



Schleswig-Holstein  
Ministerium für Bildung,  
Wissenschaft und Kultur

# Fachanforderungen Chemie

Allgemein bildende Schulen

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

3. überarbeitete Auflage

## Impressum

Herausgeber: Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein  
Brunswiker Straße 16 -22, 24105 Kiel

Layout: Stamp Media GmbH, Agentur für Kommunikation & Design, Medienhaus Kiel, Ringstraße 19, 24114 Kiel, [www.stamp-media.de](http://www.stamp-media.de)

Druck: Schmidt & Klaunig, Druckerei & Verlag seit 1869, Medienhaus Kiel, Ringstraße 19, 24114 Kiel, [www.schmidt-klaunig.de](http://www.schmidt-klaunig.de)  
Kiel, Mai 2022, 3. überarbeitete Auflage

Die Landesregierung im Internet: [www.schleswig-holstein.de](http://www.schleswig-holstein.de)

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der schleswig-holsteinischen Landesregierung herausgegeben.  
Bestellungen können unter [www.fachanforderungen.de](http://www.fachanforderungen.de) aufgegeben werden.

Sie darf weder von Parteien noch von Personen, die Wahlwerbung oder Wahlhilfe betreiben, im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

# Fachanforderungen Chemie

Allgemein bildende Schulen

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

3. überarbeitete Auflage

# Inhalt

|   |    |
|---|----|
| <b>I Allgemeiner Teil</b> .....   | 6  |
| <b>1 Geltungsbereich und Regelungsgehalt</b> .....                                | 6  |
| <b>2 Lernen und Unterricht</b> .....  | 8  |
| 2.1 Kompetenzorientierung .....   | 8  |
| 2.2 Auseinandersetzung mit Kernproblemen des gesellschaftlichen Lebens .....      | 8  |
| 2.3 Leitbild Unterricht .....   | 9  |
| 2.4 Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung .....                                 | 9  |
| <b>3 Grundsätze der Leistungsbewertung</b> .....                                  | 11 |
| <b>II Fachanforderungen Chemie Sekundarstufe I</b> .....                          | 12 |
| <b>1 Das Fach Chemie in der Sekundarstufe I</b> .....                             | 12 |
| 1.1 Grundlagen und Lernausgangslage .....   | 12 |
| 1.2 Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung .....               | 12 |
| 1.3 Didaktische Leitlinien .....  | 13 |
| 1.4 Anforderungsebenen und Anforderungsbereiche .....                             | 15 |
| <b>2 Kompetenzbereiche</b> .....  | 17 |
| 2.1 Prozessbezogene Kompetenzen .....   | 17 |
| 2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung .....                                  | 18 |
| 2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation .....  | 19 |
| 2.1.3 Kompetenzbereich Bewertung .....  | 19 |
| 2.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen .....   | 20 |
| 2.2.1 Kompetenzerwartungen zum Basiskonzept „Stoff-Teilchen-Konzept“ .....        | 20 |
| 2.2.2 Kompetenzerwartungen zum Basiskonzept „Struktur-Eigenschafts-Konzept“ ..... | 22 |
| 2.2.3 Kompetenzerwartungen zum „Basiskonzept chemische Reaktion“ .....            | 23 |
| 2.2.4 Kompetenzerwartungen zum „Basiskonzept Energie“ .....                       | 24 |
| <b>3 Inhalte des Unterrichts</b> .....  | 25 |
| <b>4 Schulinternes Fachcurriculum</b> .....                                       | 27 |
| <b>5 Leistungsbewertung</b> .....   | 28 |
| <b>6 Abschlussprüfungen in der Sekundarstufe I</b> .....                          | 29 |

|   |    |
|---|----|
| <b>III Fachanforderungen Chemie Sekundarstufe II</b> .....                                      | 30 |
| <b>1 Das Fach Chemie in der Sekundarstufe II</b> .....  | 30 |
| 1.1 Grundlagen und Lernausgangslage .....   | 30 |
| 1.2 Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung .....                             | 30 |
| 1.3 Didaktische Leitlinien .....  | 32 |
| 1.4 Anforderungsniveaus und Anforderungsbereiche .....  | 35 |
| <b>2 Kompetenzbereiche - Kompetenzbereiche, Basiskonzepte und Inhalte</b> .....                 | 36 |
| 2.1 Kompetenzbereiche .....   | 36 |
| 2.1.1 Sachkompetenz .....   | 37 |
| 2.1.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz .....   | 39 |
| 2.1.3 Kommunikationskompetenz .....   | 41 |
| 2.1.4 Bewertungskompetenz .....   | 42 |
| 2.2 Basiskonzepte .....   | 44 |
| 2.2.1 Das Basiskonzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen ..... | 45 |
| 2.2.2 Das Basiskonzept der chemischen Reaktion .....  | 51 |
| 2.2.3 Das Basiskonzept Energie .....  | 56 |
| <b>3 Themen und Inhalte des Unterrichts - Sachgebiete, Themenbereiche und Inhalte</b> .....     | 58 |
| 3.1 Chemieunterricht in der Einführungsphase .....  | 59 |
| 3.2 Chemieunterricht in der Qualifikationsphase .....   | 63 |
| <b>4 Schulinternes Fachcurriculum</b> .....   | 72 |
| <b>5 Leistungsbewertung</b> .....   | 73 |
| 5.1 Unterrichtsbeiträge .....   | 73 |
| 5.2 Leistungsnachweise .....  | 74 |
| <b>6 Die Abiturprüfung</b> .....  | 76 |
| 6.1 Die schriftliche Abiturprüfung .....  | 76 |
| 6.2 Die mündliche Abiturprüfung .....   | 77 |
| 6.3 Die Präsentationsprüfung .....  | 78 |
| 6.4 Die besondere Lernleistung .....  | 78 |
| <b>IV Anhang</b> .....  | 79 |
| <b>1 Operatorenliste</b> .....  | 79 |
| <b>2 Inhalte gemäß Bildungsstandards</b> .....  | 81 |
| 2.1 Stoffe, Strukturen, Eigenschaften .....   | 81 |
| 2.2 Chemische Reaktionen .....  | 82 |
| 2.3 Arbeitsweisen .....   | 83 |
| 2.4 Lebenswelt und Gesellschaft .....   | 84 |

# I Allgemeiner Teil

## 1 Geltungsbereich und Regelungsgehalt

Die Fachanforderungen gelten für die Sekundarstufe I und die Sekundarstufe II aller weiterführenden allgemein bildenden Schulen in Schleswig-Holstein. Sie sind Lehrpläne im Sinne des Schleswig-Holsteinischen Schulgesetzes. Die Fachanforderungen gehen von den pädagogischen Zielen und Aufgaben aus, wie sie im Schulgesetz formuliert sind. In allen Fächern, in denen die Kultusministerkonferenz (KMK) Bildungsstandards beschlossen hat, liegen diese den Fachanforderungen zugrunde. Sie berücksichtigen auch die stufenbezogenen Vereinbarungen der KMK.

Die Fachanforderungen sind in einen für alle Fächer geltenden allgemeinen Teil und einen fachspezifischen Teil gegliedert. Der fachspezifische Teil ist nach Sekundarstufe I und Sekundarstufe II unterschieden. Alle Teile sind inhaltlich aufeinander bezogen. Sie stellen den verbindlichen Rahmen für die pädagogische und unterrichtliche Arbeit dar.

In der Sekundarstufe I zielt der Unterricht sowohl auf den Erwerb von Allgemeinbildung als auch auf die Berufsorientierung der Schülerinnen und Schüler ab. Sie können am Ende der neunten Jahrgangsstufe den ersten allgemeinbildenden Schulabschluss, am Ende der zehnten Jahrgangsstufe den Mittleren Schulabschluss oder die Versetzung in die Sekundarstufe II erlangen.

In der Sekundarstufe II zielt der Unterricht auf eine vertiefte Allgemeinbildung, die Vermittlung wissenschaftspropädeutischer Grundlagen und auf das Erreichen der allgemeinen Berufs- und Studierfähigkeit ab. In der Sekundarstufe II können die Schülerinnen und Schüler den schulischen Teil der Fachhochschulreife oder mit bestandener Abiturprüfung die Allgemeine Hochschulreife erlangen.

Am Gymnasium erwerben Schülerinnen und Schüler den Mittleren Schulabschluss mit der Versetzung in die Jahrgangsstufe 11.

## Vorgaben der Fachanforderungen

Die Fachanforderungen beschreiben die didaktischen Grundlagen der jeweiligen Fächer und den spezifischen Beitrag der Fächer zur allgemeinen und fachlichen Bildung. Darauf aufbauend legen sie fest, was Schülerinnen und Schüler jeweils am Ende der Sekundarstufe I beziehungsweise am Ende der Sekundarstufe II wissen und können sollen. Aus diesem Grund sind die Fachanforderungen abschlussbezogen formuliert. Die fachlichen Anforderungen werden als Kompetenz- beziehungsweise Leistungserwartungen beschrieben und mit Inhalten verknüpft.

In den Fachanforderungen für die Sekundarstufe I werden die angestrebten Kompetenzen und die zentralen Inhalte auf drei Anforderungsebenen ausgewiesen:

- **Erster allgemeinbildender Schulabschluss (ESA):**  
Die Anforderungsebene beschreibt die Regelanforderungen für den Erwerb des ESA; diese sind in den weiteren Anforderungsebenen enthalten.
- **Mittlerer Schulabschluss (MSA):**  
Die Anforderungsebene beschreibt die über den ESA hinausgehenden Regelanforderungen für den Erwerb des MSA.
- **Übergang in die Oberstufe:**  
Die Anforderungsebene beschreibt die über den MSA hinausgehenden Regelanforderungen für den Übergang in die Oberstufe.

Der Unterricht in der Sekundarstufe I der Gemeinschaftsschule führt Schülerinnen und Schüler entsprechend ihrem Leistungsvermögen zum Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss, zum Mittleren Schulabschluss und zum Übergang in die Oberstufe und muss daher allen Anforderungsebenen gerecht werden.

Der Unterricht in der Sekundarstufe I am Gymnasium zielt auf einen erfolgreichen Übergang in die Oberstufe, so dass die Anforderungen für den Übergang in die Oberstufe vorrangig zu berücksichtigen sind.

Die Fachanforderungen dienen der Transparenz und Vergleichbarkeit. Sie gewährleisten die Durchlässigkeit und Mobilität im Schulwesen.

Die Lehrkräfte gestalten den Unterricht und die damit verbundene Unterstützung der Persönlichkeitsentwicklung in eigener pädagogischer Verantwortung. Sie berücksichtigen bei der konkreten Ausgestaltung der Fachanforderungen die Beschlüsse der Schulkonferenz zu Grundsatzfragen und dabei insbesondere die Beschlüsse der Fachkonferenz zur Abstimmung des schulinternen Fachcurriculums. Mit ihren Vorgaben bilden die Fachanforderungen den Rahmen für die Fachkonferenzarbeit in den Schulen. Innerhalb dieser Rahmenvorgaben besitzen die Schulen und auch die Fachkonferenzen Gestaltungsfreiheit bezüglich der Umsetzung der Kontingenzstundentafel, der Lern- und Unterrichtsorganisation, der pädagogisch-didaktischen Konzepte sowie der inhaltlichen Schwerpunktsetzungen. Die Fachanforderungen verzichten auf kleinschrittige Detailregelungen. Sie enthalten Vorgaben für die Verteilung von Themen und Inhalten auf die Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I. Diese Vorgaben berücksichtigen die Gestaltungsfreiheit der Schulen im Rahmen der Kontingenzstundentafel.

Aufgabe der schulinternen Fachcurricula ist es, die Kerninhalte und Kompetenzen, die in den Fachanforderungen auf den jeweiligen Abschluss bezogen ausgewiesen sind, über die einzelnen Jahrgangsstufen hinweg aufzubauen. Die schulinternen Fachcurricula bilden die Planungsgrundlage für den Fachunterricht und enthalten konkrete Beschlüsse über

- anzustrebende Kompetenzen für die einzelnen Jahrgangsstufen,
- Schwerpunktsetzungen, die Verteilung und Gewichtung von Unterrichtsinhalten und Themen,
- fachspezifische Methoden,
- angemessene mediale Gestaltung des Unterrichts,
- Diagnostik, Differenzierung und Förderung, Leistungsmessung und Leistungsbewertung,
- Einbeziehung außerunterrichtlicher Lernangebote und Ganztagsangebote.

