Grenzflächenaktivität und Oberflächenspannung des Wassers
- Waschvorgang: Dispergiervermögen und Micellbildung, Beeinflussung der Waschwirkung, Bildung von Kalkseifen

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Wasserhärte (permanente, temporäre und Gesamthärte)

Q1.5 Konservierungsstoffe

grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)

- Lebensmittelkonservierung früher und heute
- qualitativer Nachweis von Ascorbinsäure als Antioxidans
- Zusatz von Sorbinsäure in Lebensmitteln

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- strukturelle Eigenschaften und quantitative Bestimmung der Ascorbinsäure
- Verwendung der Parabene: p-Hydroxybenzoesäureester

Q2 Naturstoffe und Synthesechemie

Viele organische Verbindungen, die uns in unserem Alltag begegnen, sind strukturell kompliziert aufgebaut. Sie weisen oftmals mehrere funktionelle Gruppen auf und erreichen mitunter eine strukturell nur schwer zu erfassende molekulare Größe. An ausgewählten Beispielen erhalten die Lernenden einen Einblick in die Vielfalt dieser Kohlenstoffverbindungen und ihrer Anwendungsgebiete im Alltag.

Die verpflichtenden Themenfelder 1 und 2 beinhalten mit den Polysacchariden, den Polypeptiden und den Kunststoffen höhermolekulare Verbindungen. Gemeinsam ist diesen Verbindungen, dass sie aus strukturell relativ einfach gebauten Stoffen mit übersichtlicher Anzahl an funktionellen Gruppen hergestellt bzw. in diese zerlegt werden können. Damit einhergehend rücken auch die jeweiligen niedermolekularen Edukte bzw. Spaltprodukte sowie deren Eigenschaften, Vorkommen und Verwendungen in den Fokus. Über die Auseinandersetzung mit der Herstellung, Entsorgung und Wiederverwertung von Kunststoffen entwickeln die Lernenden die Bereitschaft zu verantwortlichem Handeln im Sinne der Nachhaltigkeit.

Im Themenfeld 3 steht mit den Fetten ein weiterer bedeutender Naturstoff im Fokus. Die Lernenden erhalten dabei Gelegenheit, die Bedeutung der Fette z. B. im Rahmen der Ernährung und als nachwachsender Rohstoff zu erörtern.

Themenfeld 4 zeichnet sich durch einen vertiefenden Charakter bezüglich makromolekularer Verbindungen aus. Über die Auseinandersetzung mit konkreten, dem Alltag entnommenen Anwendungssituationen erkennen die Lernenden das Prinzip der anwendungsbezogenen Modifizierung von Makromolekülen.

Im Themenfeld 5 liegt der Schwerpunkt auf dem Beschreiben und Erklären des charakteristischen Reaktionsverhaltens der Aromaten. Im Leistungskurs werden dabei die Inhalte aus dem Kurshalbjahr Q1 aufgegriffen und vertieft. Insgesamt erkennen die Lernenden, dass aromatische Verbindungen als Grundstoffe zahlreicher Alltagsprodukte von Bedeutung sind.

In der Auseinandersetzung mit den Inhalten der Themenfelder dieses Kurshalbjahres bieten sich Vernetzungsmöglichkeiten mit inhaltlichen Aspekten aus dem Kurshalbjahr Q1 an. So können Lernende beispielsweise Kenntnisse zu Stoffklassen, funktionellen Gruppen und Strukturelementen aufgreifen und diese vertiefen. Im Rahmen ausgewählter Alltags- und Anwendungsbezüge bieten sich für die Lernenden vielseitige Möglichkeiten für kritische Reflexionen.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas des Kurshalbjahres sind insbesondere das **Struktur-Eigenschafts-Konzept**, das **Energiekonzept** und das **Gleichgewichtskonzept** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1 und 2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 3–5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