Die Fachcurricula berücksichtigen die Prinzipien des fächerverbindenden und fächerübergreifenden sowie des themenzentrierten Arbeitens. Die Fachcurricula werden evaluiert und weiterentwickelt.

## 2 Lernen und Unterricht

Ziel des Unterrichts ist der systematische, alters- und entwicklungsgemäße Erwerb von Kompetenzen. Der Unterricht fördert die kognitiven, emotionalen, sozialen, kreativen und körperlichen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Er vermittelt ihnen kulturelle und gesellschaftliche Orientierung und ermuntert sie dazu, eigenständig zu denken und vermeintliche Gewissheiten, kulturelle Wertorientierungen und gesellschaftliche Strukturen auch kritisch zu überdenken. Unterricht trägt dazu bei, Bereitschaft zur Empathie zu entwickeln, und fördert die Fähigkeit, die eigenen Überzeugungen und das eigene Weltbild in Frage zu stellen. Er unterstützt die Schülerinnen und Schüler dabei, Unsicherheiten auszuhalten und Selbstvertrauen zu erwerben.

### 2.1 Kompetenzorientierung

In den Fachanforderungen wird ein Kompetenzbegriff verwendet, der das Wissen und Können, die Fähigkeiten und Fertigkeiten eines Menschen umfasst. Das schließt die Bereitschaft ein, das Wissen und Können in unterschiedlichen Situationen zur Bewältigung von Herausforderungen und zum Lösen von Problemen anzuwenden. Die Fachanforderungen sind in diesem Sinne auf die Darstellung der angestrebten fachbezogenen Kompetenzen fokussiert.

Über die fachbezogenen Kompetenzen hinaus fördert der Unterricht aller Fächer den Erwerb überfachlicher Kompetenzen:

- **Selbstkompetenz** meint die Fähigkeit, die eigene Situation wahrzunehmen und für sich selbst eigenständig zu handeln und Verantwortung zu übernehmen. Die Schülerinnen und Schüler artikulieren eigene Bedürfnisse und Interessen differenziert und reflektieren diese selbstkritisch. Dazu gehört die Bereitschaft, vermeintliche Gewissheiten, das eigene Denken und das eigene Weltbild kritisch zu reflektieren und Unsicherheiten auszuhalten. Bezogen auf das Lernen bedeutet Selbstkompetenz, Lernprozesse selbstständig zu planen und durchzuführen, Lernergebnisse zu überprüfen, gegebenenfalls zu korrigieren und zu bewerten.

- **Sozialkompetenz** meint die Fähigkeit, die Bedürfnisse und Interessen der Mitlernenden empathisch wahrzunehmen. Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, selbstständig und sozial verantwortlich zu handeln. Sie setzen sich mit den Vorstellungen der anderen kritisch und auch selbstkritisch auseinander, hören einander zu und gehen aufeinander ein. Sie können konstruktiv und erfolgreich mit anderen zusammenarbeiten.
- **Methodenkompetenz** meint die Fähigkeit, Aufgaben selbstständig zu bearbeiten. Schülerinnen und Schüler verfügen über grundlegende Arbeitstechniken und Methoden; dazu gehört auch die sichere Nutzung der Informationstechnologie. Sie wählen Verfahrensweisen und Vorgehensweisen selbstständig und wenden methodische Kenntnisse sinnvoll auf unbekannte Sachverhalte an. Sie können Sachverhalte sprachlich differenziert darstellen.

Die fortschreitende Entwicklung und Ausbildung dieser überfachlichen Kompetenzen ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, Lernprozesse zunehmend selbst zu gestalten, das heißt zu planen, zu steuern, zu analysieren und zu bewerten.

### 2.2 Auseinandersetzung mit Kernproblemen des gesellschaftlichen Lebens

Schülerinnen und Schüler werden durch die Auseinandersetzung mit Kernproblemen des soziokulturellen Lebens in die Lage versetzt, Entscheidungen für die Zukunft zu treffen und dabei abzuschätzen, wie sich das eigene Handeln auf andere Menschen, auf künftige Generationen, auf die Umwelt oder das Leben in anderen Kulturen auswirkt. Die Kernprobleme beschreiben Herausforderungen, die sich sowohl auf die Lebensgestaltung des Einzelnen als auch auf das gemeinsame gesellschaftliche Handeln beziehen.

Die Auseinandersetzung mit Kernproblemen richtet sich insbesondere auf:

- Grundwerte menschlichen Zusammenlebens: Menschenrechte, das friedliche Zusammenleben in einer Welt mit unterschiedlichen Kulturen, Religionen, Gesellschaftsformen, Völkern und Nationen



- Nachhaltigkeit der ökologischen, sozialen und ökonomischen Entwicklung: Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen, Sicherung und Weiterentwicklung der sozialen, wirtschaftlichen und technischen Lebensbedingungen im Kontext der Globalisierung
  - Gleichstellung und Diversität: Entfaltungsmöglichkeiten der Geschlechter, Wahrung des Gleichberechtigungsbegriffs, Wertschätzung gesellschaftlicher Vielfalt
  - Partizipation: Recht aller Menschen zur verantwortungsvollen Mitgestaltung ihrer soziokulturellen, politischen und wirtschaftlichen Lebensverhältnisse.
- Inklusive Schule: Die inklusive Schule zeichnet sich dadurch aus, dass sie in allen Schularten und Schulstufen Kinder und Jugendliche mit und ohne Behinderung gemeinsam beschult und ihren Unterricht auf eine Schülerschaft in der ganzen Bandbreite ihrer Heterogenität ausrichtet. Diese Heterogenität bezieht sich nicht allein auf Behinderung oder sonderpädagogischen Förderbedarf. Sie steht generell für Vielfalt und schließt beispielsweise die Hochbegabung ebenso ein wie den Migrationshintergrund oder unterschiedliche soziale Ausgangslagen.
  - Sonderpädagogische Förderung: Auch die Förderung von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf orientiert sich an den Fachanforderungen. Das methodische Instrument dafür ist der Förderplan, der in Ausrichtung auf die individuelle Situation und den sonderpädagogischen Förderbedarf einer Schülerin oder eines Schülers und in Zusammenarbeit mit einem Förderzentrum erstellt, umgesetzt und evaluiert wird.
  - Durchgängige Sprachbildung: Die Vermittlung schul- und bildungsrelevanter sprachlicher Fähigkeiten (Bildungssprache) erfolgt im Unterricht aller Fächer. Das Ziel ist, die sprachlichen Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund, unabhängig von ihrer Erstsprache, im Schriftlichen sowie im Mündlichen systematisch auf- und auszubauen. Das setzt entsprechenden Wortschatz und die Kenntnis bildungssprachlicher grammatischer Strukturen voraus. Die Lehrkräfte planen und gestalten den Unterricht mit Blick auf die Sprachebene Bildungssprache und stellen die Verbindung von Alltags-, Bildungs- und Fachsprache explizit her. Alle Schülerinnen und Schüler werden an die Besonderheiten von Fachsprachen und an fachspezifische Textsorten herangeführt. Deshalb ist Fachunterricht auch stets Sprachunterricht auf bildungs- und fachsprachlichem Niveau.

### 2.3 Leitbild Unterricht

Guter Unterricht

- fördert gezielt die Freude der Schülerinnen und Schüler am Lernen und die Entwicklung fachlicher Interessen,
- lässt Schülerinnen und Schüler Selbstwirksamkeit erfahren,
- vermittelt Wertorientierungen,
- fördert nicht allein die intellektuellen und kognitiven Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, sondern auch ihre sozialen und emotionalen, kreativen und körperlichen Potenziale,
- ermöglicht den Schülerinnen und Schülern durch passende Lernangebote, die auf ihre individuellen Voraussetzungen und ihr Vorwissen abgestimmt sind, einen systematischen – alters- und entwicklungsgerechten – Erwerb von Wissen und Können sowie die Chance, Leistungserwartungen zu erfüllen,
- fördert und fordert eigene Lernaktivität der Schülerinnen und Schüler, vermittelt Lernstrategien und unterstützt die Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen,
- zielt auf nachhaltige Lernprozesse,
- bietet Gelegenheit, das Gelernte in ausreichender Form systematisch einzuüben, anzuwenden und zu festigen.

### 2.4 Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung

Folgende Aufgabenfelder von besonderer Bedeutung, die sich aus den pädagogischen Zielen des Schulgesetzes ergeben, sind nicht dem Unterricht einzelner Fächer zugeordnet. Sie sind im Unterricht aller Fächer zu berücksichtigen:

- Kulturelle Bildung: Kulturelle Bildung ist unverzichtbarer Teil der ganzheitlichen Persönlichkeitsentwicklung, die den Einzelnen zur Mitgestaltung gesellschaftlicher Prozesse befähigt. Der Zusammenarbeit mit professionellen Künstlerinnen, Künstlern und Kulturschaffenden auch an außerschulischen Lernorten kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu.

- Niederdeutsch und Friesisch: Seinem Selbstverständnis nach ist Schleswig-Holstein ein Mehrsprachenland, in dem Regional- und Minderheitensprachen als kultureller Mehrwert begriffen werden. Für die Bildungseinrichtungen des Landes erwächst daraus die Aufgabe, das Niederdeutsche und das Friesische zu fördern und zu seiner Weiterentwicklung beizutragen.
- Medienbildung: Medien sind Bestandteil aller Lebensbereiche; wesentliche Teile der Umwelt sind nur medial vermittelt zugänglich. Schülerinnen und Schüler sollen in die Lage versetzt werden, selbstbestimmt, sachgerecht, sozial verantwortlich, kommunikativ und kreativ mit den Medien umzugehen. Dazu gehört auch die kritische Auseinandersetzung mit dem Bild von Wirklichkeit, das medial erzeugt wird. Schülerinnen und Schüler sollen den Einfluss der Medien reflektieren und dabei erkennen, dass Medien (zum Beispiel Zeitungen, Bücher, Filme) immer nur eine Interpretation, eine Lesart von Wirklichkeit bieten, und sie sollen sich bewusst werden, dass ihr vermeintlich eigenes Bild von Wirklichkeit durch die Medien (mit-)bestimmt wird.  
Mit der Inkraftsetzung der Ergänzung zu den Fachanforderungen: Medienkompetenz – Lernen mit digitalen Medien für die Sekundarstufen I und II (2018) liegen fächerübergreifend verbindliche Kompetenzerwartungen vor. Medienkompetenz ist damit integraler Bestandteil eines jeden Faches.
- Berufs- und Studienorientierung: Diese ist integrativer Bestandteil im Unterricht aller Fächer und Jahrgangsstufen. Sie hat einen deutlichen Praxisbezug, zum Beispiel Betriebspraktika, schulische Veranstaltungen am Lernort Betrieb. Die Schulen haben ein eigenes Curriculum zur Berufs- und Studienorientierung, sie gewährleisten in Zusammenarbeit mit ihren Partnern, wie zum Beispiel der Berufsberatung, eine kontinuierliche Unterstützung der beruflichen Orientierung der Schülerinnen und Schüler. Ziel ist, dass alle Schülerinnen und Schüler nach dem Schulabschluss einen beruflichen Anschluss finden.

### 3 Grundsätze der Leistungsbewertung

Leistungsbewertung wird verstanden als Dokumentation und Beurteilung der individuellen Lernentwicklung und des jeweils erreichten Leistungsstands. Sie erfasst alle in den Fachanforderungen ausgewiesenen Kompetenzbereiche und berücksichtigt sowohl die Prozesse als auch die Ergebnisse schulischen Arbeitens und Lernens. Die Beurteilung von Leistungen dient der kontinuierlichen Rückmeldung an Schülerinnen, Schüler und Eltern, zudem ist sie für die Lehrkräfte eine wichtige Grundlage für Förderungs- und Beratungsstrategien. Die individuelle Leistungsbewertung erfüllt neben der diagnostischen auch eine ermutigende Funktion.

Kriterien und Verfahren der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen, Schülern und Eltern vorab offengelegt und erläutert. Schülerinnen und Schüler erhalten eine kontinuierliche Rückmeldung über den Leistungsstand. Diese erfolgt so rechtzeitig, dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, aus der Rückmeldung zukünftige Lern- und Arbeitsstrategien abzuleiten.

In der Leistungsbewertung werden zwei Beurteilungsbereiche unterschieden: Unterrichtsbeiträge und Leistungsnachweise.

- Unterrichtsbeiträge umfassen alle Leistungen, die sich auf die Mitarbeit und Mitgestaltung im Unterricht oder im unterrichtlichen Kontext beziehen. Zu ihnen gehören sowohl mündliche als auch praktische und schriftliche Leistungen.
- Leistungsnachweise werden in Form von Klassenarbeiten und Leistungsnachweisen, die diesen gleichwertig sind, erbracht; sie decken die verbindlichen Leistungserwartungen der Fächer und die Kompetenzbereiche angemessen ab. Art und Zahl der in den Fächern zu erbringenden Leistungsnachweise werden per Erlass geregelt.

#### Besondere Regelungen

- Für Schülerinnen und Schüler mit anerkanntem sonderpädagogischen Förderbedarf, die zieldifferent unterrichtet werden, wird ein Förderplan mit individuell zu erreichenden Leistungserwartungen aufgestellt.
- Werden Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf entsprechend den Anforderungen der allgemein bildenden Schule unterrichtet, hat die Schule der Beeinträchtigung angemessen Rechnung zu tragen (Nachteilsausgleich). Dies gilt ebenso für Schülerinnen

und Schüler, die vorübergehend an der Teilnahme am Unterricht beeinträchtigt sind.

- Bei Schülerinnen und Schülern, deren Zweitsprache Deutsch ist, kann die Schule wegen zu geringer Deutschkenntnisse auf eine Leistungsbewertung in bestimmten Fächern verzichten.
- Besonderen Schwierigkeiten im Lesen und Rechtschreiben wird durch Ausgleichs- und Fördermaßnahmen gemäß Erlass begegnet.

#### Leistungsbewertung im Zeugnis

Die Leistungsbewertung im Zeugnis ist das Ergebnis einer sowohl fachlichen als auch pädagogischen Abwägung der erbrachten Unterrichtsbeiträge und gegebenenfalls Leistungsnachweise. Es ist sicherzustellen, dass die Bewertung für die Unterrichtsbeiträge auf einer ausreichenden Zahl unterschiedlicher Formen von Unterrichtsbeiträgen beruht. Bei der Gesamtbewertung hat der Bereich der Unterrichtsbeiträge ein stärkeres Gewicht als der Bereich der Leistungsnachweise. Fachspezifische Hinweise zur Leistungsbewertung werden in den Fachanforderungen ausgeführt.

#### Vergleichsarbeiten

Vergleichsarbeiten in den Kernfächern sind länderübergreifend konzipiert und an den KMK-Bildungsstandards orientiert. Die Ergebnisse geben Aufschluss darüber, ob und inwieweit Schülerinnen und Schüler die in den Bildungsstandards formulierten Leistungserwartungen erfüllen. Vergleichsarbeiten dienen in erster Linie der Selbstevaluation der Schule. Sie ermöglichen die Identifikation von Stärken und Entwicklungsbedarfen von Lerngruppen. Die Ergebnisse der Vergleichsarbeiten werden schulintern ausgewertet. Die Auswertungen sind Ausgangspunkt für Strategien und Maßnahmen der Unterrichtsentwicklung. Vergleichsarbeiten gehen nicht in die Leistungsbewertung der einzelnen Schülerinnen und Schüler ein. Die Teilnahme an den Vergleichsarbeiten ist per Erlass geregelt.

#### Zentrale Abschlussprüfungen

Im Rahmen der Prüfungen zum Erwerb des Ersten allgemeinbildenden Schulabschlusses, des Mittleren Schulabschlusses und der Allgemeinen Hochschulreife werden in einigen Fächern Prüfungen mit zentraler Aufgabenstellung durchgeführt. Die Prüfungsregelungen richten sich nach den Fachanforderungen und den KMK-Bildungsstandards.

## II Fachanforderungen Chemie Sekundarstufe I

### 1 Das Fach Chemie in der Sekundarstufe I

#### 1.1 Grundlagen und Lernausgangslage

Die Fachanforderungen Chemie für die Sekundarstufe I gelten für die weiterführenden allgemein bildenden Schulen in Schleswig-Holstein. Grundlage dieser Fachanforderungen sind die Bildungsstandards der KMK für den Mittleren Schulabschluss im Fach Chemie sowie das Kompetenzstufenmodell des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) zu diesen Bildungsstandards.

Die Bildungsstandards liefern aussagekräftige Vorgaben über die am Ende der Sekundarstufe I zu erreichenden Kompetenzen. Die Fachanforderungen konkretisieren diese Kompetenzerwartungen in zwei Schritten für die Jahrgangsstufen 5/6 sowie 7 bis 9 beziehungsweise 7 bis 10 und jeweils auf den drei Anforderungsebenen Erster allgemeinbildender Schulabschluss, Mittlerer Schulabschluss und Übergang in die Oberstufe.

Der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern baut auf den in der Primarstufe vermittelten naturwissenschaftlichen Kompetenzen auf. In der Primarstufe untersuchen die Kinder naturwissenschaftliche Phänomene, ohne dass die zugrundeliegenden Einzelwissenschaften in Erscheinung treten. Sie stellen Fragen, entwickeln Vermutungen, führen naturwissenschaftliche Experimente durch, erwerben Basiswissen und entwickeln eigene Vorstellungen. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen demzufolge die Eigenschaften von Stoffen und Stoffgemischen bereits in der Grundschule; sie erkunden die Themen „Luft“ und „Wasser“ und entwickeln am Beispiel des Themas „Verbrennung“ erste Vorstellungen zu stofflich-phänomenologischen Veränderungen. Diese Grundlagen werden im Chemieunterricht der Sekundarstufe I aufgegriffen, vertieft und ausdifferenziert.

Der Einstieg in den Fachunterricht der Sekundarstufe I wird in Schleswig-Holstein von Schule zu Schule sehr unterschiedlich geplant. Einige Schulen beginnen, je nach Erlass, mit dem integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahrgangsstufen 5 und 6 und danach

mit dem Chemieunterricht, andere beginnen mit dem Chemieunterricht bereits in der Jahrgangsstufe 5 oder 6, andere steigen in der Jahrgangsstufe 7 ein, viele starten erst in der Jahrgangsstufe 8 oder 9. Darüber hinaus werden je nach Umsetzung der Kontingenzstundentafel im Fach Chemie unterschiedlich viele Stunden in der Sekundarstufe I erteilt. In zahlreichen anderen Bundesländern hat sich der frühe Einstieg in den Jahrgangsstufen 5/6 bewährt, da Interessen bereits früh ausdifferenziert werden.

Die Fachanforderungen sind so gestaltet, dass unterschiedliche Varianten möglich sind.

#### 1.2 Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung

Naturwissenschaften und Technik prägen den Alltag in unserer Gesellschaft. Sie bilden einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Erkenntnisse aus den Bereichen Biologie, Chemie und Physik und deren technische Anwendung bewirken Fortschritte auf vielen Gebieten.

Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung. Im Mittelpunkt steht die Fähigkeit, wichtige Phänomene in Natur und Technik zu kennen, Zusammenhänge und Prozesse zu durchschauen, die Sprache, die besonderen Verfahrensweisen der Erkenntnisgewinnung inklusive der Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren Möglichkeiten und Grenzen auseinander zu setzen.

Ziel ist die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Sinne einer „Scientific Literacy“. Diese dient dem Verständnis der grundlegenden Konzepte, der Arbeits- und Denkweisen der Naturwissenschaften sowie deren Reflexion und Nutzung. Sie beschreibt die Bedeutung der Naturwissenschaften in der Gesellschaft und bildet die Basis für nachfolgende Lernprozesse. Das Besondere an dieser Grundbildung ist, dass die erworbenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen als integrale Bestandteile Ein-

gang in das alltägliche Denken und Handeln finden sollen. Weitere Ziele des Fachunterrichts an allgemein bildenden Schulen sind die Anschlussfähigkeit für ein weiterführendes Lernen sowie die Möglichkeit, anhand der Beschäftigung mit chemischen Inhalten eigene Interessen, Fähigkeiten und Perspektiven auszudifferenzieren.

### Der Beitrag der Chemie

Unsere materielle Lebenswelt ist ausschließlich aus chemischen Bausteinen zusammengesetzt. Von moderner Energiespeicherung bis zu den Halbleitern in Touchscreens lassen sich chemisch-technische Entwicklungen nicht mehr aus unserer Alltagswelt wegdenken. Vom zielgerichteten Design moderner Arzneimittel bis zur optimierten Zusammensetzung eines Abflussreinigers spiegelt sich die Rolle der chemischen Forschung in unserem Leben wider.

Somit fordert das Verstehen unseres modernen Alltags Kenntnisse über Stoffe, deren Eigenschaften und Reaktionen. Darüber hinaus vermittelt der Chemieunterricht notwendige Kenntnisse über die Verwendbarkeit und die Gefährlichkeit von Stoffen. Dies schließt auch einen Einblick in chemische Forschung ein – sowohl in die Grundlagen – als auch die anwendungsorientierte Forschung.

Der Unterricht im Fach Chemie muss also heute mehr denn je ein solides Fundament, quasi eine chemische Allgemeinbildung in den Köpfen unserer Schülerinnen und Schüler anlegen.

Die Themen des Unterrichts knüpfen an die Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler an. Ausgehend von diesen Themen werden Fragestellungen formuliert, die aus fachlicher Sicht betrachtet und bearbeitet werden.

Die Bedeutung des Chemieunterrichts begründet sich jedoch nicht nur durch Alltagsbezüge und -relevanz, sondern auch durch vielfältige Möglichkeiten der Erkenntnisgewinnung, der beruflichen Orientierung und durch das Aufzeigen des Zusammenwirkens von Wissenschaft, Kultur und Gesellschaft.

Durch die unterschiedliche konzeptionelle Gestaltung wird die Betonung verschiedener Ziele ermöglicht, die im

modernen Chemieunterricht kontinuierlich berücksichtigt werden:

- Schwerpunkt Wissensanwendung und Relevanz: kontextbasiertes Lernen
- Schwerpunkt naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen: forschendes Lernen, beispielsweise forschend-entwickelnder Unterricht
- Schwerpunkt Entwicklung der Chemie als Wissenschaft und Bestandteil unserer Gesellschaft: historisch-problemorientiertes Lernen

Der Unterricht soll die Schülerinnen und Schülern darüber hinaus befähigen, die Folgen ihres alltäglichen Handelns zu reflektieren, um nachhaltiges Handeln zu ermöglichen und um begründete Entscheidungen treffen zu können.

### 1.3 Didaktische Leitlinien

Die Aufgabe des Chemieunterrichts ist, die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler anzuregen, zu unterstützen, zu fördern und zu sichern. In der Auseinandersetzung mit chemischen Fragestellungen sollen die Schülerinnen und Schüler neben einem tragfähigen fachlichen Wissen die Fähigkeiten erwerben, zunehmend eigenständig Sachverhalte zu erarbeiten und ihre Bedeutung im Alltag zu erfassen. In Anlehnung an die KMK-Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss erfolgt die fachliche Ausprägung des Kompetenzbegriffs im Fach Chemie wie auch in den beiden anderen naturwissenschaftlichen Fächern Biologie und Physik durch Unterteilung in die inhaltliche Dimension (Umgang mit Fachwissen) sowie die prozessbezogene Dimension.

## Aspekte der Kompetenzbereiche im Fach Chemie

| Umgang mit Fachwissen   | Erkenntnisgewinnung   | Kommunikation   | Bewertung   |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· chemisches Fachwissen systematisch aufbauen</li> <li>· Phänomene, Begriffe und Gesetzmäßigkeiten den Basiskonzepten zuordnen</li> <li>· Anwendung von Fachwissen zur Bearbeitung fachlicher Aufgaben und Probleme</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erkennen und anwenden</li> <li>· Untersuchungsmethoden, Modelle und Theorien nutzen</li> <li>· fachbezogene Lösungsstrategien entwickeln</li> <li>· die Bedeutung von Experimenten, Modellen und Theorien erfassen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Informationsquellen kritisch auswählen</li> <li>· Informationen sach- und fachbezogen erschließen</li> <li>· sachgerecht argumentieren</li> <li>· Fachsprache kompetent nutzen</li> <li>· Präsentationsformen adressatengerecht auswählen und verwenden</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· die gesellschaftliche Bedeutung der Chemie und der Naturwissenschaften erfassen</li> <li>· chemische bzw. naturwissenschaftliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten sachgerecht beurteilen</li> <li>· chemische bzw. naturwissenschaftliche Kenntnisse nutzen, um reflektierte Entscheidungen zu treffen</li> </ul> |

Die **prozessbezogenen Kompetenzen** dienen zum einen der Entwicklung des Fachwissens und stellen zum anderen einen eigenen Lerngegenstand an sich dar, da in ihnen spezifische fachtypische Methoden verankert sind.