Q2.1 Kohlenhydrate und Peptide (7 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Monosaccharide: Glucose, Fructose, Kohlenstoffatome mit Chiralitätszentren, optische Aktivität, D- / L-Konfiguration, Enantiomere, Stereoisomerie, Anomere, Strukturdarstellungen nach Haworth / Fischer, Fehling-Probe mit Aldosen
- Di- und Polysaccharide: Maltose, Saccharose, Stärke und Cellulose, glycosidische Bindung, reduzierende und nicht reduzierende Disaccharide, Iod-Stärke-Reaktion
- Aminosäuren: grundlegender struktureller Bau, Eigenschaften proteinogener Aminosäuren, Säure-Base-Eigenschaften, Zwitterion
- Peptide: Peptidbindung

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Kohlenhydrate: Keto-Enol-Tautomerie am Beispiel von Fructose, Diastereomere
- Aminosäuren: isoelektrischer Punkt
- Peptide: Disulfidbrücken, Übersicht über die Strukturebenen der Proteine (Primär- bis Quartärstruktur)

Q2.2 Grundlagen der Kunststoffchemie (3 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Klassifizierung von Kunststoffen und Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften: Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere
- Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen: Polykondensation und Mechanismus der radikalischen Polymerisation
- Synthesereaktionen von PE, PVC, Polyester, Polyamide (Nylon)
- Recycling von Kunststoffen: Prinzip der Zerlegung in Monomere, Einschmelzen von Thermoplasten

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Reaktionstyp der Polyaddition am Beispiel der Polyurethane
- Recycling von Kunststoffen: Hydrolyse von Polykondensaten, Thermolyse von Polymerisaten

Q2.3 Fette im Alltag (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Aufbau und Eigenschaften der Fette und Öle
- Aufbau von Fettsäuren: gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, cis-trans-Isomerie
- Herstellung von Margarine: Fetthärtung durch Hydrierung von C-C-Doppelbindungen

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Tensidwirkung von Fettsäureanionen
- Umesterung bei Fetten

Q2.4 Organische Werkstoffe (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Biokunststoffe: Synthese, Eigenschaften und Verwendung am Beispiel der Polymilchsäure (PLA)
- Textilfaser: Viskose, modifizierte Cellulose
- Aufbau eines Copolymeres

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- synthetischer Kautschuk: Herstellung, Erklärung der Elastizität auf molekularer Ebene und deren Veränderung durch Vulkanisation

Q2.5 Chemie der Aromaten (2 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Benzen (Benzol): Eigenschaften und Bindungsverhältnisse auf Basis des Mesomeriemodells
- elektrophile Substitution: Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der Halogenierung am Aromaten

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- elektrophile Substitution: Reaktionsmechanismus der Nitrierung
- Reaktionsmechanismus der elektrophilen Zweitsubstitution: induktive und mesomere Effekte, dirigierende Wirkung an den Beispielen Toluol, Phenol, Anilin und Nitrobenzen (Nitrobenzol)

Q3 Das chemische Gleichgewicht

Die Lernenden erkennen, dass viele chemische Prozesse reversibel sind und ihnen ein dynamisches Gleichgewicht zugrunde liegt. Dabei greifen sie auch Beispiele aus thematischen Zusammenhängen vergangener Kurshalbjahre auf und vernetzen diese mit Hilfe des Gleichgewichtskonzepts. Kenntnisse zum Massenwirkungsgesetz befähigen sie in diesem Zusammenhang zu quantitativen Beschreibungen von Gleichgewichtszuständen in geschlossenen Systemen und erlauben ihnen Berechnungen in Bezug auf die Konzentrationen beteiligter Stoffe. Eine erweiterte Betrachtung der Lage des chemischen Gleichgewichts wird den Lernenden möglich, indem sie das Prinzip des kleinsten Zwangs (Le Chatelier) anwenden.

Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf Protolysegleichgewichte ermöglicht den Lernenden, die bisher nur qualitativ zugänglichen bzw. aus der Molekülstruktur ableitbaren Säure-Base-Eigenschaften auch quantitativ zu beschreiben. Durch eine exemplarische Vertiefung des Gleichgewichtskonzepts im Rahmen von Redoxvorgängen oder Puffersystemen wird den Lernenden deutlich, dass die Grundvorstellungen zu chemischen Gleichgewichten auf viele Bereiche der Chemie ausgedehnt werden können. Im Rahmen der Auseinandersetzung mit den zeitlichen Aspekten chemischer Reaktionen erhalten die Lernenden einen Einblick in die Bedeutung der Reaktionsgeschwindigkeit für technische und biologische Prozesse.