Die Lernenden können Fachwissen gewinnen, indem sie naturwissenschaftliche Erkenntnismethoden nutzen (Erkenntnisgewinnung). Sie können Informationen sach- und fachbezogen erschließen sowie ihr erarbeitetes Wissen und ihre Erkenntnisse austauschen (Kompetenzbereich Kommunikation). Darüber hinaus können sie auf der Basis des erworbenen Wissens chemische und naturwissenschaftliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und darauf aufbauend Entscheidungen treffen und beurteilen (Bewertungskompetenz).

Im **Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen** werden die für die schulischen Lernprozesse wichtigen chemischen Fachinhalte durch die Basiskonzepte systematisiert sowie strukturiert. Basiskonzepte sind grundlegende, für den Unterricht eingegrenzte und für Schülerinnen und Schüler nachvollziehbare Ausschnitte fachlicher Konzepte

und Leitideen. Sie vernetzen die Vielfalt der Inhalte durch zentrale, aufeinander bezogene Begriffe und durch Theorien. Darüber hinaus erleichtern sie das Verständnis durch erklärende Modellvorstellungen. Durch eine sinnvolle Strukturierung der schulischen Inhalte des Fachs Chemie sollen die Basiskonzepte

- die Aneignung eines grundlegenden, vernetzten Wissens erleichtern,
- den systematischen und kumulativen Aufbau von fachlichen Kompetenzen begünstigen,
- die Basis für die interdisziplinäre Vernetzung des Wissens bilden.

Sie bilden den Rahmen, in dem neue Erfahrungen mit bereits erworbenen Kenntnissen und Kompetenzen verbunden werden können. Über alle Jahrgangsstufen werden die Basiskonzepte in unterschiedlichen Zusammenhängen erkenntniswirksam immer wieder aufgegriffen, thematisiert und ausdifferenziert und bilden damit die übergeordneten Strukturen im Aufbau eines vielseitig verknüpften Wissensnetzes.

Die Bildungsstandards Chemie für den Mittleren Schulabschluss formulieren folgende Basiskonzepte:

|  |  |
|--|--|
| <b>Stoff-Teilchen-Konzept</b>            | Die Chemie betrachtet Materie hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung sowie deren Aufbau aus Atomen und Teilchen- / Bausteinverbänden. Die Betrachtungs- und Erklärungsebenen der Stoffe und der Teilchen / Bausteine müssen einerseits voneinander abgegrenzt werden und sich andererseits aufeinander beziehen.   |
| <b>Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</b> | Die Eigenschaften der Stoffe werden durch die Art und die Wechselwirkungen zwischen den Teilchen interpretiert. Aus den Eigenschaften ergeben sich Vorkommen und Verwendungsmöglichkeiten der Stoffe in Natur und Technik.<br>Auf makroskopischer Ebene werden die Eigenschaften von Stoffen und der Verlauf chemischer Reaktionen beschrieben. Auf submikroskopischer Ebene werden intermolekulare Kräfte betrachtet. |
| <b>Konzept der chemischen Reaktion</b>   | Durch chemische Reaktionen werden aus Ausgangsstoffen neue Stoffe gebildet. Die durch Anziehungs- und Abstoßungskräfte eintretenden Wechselwirkungen zwischen Teilchen bilden die Deutungsgrundlage für chemische Reaktionen.<br>Säure-Base- und Redoxreaktionen lassen sich als Protonen bzw. Elektronenübergänge beschreiben. Chemische Reaktionen sind mit einem Energieaustausch verbunden (siehe Energiekonzept). |
| <b>Energiekonzept</b>                    | Bei chemischen Reaktionen verändert sich der Energiegehalt des Reaktionssystems durch Austausch mit der Umgebung.<br>Energetische Erscheinungen bei chemischen Reaktionen können auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in andere Energieformen zurückgeführt werden.   |

Fachliches Wissen wird in geeigneten fachbezogenen Anwendungsbereichen, also in Kontexten, erworben. Auf diese Weise wird Konzeptwissen mit Anwendungssituationen verknüpft und kann in neuen Zusammenhängen genutzt werden. Es muss allerdings immer wieder der Wechsel zwischen Realsituationen und wissenschaftlicher Beschreibung stattfinden, um fachsystematische Strukturen entlang der Basiskonzepte zu entwickeln.

Die in den ländergemeinsamen Bildungsstandards beschriebene Kompetenzorientierung ist verbindlich. Die Fachanforderungen formulieren diesbezügliche Grundsätze für den Unterricht, weisen gleichermaßen verbindlich Kerninhalte aus und zeigen den notwendigen und den zulässigen Gestaltungsrahmen für Konkretisierungen auf, die im schulinternen Fachcurriculum formuliert werden müssen.

#### 1.4 Anforderungsebenen und Anforderungsbereiche

In den Fachanforderungen für die Sekundarstufe I werden die angestrebten inhaltbezogenen Kompetenzen und die verbindlichen Fachinhalte auf drei Anforderungsebenen ausgewiesen:

- Erster allgemeinbildender Schulabschluss (ESA): Die Schülerinnen und Schüler können Fakten und Phänomene identifizieren, einfache Sachverhalte wiedergeben und auf einfache ähnliche Situationen übertragen.
- Mittlerer Schulabschluss (MSA): Die Schülerinnen und Schüler können naturwissenschaftliche Inhalte beschreiben, erklären und auf vergleichbare Situationen übertragen. Dabei können Bezüge zwischen funktionalen Zusammenhängen und Basiskonzepten hergestellt werden.

- **Übergang in die Oberstufe:**

Die Schülerinnen und Schüler können komplexere naturwissenschaftliche Zusammenhänge unter Anwendung der Basiskonzepte erklären und Probleme durch die Anwendung theoretischer Konzepte lösen.

Der Unterricht in der Sekundarstufe I an Gemeinschaftsschulen soll auf den Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss, den Mittleren Schulabschluss und den Übergang in die Oberstufe vorbereiten. Der Unterricht in der Sekundarstufe I an Gymnasien soll auf den Übergang in die Oberstufe vorbereiten.

Bei der Gestaltung des Unterrichts, der Erstellung von Aufgaben und der Bewertung von Unterrichtsbeiträgen und Leistungsnachweisen sind auf allen drei Anforderungsebenen die folgenden Anforderungsbereiche der KMK-Bildungsstandards zu berücksichtigen:

- **Anforderungsbereich I: Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten reproduzieren**

Dieses Niveau umfasst die Wiedergabe von Fachwissen und die Wiederverwendung von Methoden und Fertigkeiten.

- **Anforderungsbereich II: Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten in neuem Zusammenhang benutzen**

Dieses Niveau umfasst die Bearbeitung grundlegender bekannter Sachverhalte in neuen Kontexten, wobei das zugrunde liegende Fachwissen beziehungsweise die Kompetenzen auch in anderen thematischen Zusammenhängen erworben sein können.

- **Anforderungsbereich III: Sachverhalte neu erarbeiten und reflektieren sowie Methoden und Fertigkeiten eigenständig anwenden**

Dieses Niveau umfasst die eigenständige Erarbeitung und Reflexion unbekannter Sachverhalte und Probleme auf der Grundlage des Vorwissens. Konzeptwissen und Kompetenzen werden unter anderem genutzt für eigene Erklärungen, Untersuchungen, Modellbildungen oder Stellungnahmen.

Im Unterricht müssen für jede Schülerin und jeden Schüler die Anforderungsbereiche I, II und III angemessen angeboten und entsprechende Leistungen von ihnen eingefordert werden. Die Operatoren (siehe Anhang) können den drei Anforderungsbereichen nicht von vornherein eindeutig zugeordnet werden. Die Zuordnung ist abhängig vom zuvor erteilten Unterricht. Die Operatoren dienen dazu, den Schülerinnen und Schülern die Anforderungen der Aufgabenstellung transparent zu machen. Der Umgang mit den Operatoren wird im Laufe der Sekundarstufe I vermittelt und eingeübt.



## 2 Kompetenzbereiche

Der Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie und Physik in der Sekundarstufe I ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen, die eine naturwissenschaftliche Grundbildung charakterisieren. Die Bewältigung naturwissenschaftlicher Probleme erfordert das permanente Zusammenspiel von prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Die prozessbezogenen Kompetenzen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung sind daher untrennbar mit dem Fachwissen verbunden.

Darüber hinaus unterstützt der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern die Entwicklung personaler und sozialer Kompetenzen. Schülerinnen und Schüler übernehmen im Unterricht Verantwortung für das eigene Lernen, setzen Lernstrategien, erkunden gemeinsam mit anderen Phänomene und erarbeiten Konzepte. So wird ein lebenslanges Lernen und gesellschaftliche Mitgestaltung ermöglicht.

Die im Folgenden beschriebenen Kompetenzerwartungen stellen verbindliche Standards für das Fach Chemie dar. Sie beschreiben Kompetenzen, Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die die Lernenden im Chemieunterricht bis zum Ende der Sekundarstufe I kumulativ entwickeln sollen. Gleichzeitig definieren sie, welche Voraussetzungen im Chemieunterricht der Sekundarstufe II erwartet werden können.

Die Ausprägung der erworbenen Kompetenzen entsprechend der Anforderungsbereiche ergibt sich aus drei Faktoren. Berücksichtigt werden müssen

- die Komplexität der bewältigten Anforderungen hinsichtlich des Umfangs und des Vernetzungsgrads,
- die kognitiven Anforderungen beziehungsweise das Abstraktionsniveau und die Schwierigkeit der zu lösenden Aufgaben hinsichtlich reproduzierender, selektierender, organisierender und integrierender Bestandteile,
- der Grad der Selbstständigkeit, mit dem die Schülerinnen und Schüler arbeiten.

### 2.1 Prozessbezogene Kompetenzen

Die prozessbezogenen Kompetenzen beschreiben die Handlungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in Situationen, in denen die Anwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen erforderlich ist. Im Chemieunterricht entwickeln sich diese Kompetenzen durch systematisches und reflektiertes Experimentieren, durch die Nutzung chemischer Untersuchungsmethoden und Theorien sowie durch die Auswertung, Bewertung, Präsentation und Kommunikation von Ergebnissen. Sie sind stets mit fachlichen Inhalten verbunden und besitzen daher eine Handlungs- und eine Inhaltsdimension. Wegen ihrer großen Bedeutung für die drei naturwissenschaftlichen Fächer und großer Überschneidung ist eine Abstimmung mit den Fächern Biologie und Physik notwendig, um die Gemeinsamkeiten gewinnbringend zu nutzen.

In den nachfolgenden Tabellen wird die Kompetenzentwicklung in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung auf dem für Fachanforderungen angemessenen Abstraktionsniveau dargestellt. Die Ausprägung der beschriebenen Schüleraktivitäten, die Komplexität und der Grad der Selbstständigkeit sind abhängig von:

- dem jeweiligen Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler in den verschiedenen Jahrgangsstufen,
- von den Anforderungsebenen (Erster allgemeinbildender Schulabschluss, Mittlerer Schulabschluss, Übergang in die Oberstufe), auf denen die Schülerinnen und Schüler jeweils individuell arbeiten,
- von den Anforderungsbereichen I, II und III der KMK-Bildungsstandards.

Unterschiede in der Lernausgangslage müssen dabei berücksichtigt werden.

## 2.1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

|  | Entwicklung von Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung in der Sekundarstufe I  |
|--|--|
|  | <b>Die Schülerinnen und Schüler können ...</b>   |
| <b>Fragestellungen entwickeln</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· problembezogene Fragen auf der Basis des jeweiligen Vorwissens formulieren.</li> <li>· handlungsleitende bzw. erkenntnisleitende Fragen für eine Problemstellung formulieren.</li> <li>· aus gewonnenen Erkenntnissen neue Fragestellungen entwickeln.</li> </ul>   |
| <b>Hypothesen formulieren</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>· zu einer gegebenen Frage eine Hypothese formulieren.</li> <li>· auf einer Hypothese aufbauend das weitere Vorgehen planen.</li> <li>· Hypothesen und Gegenhypothesen formulieren.</li> </ul>  |
| <b>Untersuchungsdesigns entwickeln und anwenden</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· aufbauend auf einer Hypothese ein Untersuchungsdesign entwerfen.</li> <li>· Untersuchungsmethoden auswählen, die der Hypothese angemessen sind und die interpretierbare Ergebnisse liefern.</li> <li>· gegebenenfalls Blindversuche berücksichtigen.</li> <li>· Beobachtungserwartungen im Hinblick auf die Hypothese formulieren.</li> <li>· Versuchsbeschreibungen und Zeichnungen von Versuchsaufbauten anfertigen.</li> <li>· Mess- und Laborgeräte sachgerecht in einer Versuchsanordnung unter Berücksichtigung der Sicherheitshinweise nutzen.</li> <li>· Messungen durchführen.</li> <li>· Abfälle ordnungsgemäß entsorgen.</li> </ul>  |
| <b>Datenauswertungen vornehmen und dokumentieren</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· aus einer Untersuchung Daten gewinnen und sie in Protokollen festhalten.</li> <li>· gewonnene Daten in Datentabellen, Graphen oder Diagrammen darstellen.</li> <li>· mathematische Verfahren zur Aufbereitung der Daten und zum Erkennen von Trends nutzen.</li> <li>· zwischen den Beobachtungen sowie den aufbereiteten Daten und deren Deutung trennen.</li> <li>· Theorien zur Erklärung der Phänomene nutzen.</li> <li>· Ergebnisse mit der zuvor gestellten Hypothese vergleichen und so die Hypothese stützen oder verwerfen.</li> <li>· gewonnene Daten nutzen, um das gewählte Untersuchungsdesign kritisch zu überprüfen und ggf. zu optimieren.</li> <li>· die Genauigkeit der Vorgehensweise im Sinne einer Fehlerbetrachtung bewerten.</li> </ul>  |
| <b>Modelle verwenden</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>· experimentelle Befunde mithilfe gegebener Modelle erklären.</li> <li>· passende Modelle für eine Fragestellung auswählen und anwenden.</li> <li>· die Funktion eines Modells im Rahmen einer Fragestellung einordnen und erklären.</li> <li>· erläutern, dass Modelle von Menschen entwickelt werden, um Phänomene auf Teilchenebene zu beschreiben bzw. zu erklären.</li> <li>· erläutern, dass Modelle nur bestimmte Eigenschaften eines submikroskopischen Originals wiedergeben und dadurch dessen Komplexität vereinfachen.</li> <li>· zwischen Anschauungs- und Denkmodellen unterscheiden.</li> <li>· die Grenzen eines Modells im Rahmen einer Fragestellung beschreiben und Veränderungen am Modell vornehmen.</li> <li>· selbst Modelle entwickeln, um ein Phänomen zu veranschaulichen und Erklärungen zu finden.</li> </ul> |

## 2.1.2 Kompetenzbereich Kommunikation

| Entwicklung von Kompetenzen im Bereich Kommunikation in der Sekundarstufe I |   |
|---|---|
| Die Schülerinnen und Schüler können ...                                     |   |
| <b>Informationen erschließen</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· vorhandene Informationen sichten.</li> <li>· geeignete Informationsquellen auswählen.</li> <li>· Informationen aus unterschiedlichen Quellen erschließen.</li> <li>· Informationen auf Brauchbarkeit und Vollständigkeit prüfen.</li> <li>· Informationen in eine geeignete Struktur und Darstellungsform bringen.</li> <li>· die Qualität einer Informationsquelle beurteilen.</li> </ul> |
| <b>Informationen weitergeben / Ergebnisse präsentieren</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Schwerpunkte setzen und dafür geeignete Informationen auswählen.</li> <li>· geeignete Darstellungs- und Präsentationsformen ziel- und adressatengerecht auswählen.</li> <li>· wesentliche Informationen in angemessener Fachsprache sach- und adressatengerecht vermitteln.</li> <li>· Ausstellungen planen und organisieren.</li> </ul>   |
| <b>argumentieren</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Argumente sammeln und ordnen.</li> <li>· passende Argumente auswählen.</li> <li>· eigene Argumente entwickeln.</li> <li>· einen Argumentationsprozess strukturieren.</li> <li>· die Qualität von Argumenten beurteilen.</li> <li>· in Diskussionen über naturwissenschaftliche Fragestellungen auf Argumente anderer eingehen und diese einordnen.</li> </ul>                              |
| <b>Fach- und Symbolsprache angemessen verwenden</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· naturwissenschaftliche Phänomene mithilfe der Alltagssprache angemessen beschreiben.</li> <li>· zunehmend Anteile der Fachsprache verwenden.</li> <li>· Symbole, Diagramme, Formeln und Reaktionsschemata zur Darstellung von Zusammenhängen und Prozessen nutzen.</li> </ul>  |

## 2.1.3 Kompetenzbereich Bewertung

| Entwicklung von Kompetenzen im Bereich Bewertung in der Sekundarstufe I |  |
|---|--|
| Die Schülerinnen und Schüler können ...                                 |  |
| <b>Bewertungskriterien formulieren und anwenden</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Problem- und Entscheidungsfelder nennen, in denen die Chemie persönlich und gesellschaftlich relevant ist.</li> <li>· relevante Fakten in Problem- und Entscheidungsfeldern benennen.</li> <li>· Bewertungskriterien zu einem Problem- und Entscheidungsfeld ableiten und formulieren.</li> <li>· zwischen Werten und Normen, Befunden und Fakten unterscheiden.</li> <li>· naturwissenschaftliche Kenntnisse zur Abwägung der Kriterien nutzen und zur Beurteilung von Problem- und Entscheidungssituationen heranziehen.</li> </ul> |
| <b>Handlungsoptionen formulieren</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· aus Bewertungskriterien mögliche Handlungsoptionen für Problem- und Entscheidungssituationen ableiten.</li> <li>· Handlungsoptionen und Motive vergleichen, die diesen zu Grunde liegen.</li> <li>· eigene Handlungsoptionen aus ihren Bewertungskriterien herleiten.</li> </ul>  |
| <b>Handlungsfolgen beurteilen</b>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· kurz- und langfristige Folgen eigenen und fremden Handelns abschätzen.</li> <li>· prüfen, ob alle vorher formulierten Bewertungskriterien, Handlungsoptionen und deren Folgen angemessen berücksichtigt worden sind.</li> <li>· erläutern, dass es Situationen gibt, in der keine Handlungsoption zu einer Lösung der Problemsituation führt.</li> <li>· Prozesse zur Entscheidungsfindung reflektieren.</li> </ul>   |

## 2.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit chemischem Fachwissen bezieht sich auf die Basiskonzepte und die mit ihnen verbundenen Vorstellungen. Sie umfasst das Verständnis und die Anwendung begründeter Prinzipien, Theorien, Begriffe und Erkenntnis leitender Ideen, mit denen Vorstellungen und Phänomene im Fach Chemie beschrieben und geordnet sowie Ergebnisse vorhergesagt und eingeschätzt werden können. Die Lernenden sollen auf der Basis ihres Wissens die natürliche beziehungsweise vom Menschen veränderte Umwelt verstehen und Zusammenhänge erklären können. Im Vordergrund steht also nicht der Wissensabruf, sondern der aktive Umgang mit dem Fachwissen zum Lösen fachlicher Probleme.

Im Sinne der Kompetenzorientierung steht hierbei die Vernetzung einzelner Wissens Elemente über Basiskonzepte im Vordergrund. Jeder Inhalt beschreibt einen Zusammenhang, der die zugrunde liegenden Basiskonzepte konkretisiert.

Kompetenzen, die über das chemische Fachwissen hinausgehen und die überfachlichen Aufgaben des Chemieunterrichts betreffen, werden im Kapitel 2.1 „Prozessbezogene Kompetenzen“ beschrieben.

Die im Folgenden formulierten Kompetenzen sollen eine Orientierungshilfe geben, welches Niveau in den entsprechenden Jahrgangsstufen anzustreben ist. Dargestellt wird so die Progression des Kompetenzerwerbs in den Jahrgangsstufen. Weiterhin zeigen die Tabellen, an welchen verbindlichen Inhalten die Kompetenzen zu erarbeiten sind. In Kapitel 3 werden diese Inhalte nochmals verkürzt zusammengefasst.

Die unterrichtliche Umsetzung liegt unter Berücksichtigung der drei Anforderungsbereiche in der Hand der Lehrkräfte. Die Kompetenzbeschreibungen sind kumulativ zu verstehen.

Wird mit dem Unterricht im Fach Chemie erst nach der Jahrgangsstufe 6 oder später begonnen, müssen die hier für die Jahrgangsstufen 5 und 6 genannten Kompetenzerwartungen und verbindlichen Inhalte entsprechend stufengerecht später Berücksichtigung finden, wenn zuvor kein integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht stattgefunden hat. Die Ausweisung der inhaltsbezogenen Kompetenzen orientiert sich an den drei Anforderungsebenen; die Kompetenzerwartungen für den Ersten allgemeinbildenden Schulabschluss erscheinen in einfachem Druck, die Kompetenzerwartungen für den Mittleren Schulabschluss sind grau unterlegt, und die Kompetenzerwartungen für den Übergang in die Oberstufe sind grau unterlegt und zusätzlich fett gedruckt.

### 2.2.1 Kompetenzerwartungen zum Basiskonzept „Stoff-Teilchen-Konzept“

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Inhaltsbezogene Kompetenzen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Verbindliche Fachinhalte  |
|--|---|---|
| <b>Jahrgangsstufen 5/6</b>   |   |   |
| <b>Stoffe besitzen charakteristische Eigenschaften. Die Eigenschaften bestimmen die Verwendung der Stoffe.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· beschreiben Eigenschaften von Stoffen.</li> <li>· unterscheiden Reinstoffe und Stoffgemische.</li> <li>· nutzen charakteristische Stoffeigenschaften für die Trennung von Stoffgemischen.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Stoffeigenschaften</li> <li>· Reinstoffe und Stoffgemische</li> <li>· homogene und heterogene Stoffgemische</li> <li>· Trennverfahren</li> </ul> |
| <b>Stoffe bestehen aus Teilchen / Bausteinen.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· erklären den Aufbau der Stoffe und Stoffgemische mithilfe eines Teilchenmodells.</li> <li>· beschreiben und erklären Aggregatzustandsänderungen mithilfe einer Teilchenvorstellung.</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Teilchenmodell</li> <li>· Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen</li> </ul>   |

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts                 | Inhaltsbezogene Kompetenzen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Verbindliche Fachinhalte   |
|--|--|--|
| <b>Jahrgangsstufen 7 bis 9 bzw. 7 bis 10</b>                 |  |  |
| <b>Stoffe sind aus Atomen aufgebaut.</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· unterscheiden chemische Elemente und chemische Verbindungen.</li> <li>· erläutern an ausgewählten Beispielen, dass aus wenigen Elementen die Vielfalt an Verbindungen entsteht.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Elemente und chemische Verbindungen</li> </ul>  |
| <b>Atome besitzen einen differenzierten Aufbau.</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· beschreiben den Aufbau der Atome mithilfe geeigneter Modelle.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Atommodell nach Dalton (ohne die Aussage über die Unteilbarkeit der Atome)</li> <li>· Kern-Hülle-Modell nach Rutherford</li> <li>· Schalenmodell bzw. <b>Energiestufenmodell</b></li> <li>· atomare Masse, <b>Isotope</b></li> <li>· <b>Molekülgeometrie: Elektronenpaarabstoßungsmodell</b></li> </ul> |
| <b>Elemente lassen sich ordnen.</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· erklären die Ordnung der Elemente im Periodensystem mithilfe des Aufbaus des Atomkerns und der Atomhülle.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Periodensystem der Elemente</li> </ul>  |
| <b>Atome gehen Bindungen ein.</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>· beschreiben und erklären die chemische Bindung in Salzen, Molekülen und Metallen anhand von Beispielen.</li> <li>· begründen die Bildung von Ionen mit dem Edelgaszustand bzw. der Oktettregel.</li> <li>· <b>nennen die Elektronegativität als Maß für die Fähigkeit eines Atoms, Bindungselektronen anzuziehen.</b></li> <li>· <b>differenzieren zwischen polaren und unpolaren Elektronenpaarbindungen in Molekülen.</b></li> <li>· <b>unterscheiden Ionen, Dipolmoleküle und unpolare Moleküle.</b></li> <li>· <b>wenden ihr Wissen über den Aufbau der Materie für die Vorhersage möglicher chemischer Reaktionen an.</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ionenbindung und Ionengitter</b></li> <li>· <b>Bindung in Metallen</b></li> <li>· <b>Elektronenpaarbindung</b></li> <li>· <b>Elektronegativität</b></li> </ul>   |
| <b>Organische Stoffe lassen sich in Stoffklassen ordnen.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· unterscheiden anorganische und organische Stoffe.</li> <li>· unterscheiden die Stoffklassen der Alkane und Alkanole.</li> <li>· beschreiben und erläutern den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie am Beispiel der Alkane und Alkanole.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Stoffklassen und ihre funktionellen Gruppen (Alkane, <b>Alkene</b>, Alkanole)</li> </ul>  |