Insgesamt erklären und beurteilen die Lernenden beispielsweise technische Verfahren oder Vorgänge in der Natur hinsichtlich der Lage chemischer Gleichgewichte. Sie erkennen, dass chemische Vorgänge, z. B. auch in Lebewesen, aufgrund des Stoff- und Energieaustauschs in offenen Systemen häufig irreversibel sind und nur in eine bestimmte Richtung ablaufen. Im Leistungskurs vertiefen die Lernenden ihre Kenntnisse zum Verlauf chemischer Reaktionen um thermodynamische Aspekte.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas des Kurshalbjahres sind insbesondere das **Donator-Akzeptor-Konzept**, das **Energiekonzept** und das **Gleichgewichtskonzept** angemessen und unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu erarbeiten.

Themenfelder

verbindlich: Themenfelder 1 und 2 sowie ein weiteres aus den Themenfeldern 3–5, durch Erlass festgelegt; innerhalb dieser Themenfelder können durch Erlass Schwerpunkte sowie Konkretisierungen ausgewiesen werden

Die Angaben zum zeitlichen Umfang der Bearbeitung der Themenfelder dienen der Orientierung.

Q3.1 Chemische Gleichgewichte und ihre Einstellung (5 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Nachweis des gleichzeitigen Vorliegens von Edukten und Produkten
- Definition des chemischen Gleichgewichts als dynamisches Gleichgewicht: Hin- und Rückreaktion

Chemie

gymnasiale Oberstufe

- chemische Gleichgewichte an Beispielen: Estergleichgewicht, Iod-Wasserstoff-Gleichgewicht und Ammoniak-Synthese nach Haber-Bosch
- Massenwirkungsgesetz und Berechnung von Gleichgewichtskonstanten K_C auf der Grundlage von Gleichgewichtskonzentrationen
- Lage von Gleichgewichten in Abhängigkeit von Druck, Temperatur und Konzentration: Prinzip des kleinsten Zwangs
- Einfluss von Katalysatoren auf die Einstellung des Gleichgewichts

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Berechnung von Gleichgewichtskonstanten K_C und Gleichgewichtskonzentrationen (einschließlich Lösung quadratischer Gleichungen)
- Enthalpie: Reaktionswärme bei konstantem Druck, Berechnung von Standardbildungs- und Reaktionsenthalpie, Satz von Hess
- Entropie als Maß für die Unordnung eines Systems, Einfluss der Reaktionsentropie in spontan ablaufenden endothermen Reaktionen

Q3.2 Protolysegleichgewichte (4 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Aufgreifen von Grundlagen: Protolyse, korrespondierende Säure-Base-Paare
- Stärke von Säuren: Ableitung des pK_S -Werts aus dem Massenwirkungsgesetz
- Ionenprodukt des Wassers
- Berechnung von pH- und pOH-Werten starker Säuren und starker Basen
- allgemeines Prinzip der Säure-Base-Indikatoren
- Titration einer starken einprotonigen Säure mit einer starken Base: Interpretation der Titrationskurve, Äquivalenzpunkt

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Stärke von Basen (pK_B -Werte)
- pH-Wert-Berechnungen zu schwachen Säuren und Basen mit Hilfe von pK_S - und pK_B -Werten
- Titration einer schwachen einprotonigen Säure mit einer starken Base: Aufnahme und Interpretation der Titrationskurve, Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt, Berechnung der Säurekonzentration anhand des Äquivalenzpunkts
- Interpretation einer Titrationskurve mit zwei Äquivalenzpunkten

Q3.3 Redoxgleichgewichte (3 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Aufgreifen von Grundlagen: korrespondierende Redoxpaare, Aufstellen von Redoxgleichungen in sauren Lösungen, Bestimmung von Oxidationszahlen bei anorganischen und organischen Verbindungen