## 2.2.2 Kompetenzerwartungen zum Basiskonzept „Struktur-Eigenschafts-Konzept“

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Inhaltsbezogene Kompetenzen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Verbindliche Fachinhalte  |
|--|---|---|
| Jahrgangsstufen 5/6  |   |   |
| Eigenschaften können zur Charakterisierung und Identifizierung von Stoffen genutzt werden.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ordnen Reinstoffe anhand ihrer charakteristischen Eigenschaftskombinationen.</li> <li>nutzen charakteristische Stoffeigenschaften zur Unterscheidung bzw. Identifizierung von Reinstoffen.</li> <li>beschreiben Ordnungsprinzipien für Stoffgemische und wenden sie auf geeignete, alltagsrelevante Beispiele an.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reinstoffe und Stoffgemische des Alltags</li> <li>Stoffeigenschaften: Siede- und Schmelztemperatur, Leitfähigkeit, Dichte</li> </ul> |
| Jahrgangsstufen 7 bis 9 bzw. 7 bis 10  |   |   |
| Stoffeigenschaften können mithilfe von Bindungsmodellen gedeutet werden.                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>deuten die Bindungsarten Ionenbindung, Elektronenpaarbindung und Metallbindung mithilfe des Konzepts der Elektronegativität.</li> <li>erklären die spezifischen Eigenschaften von Salzen mithilfe von Ionen, Ionengittern und elektrostatischen Kräften.</li> <li>beschreiben und erklären die spezifischen Eigenschaften von Metallen mithilfe des Konzepts der Metallbindung.</li> <li>beschreiben und erklären Stoffeigenschaften (Löslichkeit, Mischbarkeit, Siede-, Schmelztemperaturen) anhand des Bindungstyps bzw. der zwischenmolekularen Wechselwirkungen (Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ionenbindung</li> <li>Bindung in Metallen</li> <li>Elektronenpaarbindung</li> </ul>  |
| Zwischen den Eigenschaften und der Struktur eines Stoffes besteht ein Zusammenhang.          | <ul style="list-style-type: none"> <li>fassen Stoffe, die sich in ihren Eigenschaften und in ihrem Reaktionsverhalten ähneln, zu Stoffklassen zusammen.</li> <li>nutzen das Periodensystem der Elemente zur Vorhersage ausgewählter Strukturen und Eigenschaften.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Elementfamilien, Stoffklassen</li> <li>Periodensystem der Elemente</li> </ul>  |
| Eigenschaften von Stoffen können mithilfe intermolekularer Wechselwirkungen gedeutet werden. | <ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden das Konzept der Elektronegativität zur Erklärung intermolekularer Wechselwirkungen.</li> <li>erklären die spezifischen Eigenschaften von molekular aufgebauten Stoffen mithilfe intermolekularer Wechselwirkungen.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Konzept der Elektronegativität</li> <li>intermolekulare Wechselwirkungen</li> </ul>  |

## 2.2.3 Kompetenzerwartungen zum „Basiskonzept chemische Reaktion“

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts  | Inhaltsbezogene Kompetenzen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Verbindliche Fachinhalte  |
|---|--|---|
| <b>Jahrgangsstufen 5/6</b>  |  |   |
| <b>Chemische Reaktionen besitzen typische Merkmale (Stoffebene).</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· benennen die Bildung neuer Stoffe und den Energieumsatz als Merkmale chemischer Reaktionen.</li> <li>· benennen Eigenschaften, Nachweise und Reaktionen der Bestandteile der Luft.</li> <li>· dokumentieren chemische Reaktionen mithilfe von Wortschemata.</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Kennzeichen chemischer Reaktionen</li> <li>· Eigenschaften und Reaktionen der Bestandteile der Luft</li> <li>· Verbrennungsreaktionen</li> <li>· Wortschemata</li> </ul>   |
| <b>Jahrgangsstufen 7 bis 9 bzw. 7 bis 10</b>  |  |   |
| <p><b>Chemische Reaktionen können auf Teilchenebene gedeutet werden.</b></p> <p><b>Chemische Reaktionen lassen sich quantitativ beschreiben.</b></p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· erklären Veränderungen bei chemischen Reaktionen auf atomarer Ebene.</li> <li>· deuten die Erhaltung der Masse bei chemischen Reaktionen mithilfe der konstanten Atomanzahl.</li> <li>· formulieren Reaktionsschemata (Wortschemata oder Formelschreibweise)</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Gesetz von der Erhaltung der Masse</li> <li>· Reaktionsschemata (Wortschemata oder Formelschreibweise)</li> </ul>  |
| <p><b>Chemische Reaktionen können differenziert auf der Teilchenebene erklärt werden.</b></p> <p><b>Chemische Reaktionen lassen sich systematisieren.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· erklären die Bildung von Ionen durch Elektronenübertragung.</li> <li>· definieren Oxidation als Abgabe von Elektronen und Reduktion als Aufnahme von Elektronen.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Bildung von Ionen</li> <li>· Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>· Reaktionen von Metallen mit Sauerstoff, edle und unedle Metalle</li> <li>· Metallgewinnung</li> <li>· Redoxreaktionen am Beispiel von Elektrolyse und galvanischen Elementen</li> </ul> |
| <p><b>Chemische Reaktionen lassen sich systematisieren.</b></p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· erklären Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen mithilfe des Konzepts der Elektronegativität.</li> <li>· wenden die Konzepte der Redoxreaktionen und Protonenübertragungsreaktionen auf die Reaktion von Säuren / sauren Lösungen mit Metallen an.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Säure-Base-Reaktionen nach Brönsted</li> <li>· Säure, Base, saure Lösung, basische bzw. alkalische Lösung, Neutralisation</li> </ul>   |

## 2.2.4 Kompetenzerwartungen zum „Basiskonzept Energie“

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts                 | Inhaltsbezogene Kompetenzen<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Verbindliche Fachinhalte  |
|--|---|---|
| <b>Jahrgangsstufen 5/6</b>                                   |   |   |
| <b>Stoffe kommen in verschiedenen Aggregatzuständen vor.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· erklären die unterschiedlichen Aggregatzustände eines Stoffes mithilfe des Zusammenhangs zwischen der Bewegungsenergie der Teilchen und der Temperatur.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Aggregatzustände, Siede- und Schmelztemperatur</li> </ul>  |
| <b>Bei chemischen Reaktionen wird Energie umgewandelt.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· beschreiben die Umwandlung von chemischer Energie bei chemischen Reaktionen in andere Energieformen.</li> <li>· beschreiben, dass bei exothermen Reaktionen Energie an die Umgebung abgegeben und bei endothermen aufgenommen wird.</li> <li>· stellen die energetischen Verhältnisse bei chemischen Reaktionen mithilfe eines Diagramms dar.</li> <li>· deuten Aktivierungsenergie als Startenergie.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· exotherme Reaktionen</li> <li>· Energiebilanzen bei chemischen Reaktionen</li> <li>· Aktivierungsenergie als Startenergie</li> </ul> |
| <b>Jahrgangsstufen 7 bis 9 bzw. 7 bis 10</b>                 |   |   |
| <b>Bei chemischen Reaktionen wird Energie umgewandelt.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· stellen den Verlauf der Energie bei exothermen und endothermen chemischen Reaktionen mithilfe eines Energiediagramms dar.</li> <li>· beschreiben die Aktivierungsenergie als Energie, die man benötigt, um Stoffe in einen reaktionsbereiten Zustand zu versetzen.</li> <li>· <b>beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.</b></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Energiegehalt von Stoffen</li> <li>· Energiediagramme</li> <li>· <b>Katalysatoren</b></li> </ul>                                     |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· beschreiben die Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Redoxreaktionen als elektrochemische Reaktionen</li> </ul>   |
| <b>Atommodelle können energetisch betrachtet werden.</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· beschreiben mithilfe der Ionisierungsenergien, dass sich Elektronen in einem Atom in ihrem Energiegehalt unterscheiden.</li> <li>· leiten aus den Ionisierungsenergien den Aufbau der Atomhülle ab.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ionisierungsenergie</li> </ul>   |
| <b>Bindungsmodelle können energetisch betrachtet werden.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>erklären in einfacher Form die Energiebilanz chemischer Reaktionen durch die Aufspaltung und Ausbildung chemischer Bindungen und die Aufhebung und Ausbildung von Wechselwirkungen zwischen Teilchen.</b></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Energiebilanz bei chemischen Reaktionen</b></li> </ul>  |



### 3 Inhalte des Unterrichts

Die Entwicklung prozessbezogener und inhaltsbezogener Kompetenzen ist eng mit der inhaltlichen Gestaltung des Unterrichts verbunden. Allerdings können die Inhalte nicht beliebig auf die für den Chemieunterricht vorgesehenen Jahrgangsstufen verteilt werden. Zu berücksichtigen sind zum einen die kognitiven Voraussetzungen der Lernenden, zum anderen aber auch deren Interessen und Erfahrungen.

Die folgenden Überlegungen sollen dabei berücksichtigt werden:

#### • Verteilung der Kontingenzstunden

Die Anzahl und die Verteilung der für das Fach Chemie zur Verfügung stehenden Unterrichtsstunden werden von Schule zu Schule unterschiedlich gehandhabt. Einige Schulen in Schleswig-Holstein beginnen mit dem Chemieunterricht bereits in den Jahrgangsstufen 5/6 oder 7. Der frühzeitige Beginn ist im Rahmen der Verteilung der Unterrichtsstunden laut Kontingenzstundentafel möglich und hat sich in zahlreichen anderen Bundesländern bereits etabliert und als sehr sinnvoll erwiesen. Dabei ist darauf zu achten, dass der Unterricht im Fach Chemie möglichst durchgehend geplant und in keiner Jahrgangsstufe ausgesetzt wird.

#### • Verteilung der Inhalte auf die Jahrgangsstufen

In der folgenden Tabelle werden die verbindlich zu behandelnden Inhalte aufgelistet. Ergänzend sind in der ersten Spalte Empfehlungen zu finden, ab welcher Jahrgangsstufe die jeweiligen Inhalte berücksichtigt werden können. Innerhalb dieses Rahmens werden die Verteilung der Inhalte auf einzelne Jahrgangsstufen, die Reihenfolge und die fachliche Tiefe der Unterrichtsthemen, die Gestaltung von Lernumgebungen, Vernetzungen und Wiederholungen und so weiter von der Fachkonferenz im schulinternen Fachcurriculum festgelegt.

Bei der Planung ist bereits in der Sekundarstufe I zu berücksichtigen, dass am Ende der Einführungsphase der Sekundarstufe II die Einführung in die Organische Chemie abgeschlossen sein muss. Die Inhalte der anorganischen Kohlenstoffchemie und Teile der Einführung in die Organische Chemie (bislang Inhalte der Sekundarstufe II) müssen bereits in der Sekundarstufe I behandelt werden. Es bietet sich daher an, den Unterrichtsgang im Fach Chemie der Sekundarstufen I und II als Ganzes zu betrachten.

## Verbindlich zu behandelnde Inhalte

|  | Stoff-Teilchen-Konzept   | Struktur-Eigen-schafts-Konzept  | Konzepte zur chemischen Reaktion   | Energiekonzept   |
|--|--|---|--|--|
| bereits in den 5./6. Jahrgangsstufen möglich | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Stoffeigenschaften</li> <li>· Reinstoffe und Stoffgemische</li> <li>· homogene und heterogene Stoffgemische</li> <li>· Trennverfahren</li> <li>· Teilchenmodell</li> <li>· Aggregatzustände und Aggregatzustandsänderungen</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Reinstoffe und Stoffgemische des Alltags</li> <li>· Stoffeigenschaften</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Kennzeichen chemischer Reaktionen</li> <li>· Eigenschaften und Reaktionen der Bestandteile der Luft</li> <li>· Verbrennungsreaktionen</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Aggregatzustände, Siede- und Schmelztemperatur</li> <li>· exotherme Reaktionen</li> <li>· Energieverlauf bei chemischen Reaktionen</li> <li>· Aktivierungsenergie als Startenergie</li> </ul> |
| bereits in der 7. Jahrgangsstufe möglich     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Elemente und chemische Verbindungen</li> <li>· Atommodell nach Dalton (ohne die Aussage über die Unteilbarkeit der Atome)</li> </ul>  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Gesetz von der Erhaltung der Masse</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Energiegehalt von Stoffen</li> <li>· Energiediagramme</li> </ul>  |
| bereits in der 8. Jahrgangsstufe möglich     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Kern-Hülle-Modell nach Rutherford</li> <li>· Schalenmodell bzw. <b>Energiestufenmodell</b></li> <li>· atomare Masse, Isotope</li> <li>· Periodensystem der Elemente</li> <li>· Ionenbindung und Ionengitter</li> <li>· Bindung in Metallen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Periodensystem der Elemente</b></li> <li>· Ionenbindung</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Bildung von Ionen</b></li> <li>· <b>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</b></li> <li>· Reaktionen von Metallen mit Sauerstoff, edle und unedle Metalle</li> <li>· Metallgewinnung</li> <li>· <b>Redoxreaktionen am Beispiel von Elektrolyse und galvanischen Elementen</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Ionisierungsenergie</b></li> <li>· <b>Katalysatoren</b></li> <li>· <b>Redoxreaktionen als elektrochemische Reaktionen</b></li> </ul>   |
| bereits in der 9. Jahrgangsstufe möglich     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Elektronenpaarbindung</li> <li>· <b>Molekülgeometrie: Elektronenpaarabstoßungsmodell</b></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Elektronenpaarbindung</li> <li>· <b>Konzept der Elektronegativität</b></li> <li>· <b>intermolekulare Kräfte</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Säure-Base-Reaktionen nach Brönsted</b></li> <li>· Säure, Base, saure Lösung, basische bzw. alkalische Lösung, Neutralisation</li> </ul>   |  |
| bereits in der Sekundarstufe I               | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Bindungsmodelle organischer Verbindungen</b></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Struktur</b> und Eigenschaften organischer Verbindungen (Alkane, Alkanole)</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Verbrennungsreaktionen der Alkane und Alkanole</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Nutzung fossiler Brennstoffe</li> </ul>   |

Die Unterrichtsthemen, die im schulinternen Fachcurriculum dokumentiert werden, müssen immer wieder auf Eignung bezüglich des Kompetenzaufbaus überprüft werden. Dabei gelten die folgenden Kriterien:

- Die Unterrichtsthemen enthalten nach Möglichkeit Bezüge zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler.
- Sie besitzen fachliche Relevanz.
- Sie führen zu einem systematischen Verständnis der Basiskonzepte und vernetzen die Vielfalt der Inhalte.

- Sie weisen, wenn möglich, fächerübergreifende Bezüge auf.
- Sie bieten Gelegenheiten, die erworbenen Kompetenzen in unterschiedlichen Bereichen des Alltags anzuwenden und lassen damit ihren Sinn und Nutzen erkennen.
- Sie ermöglichen selbstgesteuertes Lernen.
- Sie fördern kumulatives und nachhaltiges Lernen.

#### 4 Schulinternes Fachcurriculum

Innerhalb der Rahmenvorgaben der Fachanforderungen besitzen die Schulen Gestaltungsfreiheit bezüglich der Umsetzung der Kontingenzstundentafel, der Lern- und Unterrichtsorganisation, der pädagogisch-didaktischen Konzepte wie auch der inhaltlichen Schwerpunktsetzungen.

Für die Fachkonferenz Chemie ergeben sich die folgenden Aufgaben:

- Es muss der Schulkonferenz ein Vorschlag gemacht werden, in welcher Jahrgangsstufe **der Einstieg** in den Chemieunterricht stattfinden soll.
- Die **Unterrichtsthemen** müssen sinnvoll auf die zur Verfügung stehenden Jahrgangsstufen verteilt werden. Dabei muss das für das Verständnis der Inhalte erforderliche Abstraktionsniveau berücksichtigt werden.

- Es muss für den Chemieunterricht ein **schulinternes Fachcurriculum** beschlossen werden, in dem verbindliche Aussagen zu den Inhalten und den von den Schülerinnen und Schülern nach dem jeweiligen Unterrichtsabschnitt beziehungsweise der Jahrgangsstufe zu erwerbenden Kompetenzen festgehalten werden (siehe unten).

Die Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums stellt eine ständige Aufgabe der Fachkonferenz dar. Die Fachkonferenz ist durch das Schulgesetz und die Fachanforderungen gehalten, eine Reihe von Vereinbarungen zu treffen. Darüber hinaus können im Verantwortungsbereich der Fachkonferenz weitere Beschlüsse gefasst werden, die dann die gleiche Verbindlichkeit für die Lehrkräfte besitzen. Im schulinternen Fachcurriculum sind Vereinbarungen zu folgenden Aspekten zu treffen:

| Aspekte                                  | Vereinbarungen  |
|--|---|
| <b>Unterricht</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Gestaltung von Unterrichtseinheiten; Festlegung der Unterrichtsthemen</li> <li>· Beitrag der jeweiligen Unterrichtseinheit zum Erwerb und zur Erweiterung der prozessbezogenen Kompetenzen und des Aufbaus der Basiskonzepte</li> <li>· Absprachen zu den Kontexten im Zusammenhang mit dem Wahlpflichtunterricht zum Zweck der Vermeidung inhaltlicher Dopplungen</li> <li>· fächer- und themenübergreifendes Arbeiten</li> <li>· Einbeziehung außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte</li> </ul>                 |
| <b>Fachsprache</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Festlegung von einheitlichen Bezeichnungen und Begriffen; einheitliche Formelsprache</li> <li>· Möglichkeiten für durchgängige Sprachbildung</li> </ul>  |
| <b>Fördern und Fordern</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Vorschläge für Angebote für besonders leistungsstarke, motivierte bzw. leistungsschwache Schülerinnen und Schüler</li> <li>· Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit hohem Förderbedarf sowie für besonders begabte Schülerinnen und Schüler</li> <li>· Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen</li> <li>· Ausgestaltung der Binnendifferenzierung</li> <li>· außerunterrichtliche Angebote für besonders interessierte Schülerinnen und Schüler</li> </ul> |
| <b>Digitale Medien / Medienkompetenz</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Beitrag des Faches zur Medienkompetenz</li> <li>· Nutzung digitaler Medien im Unterricht</li> </ul>  |
| <b>Hilfsmittel</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Anschaffungen und Einsatz von Experimentiergeräten</li> <li>· Maßnahmen zur Sicherung von Wissensbeständen, die ohne Nachschlagewerke wie Chemiebücher oder Lexika aus dem Gedächtnis abrufbar sein sollen</li> </ul>  |
| <b>Leistungsbewertung</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen</li> </ul>  |
| <b>Überprüfung und Weiterentwicklung</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· regelmäßige Evaluation und Weiterentwicklung getroffener Verabredungen</li> <li>· regelmäßige Absprachen über den Fortbildungsbedarf</li> </ul>  |

## 5 Leistungsbewertung

Grundlage für eine Beurteilung sowie gegebenenfalls eine Leistungsbewertung sind die von der Lehrkraft beobachteten Schülerhandlungen. Beurteilen bedeutet die kritische, wertschätzende und individuelle Rückmeldung auf der Grundlage von kompetenzbasierten Kriterien. In diesem Sinne stehen im Unterricht die Diagnostik und das Feedback unter Berücksichtigung des individuellen Lernprozesses im Vordergrund. Eine Bewertung lässt sich nur aus einer an Kriterien orientierten Beobachtung ableiten. Lernerfolgsüberprüfungen sollen Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben, erworbene Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen.

Grundsätzlich sind alle in Kapitel II.2 ausgewiesenen Kompetenzbereiche (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung) bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, das Erreichen der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu evaluieren. Lernerfolgsüberprüfungen sollen Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben, erworbene Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen.

Für Lehrkräfte sind die Ergebnisse der begleitenden Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzerwerbs Anlass, die Zielsetzungen und Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen. Schülerinnen und Schüler erhalten Rückmeldungen zu ihrem Lernprozess und zu den erreichten Lernständen. Beide Rückmeldungen sind eine Hilfe für die Selbsteinschätzung. Die Rückmeldungen müssen auch Hinweise für das weitere Lernen enthalten. Sie dienen damit der Lenkung und Unterstützung des individuellen Lernprozesses.

### Beurteilungsbereiche für das Fach Chemie

#### Für die Leistungsbewertung im Fach Chemie werden Unterrichtsbeiträge zugrunde gelegt.

Um dem unterschiedlichen Leistungsvermögen und den unterschiedlichen Persönlichkeiten der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden, aber auch, um das gesamte

Spektrum der Leistungen angemessen berücksichtigen zu können, müssen im Bereich der Unterrichtsbeiträge Leistungsnachweise aus unterschiedlichen Feldern der Unterrichtsarbeit herangezogen werden. Hierzu gehören unter anderem:

#### Unterrichtsgespräch

- Teilnahme am Unterrichtsgespräch mit weiterführenden Fragestellungen
- Formulierung von Hypothesen und Problemstellungen
- Verwendung von Fachsprache und Modellen

#### Aufgaben und Experimente

- Formulierung von Problemstellungen und Hypothesen
- Organisation, Bearbeitung und Durchführung
- Formulierung von Vorgehensweisen, Beobachtungen, Ergebnissen
- Ziehen von Schlussfolgerungen und Ableiten von Regeln

#### Dokumentation

- Zusammenstellung von Materialsammlungen
- Verwendung von Fachsprache und Modellen
- den Anforderungen des Unterrichts entsprechende Heftführung
- geeignete Dokumentation von Versuchsergebnissen und Aufgaben
- Erstellen von Lerntagebüchern und Portfolios

#### Präsentation

- mündliche und schriftliche Darstellung von Arbeitsergebnissen
- Kurzvorträge und Referate
- Verwendung von Fachsprache und Modellen
- Präsentation von Wettbewerbsbeiträgen

#### Schriftliche Überprüfungen

- Schriftliche Leistungsüberprüfungen bis zu einer Arbeitsdauer von maximal 20 Minuten (sogenannte Tests) sind laut entsprechendem Erlass als Unterrichtsbeiträge zu berücksichtigen.

#### Leistungsbewertung in Zeugnissen

Die Leistungsbewertung im Zeugnis wird in fachlicher und pädagogischer Abwägung durch die Einschätzung der Leistung in den Unterrichtsbeiträgen gebildet.

## 6 Abschlussprüfungen in der Sekundarstufe I

Grundlage der Abschlussprüfungen sind die in den Fachanforderungen beschriebenen Kompetenzerwartungen. Einzelheiten der Gestaltung des Ersten allgemeinbildenden Schulabschlusses oder des Mittleren Schulabschlusses sind in den Durchführungsbestimmungen in ihrer jeweils gültigen Fassung geregelt.

Die mündliche Prüfung bezieht sich auf mindestens zwei thematische Schwerpunkte aus den letzten beiden Schuljahren.

Die Prüfungsaufgabe ist so zu gestalten, dass die prozessbezogenen und die inhaltsbezogenen Kompetenzen berücksichtigt werden und das naturwissenschaftliche Arbeiten in der Sekundarstufe I auf der jeweiligen Anforderungsebene hinreichend erfasst wird. Sie kann fachpraktische Teile enthalten.

Die Aufgabenstellung muss einen einfachen Einstieg erlauben, alle drei Anforderungsbereiche umfassen und so angelegt sein, dass grundsätzlich jede Note erreichbar ist.

Die Prüflinge sollen zunächst die Ergebnisse ihrer Aufgabenbearbeitung selbstständig darstellen; diese werden anschließend in einem Prüfungsgespräch vertieft.

Bei der Bewertung sollen vor allem folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen Kompetenzen,
- folgerichtiger Aufbau der Darstellung, Beherrschung der Fachsprache, Verständlichkeit der Darlegungen,
- die Fähigkeit, im Gespräch angemessen zu reagieren, zum Beispiel auf Fragen und Einwände einzugehen und gegebene Hilfen aufzugreifen,
- Selbstständigkeit im Prüfungsverlauf.

## III Fachanforderungen Chemie Sekundarstufe II

### 1 Das Fach Chemie in der Sekundarstufe II

#### 1.1 Grundlagen und Lernausgangslage

Die Fachanforderungen für die Sekundarstufe II basieren im Fach Chemie auf den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (Juni 2020). Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife spezifizieren verbindliche Vorgaben für die fachbezogenen Kompetenzen, die im Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer entwickelt werden sollen.