Chemie**gymnasiale Oberstufe**

- galvanische Elemente und elektrochemische Spannungsreihe: Standard-Wasserstoff-Halbzelle, Standardpotentiale (Berechnung von Potenzialdifferenzen bei Standardbedingungen)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- elektrochemische Korrosion am Lokalelement (Sauerstoff- und Säurekorrosion) und Korrosionsschutz bei Metallen (Verzinken)

Q3.4 Puffersysteme – Säure-Base-Puffer (3 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Definition und grundlegende Wirkungsweise von Puffersystemen am Beispiel des Essigsäure-Acetat-Puffers, Berücksichtigung des Prinzips des kleinsten Zwangs
- Bedeutungen von Puffern: Kohlensäure-Hydrogencarbonat-Puffersystem im Blut

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Puffergleichung (Henderson-Hasselbalch-Gleichung) zur quantitativen Betrachtung von Pufferlösungen: Berechnungen zur Zusammensetzung von Pufferlösungen und pH-Werten
- Pufferkapazität

Q3.5 Geschwindigkeit chemischer Reaktionen (3 Wochen)**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- zeitlicher Verlauf einer Reaktion: mittlere und momentane Reaktionsgeschwindigkeit, c/t -Diagramme
- Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit: Stoff, Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad, Druck
- Vorgänge auf Teilchenebene: Stoßtheorie
- Aktivierungsenergie und Katalyse

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Autokatalyse am Beispiel der Reaktion Oxalsäure mit Kaliumpermanganat
- Enzyme: Einfluss der Temperatur

Q4 Wahlthemen aus der Chemie

Dieses Kurshalbjahr eröffnet den Lernenden Möglichkeiten, erworbene Kompetenzen im Rahmen von ausgewählten Themenfeldern nach Neigung zu vertiefen und zu erweitern. Die Themenfelder sind so zusammengestellt, dass sie bedeutende lebensweltliche Bezüge aufweisen sowie wiederholende, erweiternde und vertiefende inhaltliche Aspekte der Themen in den vorangegangenen Kurshalbjahren integrieren. Dabei können Kenntnisse mit Hilfe der Basiskonzepte kurshalbjahresübergreifend vernetzt werden. Die thematischen Aspekte bieten dabei vielfältige Möglichkeiten einer handlungsorientierten Herangehensweise. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der experimentellen Erarbeitung und Vertiefung als Methode naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Eine Einbettung in geeignete Kontexte eröffnet für die Lernenden dabei Möglichkeiten einer Beurteilung und Bewertung sowohl sachbezogener, inhaltlicher Fragen und Probleme als auch der Reflexion eigener Kenntnisse sowie des damit verbundenen Erarbeitungsprozesses.

Bezug zu den Basiskonzepten: Bei der Bearbeitung des Themas des Kurshalbjahres sind die Basiskonzepte unter entsprechender Schwerpunktsetzung zu vertiefen.

Themenfelder

verbindlich: zwei Themenfelder aus 1–6, ausgewählt durch die Lehrkraft

Q4.1 Farbstoffe – Grundlagen, Farbstoffgruppen und Färbeverfahren**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Licht und Farbe: sichtbares Licht, additive und subtraktive Farbmischung, Entstehung von Farbeindrücken
- Farbigkeit und Molekülstruktur: Prinzip des allgemeinen Aufbaus von farbigen, organischen Verbindungen (Systeme mit konjugierten Doppelbindungen, Chromophore), einfache Erklärung der Farbigkeit auf Basis der Lichtabsorption
- Färbeverfahren: unterschiedliche Verfahren und deren Anwendung

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Erweiterung der Erklärung der Farbigkeit in Abhängigkeit von der Molekülstruktur im Sinne des Orbitalmodells (z. B. Fluoreszenz oder Phosphoreszenz)
- Erklärung der Vertiefung der Farbe durch funktionelle Gruppen (Bathochromie, z. B. Auxochrome und Antiauxochrome)
- Azofarbstoffe: Diazotierung und Mechanismus der Azokupplung

Q4.2 Chemische Zusatzstoffe in Lebensmitteln**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Gelatine (z. B. Gewinnung, Verwendung als Gelliermittel, Aufbau, Eigenschaften)
- Fettersatzstoffe: Saccharosepolyester (z. B. Olestra)
- Carbonsäuren (z. B. Säuerungsmittel, Konservierungsstoff, Oxidationshemmer, reduzierende Wirkung von Ascorbinsäure / Vitamin C)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Pektine (z. B. allgemeiner Aufbau, Monomere Galacturonsäure / Rhamnose, Polymer und Verknüpfung über glycosidische Bindung, gelierende Wirkung)
- Cyclodextrine (z. B. molekularer Aufbau am Beispiel α -Cyclodextrin, Erklärung des reversiblen Einschusses auf molekularer Ebene)

Q4.3 Komplexchemie**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Aufbau und Struktur von komplexen Verbindungen: Zentralteilchen und Ligand, Koordinationszahl, oktaedrische Struktur, mehrzählige Liganden
- Ligandenaustauschreaktionen (z. B. Bildung von Amin-Komplexen aus Aquakomplexen, Kupfertetramminkomplex $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$)
- Komplexverbindungen in der analytischen Chemie (z. B. titrimetrische Bestimmung der Wasserhärte oder des Ca^{2+} -Gehalts einer Vitamintablette, EDTA als sechszähliger Ligand)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Modellvorstellungen zur Bindung in Komplexen (z. B. erweiterte Edelgasregel, Valence-Bond-Theorie)
- weitere Anwendungsgebiete von Komplexen (z. B. Ziegler-Natta-Katalysatoren im Rahmen der Kunststoffsynthese)

Q4.4 Nachhaltige Chemie am Beispiel eines modernen Waschmittels**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Strukturen und Eigenschaften ausgewählter Tenside (z. B. anionische, kationische und nichtionische Tenside)
- Zusammensetzung von Waschmitteln: Funktion von Enthärter, Bleichsystem, Enzymen und ausgewählten Hilfsstoffen
- ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit (z. B. Prinzip der biologischen Abbaubarkeit, Nachhaltigkeit in Bezug auf die Wahl der Rohstoffe für die Synthese, petrochemische Rohstoffe im Vergleich zu nachwachsenden Rohstoffen, Waschgewohnheiten und Verbraucherverhalten)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Wasserenthärtung: vereinfachte Struktur und Funktion eines ionentauschenden Enthärters (z. B. Zeolith A)
- biologische Abbaewege eines Tensids (z. B. Hydrolyse, Oxidation der endständigen Methylgruppe bzw. Hydroxygruppe zur Carboxygruppe, β -Oxidation durch Mikroorganismen)

Q4.5 Physikalische Methoden der Strukturaufklärung**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- Dünnschichtchromatographie (z. B. Auftrennung von Farbstoffen, in diesem Zusammenhang Retentionsfaktor, mobile und stationäre Phase)
- UV / VIS-Spektroskopie: Lambert-Beersches Gesetz
- IR-Spektroskopie (z. B. Interpretation von Spektren)

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Gaschromatographie (z. B. Trennung von Petroleumbenzin)
- $^1\text{H-NMR}$ -Spektroskopie (z. B. Interpretation der Signale bezüglich der Aufspaltung)

Q4.6 Katalyse in Natur und Technik**grundlegendes Niveau (Grundkurs und Leistungskurs)**

- homogene Katalyse (z. B. Säurekatalyse, in diesem Zusammenhang Bildung von Zwischenprodukten und Aktivierungsenergie)
- heterogene Katalyse (z. B. Ostwald-Verfahren, in diesem Zusammenhang Adsorption und Desorption an der Katalysatoroberfläche)
- Selektivität von Katalysatoren

erhöhtes Niveau (Leistungskurs)

- Biokatalysatoren (z. B. Pepsin und Trypsin), Substrat- und Wirkungsspezifität bei Enzymen (z. B. Hexokinase und Glucose-Isomerase)