Der Unterricht in der Sekundarstufe II baut auf den in der Sekundarstufe I in den Fächern Chemie oder Naturwissenschaften erworbenen Kompetenzen und den in den entsprechenden Fachanforderungen für die Sekundarstufe I beschriebenen Kompetenzerwartungen auf. Die in der Sekundarstufe I erworbenen prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen sind unentbehrliche Grundlage für die Arbeit in der Sekundarstufe II. Sie können somit auch Bestandteil der Abiturprüfung sein.

Die Fachanforderungen liefern Vorgaben über die im Chemieunterricht der Sekundarstufe II zu erreichenden Kompetenzen. Sie konkretisieren diese Kompetenzerwartungen auf grundlegendem und auf erhöhtem Anforderungsniveau.

Die Fachanforderungen haben das Ziel, einen zeitgemäßen Chemieunterricht zu ermöglichen, der in unterschiedlichen Lerngruppen individuell gestaltet werden kann. Die in der Sekundarstufe II zu behandelnden Inhalte werden in der Einführungsphase drei und in der Qualifikationsphase vier Sachgebieten zugeordnet. In der Einführungsphase wird in den zu behandelnden Sachgebieten ein grundlegendes Basiswissen angelegt, das in der Qualifikationsphase durch Wahl geeigneter Anwendungsfelder vertieft wird. Dadurch ermöglichen die Fachanforderungen die Gestaltung des Unterrichts sowohl hinsichtlich einer naturwissenschaftlich-chemischen Grundbildung als auch der Vorbereitung auf ein naturwissenschaftliches Studium.

#### 1.2 Beitrag des Faches zur allgemeinen und fachlichen Bildung

Naturwissenschaften und Technik prägen den Alltag in unserer Gesellschaft. Sie bilden einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Erkenntnisse aus den Bereichen Biologie, Chemie und Physik und deren technische Anwendung bewirken Fortschritte auf vielen Gebieten.

Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung. Im Mittelpunkt steht die Fähigkeit, wichtige Phänomene in Natur und Technik zu kennen, Zusammenhänge und Prozesse zu durchschauen, die Sprache, die besonderen Verfahrensweisen der Erkenntnisgewinnung inklusive der Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren Möglichkeiten und Grenzen auseinanderzusetzen.

Ziel ist die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Sinne einer „Scientific Literacy“. Diese dient dem Verständnis der grundlegenden Konzepte, der Arbeits- und Denkweisen der Naturwissenschaften sowie deren Reflexion und Nutzung. Sie beschreibt die Bedeutung und Relevanz der Naturwissenschaften in der Gesellschaft und bildet die Basis für nachfolgende Lernprozesse. Das Besondere an dieser Grundbildung ist, dass die erworbenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen als integrale Bestandteile Eingang in das alltägliche Denken und Handeln finden sollen. Weitere Ziele des Fachunterrichts an allgemein bildenden Schulen sind die Anschlussfähigkeit für ein weiterführendes Lernen sowie die Möglichkeit, anhand der Beschäftigung mit chemischen Inhalten eigene Interessen, Fähigkeiten und Perspektiven auszudifferenzieren.

Ergänzend soll der Unterricht in der Sekundarstufe II gegenüber der Sekundarstufe I verstärkt Einblicke in wissenschaftliches Arbeiten in die Berufsfelder der Chemie bieten. Insbesondere in den naturwissenschaftlichen Profilen muss es gelingen, neben der Erweiterung einer

naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung Grundvoraussetzungen im Sinne von Wissenschaftspropädeutik als Basis für einen erfolgreichen Übergang in ein Studium oder eine Berufsausbildung zu schaffen.

Somit fordert das Verstehen unseres modernen Alltags Kenntnisse über Stoffe, deren Eigenschaften und Reaktionen. Aber auch die Verwendbarkeit sowie die Gefährlichkeit von Stoffen gehören zu den notwendigen Kenntnissen, die der Chemieunterricht vermittelt. Dies schließt auch einen Einblick in chemische Forschung ein – sowohl in die Grundlagenforschung als auch in die anwendungsorientierte Forschung.

Darüber hinaus hat der Chemieunterricht in der Schule durch die wachsende Gefährdung unseres Lebensraums zusätzlich an Bedeutung gewonnen. Die Schülerinnen und Schüler müssen für eine verantwortungsbewusste Gestaltung ihres Lebens und der Gesellschaft qualifiziert werden und die Bedeutung der Chemie für ihr eigenes Leben und die Tragweite chemischer Erkenntnisse für die Menschheit einschätzen lernen.

Der Chemieunterricht muss also heute mehr denn je ein solides fachliches, chemisch-naturwissenschaftliches Fundament, also eine chemische Allgemeinbildung in den Köpfen unserer Schülerinnen und Schüler anlegen. Auf dieser Basis können die empfindlichen Gleichgewichte natürlicher und technischer Stoffkreisläufe und Umweltprobleme verstanden werden.

Die Themen des Unterrichts knüpfen an die Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler an. Ausgehend von diesen Themen werden Fragestellungen formuliert und aus den Perspektiven der Chemie bearbeitet.

Die Bedeutung des Chemieunterrichts begründet sich jedoch nicht nur durch Alltagsbezüge und -relevanz, sondern auch durch vielfältige Möglichkeiten der Erkenntnisgewinnung, der beruflichen Orientierung und durch das Aufzeigen des Zusammenwirkens von Wissenschaft, Kultur und Gesellschaft, dies nicht nur im nationalen, sondern auch im europäischen und internationalen Kontext.

Durch die unterschiedliche konzeptionelle Gestaltung wird die Betonung verschiedener Ziele ermöglicht, die im modernen Chemieunterricht kontinuierlich berücksichtigt werden.

- Schwerpunkt Wissensanwendung und Relevanz: kontextbasiertes Lernen
- Schwerpunkt naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen: forschendes Lernen
- Schwerpunkt Entwicklung der Chemie als Wissenschaft und Bestandteil unserer Gesellschaft: historisch-problemorientiertes Lernen

Der Unterricht soll die Schülerinnen und Schüler darüber hinaus befähigen, die Folgen ihres alltäglichen Handelns zu reflektieren, um nachhaltiges Handeln zu ermöglichen und um begründete Entscheidungen treffen zu können.

### 1.3 Didaktische Leitlinien

Die Aufgabe des Chemieunterrichts ist es, die Kompetenzentwicklung der Lernenden anzuregen, zu unterstützen, zu fördern und zu sichern. In der Auseinandersetzung mit chemischen Fragestellungen sollen die Schülerinnen und Schüler neben einem tragfähigen fachlichen Wissen die Fähigkeiten erwerben, zunehmend eigenständig Sachverhalte zu erarbeiten und ihre Bedeutung im Alltag zu erfassen. Die unverzichtbare Bedeutung des Chemieunterrichts für eine auf nachhaltige, individuelle und gesellschaftliche Entwicklungen ausgerichtete

Zukunft wird durch die Verknüpfung von fachspezifischen Kompetenzen mit fachübergreifenden „21st Century Skills“ offenkundig.

In Anlehnung an die KMK-Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife erfolgt die fachliche Ausprägung des Kompetenzbegriffs im Fach Chemie wie auch in den beiden anderen naturwissenschaftlichen Fächern Biologie und Physik in der Sekundarstufe II durch Unterteilung in vier Kompetenzbereiche, die eng mit der Entwicklung des Fachwissens verknüpft sind.

#### Aspekte der Kompetenzbereiche im Fach Chemie

| Sachkompetenz  | Erkenntnisgewinnungskompetenz  | Kommunikationskompetenz   | Bewertungskompetenz   |
|--|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftliche Konzepte, Theorien und Verfahren kennen, beschreiben und erklären</li> <li>• geeignete Konzepte, Theorien und Verfahren auswählen und nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu beschreiben und zu erklären</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen beschreiben, erklären und verknüpfen; Untersuchungsmethoden und Modelle nutzen und fachbezogene Lösungsstrategien entwickeln</li> <li>• die Bedeutung von Experimenten und Modellen erfassen</li> <li>• Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten und deren Möglichkeiten und Grenzen reflektieren</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachsprache, fachtypische Darstellungen und Argumentationsstrukturen kennen und nutzen</li> <li>• Informationsquellen kritisch auswählen</li> <li>• Informationen sach- und fachbezogen erschließen</li> <li>• sachgerecht argumentieren</li> <li>• Präsentationsformen adressatengerecht auswählen und verwenden</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• die fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren der Chemie und der Naturwissenschaften kennen und nutzen, um in verschiedenen Kontexten anhand verschiedener Kriterien sachgerecht zu beurteilen</li> <li>• chemische bzw. naturwissenschaftliche Kenntnisse nutzen, um begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren</li> </ul> |

Die vier Kompetenzbereiche durchdringen einander und bilden gemeinsam die **Fachkompetenz** im jeweiligen Fach ab. Kompetenzen zeigen sich in der Verbindung von Wissen und Können in den jeweiligen Kompetenzbereichen, also von Kenntnissen und Fähigkeiten und sind nur

im Umgang mit Inhalten zu erwerben. Die Kompetenzen dienen zum einen der Entwicklung des Fachwissens und stellen zum anderen einen Lerngegenstand an sich dar, da in ihnen spezifische fachtypische Methoden verankert sind.



Das **Fachwissen** besteht aus einem breiten Spektrum an Kenntnissen als Grundlage einer fachspezifischen Sachkompetenz, die es den Lernenden ermöglicht, Phänomene und Fragestellungen aus der spezifischen Sichtweise der Chemie zu erfassen, zu beschreiben, zu deuten und weiter zu entwickeln. Fachwissen ist weiterführend in allen Kompetenzbereichen erforderlich. Zu diesem Spektrum gehören naturwissenschaftliche Konzepte, Theorien, Verfahren, Denk- und Arbeitsweisen, Fachsprache, fachtypische Darstellungen und Argumentationsstrukturen, fachliche wie überfachliche Perspektiven und Bewertungsverfahren.

Um die Möglichkeit einer Vernetzung von auf nachhaltige Entwicklungen ausgerichteten Themengebieten (im Sinne eines kontextbasierten und forschend-entwickelnden Lernens) mit einem systematischen Wissens- und Fachkompetenzerwerb zu realisieren, wird das Wissen über die einzelnen Unterrichtsinhalte hinweg durch **Basiskonzepte** systematisiert und strukturiert. Basiskonzepte sind grundlegende, für den Unterricht eingegrenzte und für die Lernenden nachvollziehbare Ausschnitte fachlicher Konzepte und Leitideen. Sie vernetzen die Vielfalt der Inhalte durch zentrale, aufeinander bezogene Begriffe und Theorien. Darüber hinaus erleichtern sie das Verständnis durch erklärende Modellvorstellungen.

Durch eine sinnvolle Strukturierung der schulischen Inhalte des Fachs Chemie sollen die Basiskonzepte

- die Aneignung eines grundlegenden, vernetzten Wissens erleichtern,
- den systematischen und kumulativen Aufbau von fachlichen Kompetenzen begünstigen,
- die Basis für die interdisziplinäre Vernetzung des Wissens bilden.

Die Basiskonzepte bilden den Rahmen, in dem neue Erfahrungen mit Schülervorstellungen und bereits erworbenen Kenntnissen und Kompetenzen verbunden werden können. Über alle Jahrgangsstufen werden die Basiskonzepte in unterschiedlichen Zusammenhängen erkenntniswirksam immer wieder aufgegriffen, thematisch ausdifferenziert und bilden damit die übergeordneten Strukturen im Aufbau eines vielseitig verknüpften Wissensnetzes.

Das Fach Chemie ist im Besonderen durch eine Betrachtung der Eigenschaften, der Analyse und der Synthese von Stoffen, der Beschreibung und der Deutung ihres Aufbaus im Zusammenhang mit ihren Eigenschaften gekennzeichnet. Darüber hinaus werden auf chemische Prozesse bezogene energetische Zusammenhänge betrachtet. Die Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife formulieren daher die folgenden drei Basiskonzepte:

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

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen</b></p> | <p>Die Chemie betrachtet Materie hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung sowie deren Aufbau aus Atomen, Teilchen und Teilchenverbänden. Die Betrachtungs- und Erklärungsebenen der Stoffe und der Teilchen müssen einerseits voneinander abgegrenzt werden und sich andererseits aufeinander beziehen.</p> <p>Die Eigenschaften der Stoffe werden durch die Art, die Anordnung und die Wechselwirkungen zwischen den Teilchen bestimmt (Struktur-Eigenschafts-Beziehungen). Sie können durch ein Basiskonzept inhaltlich kohärent beschrieben und interpretiert werden. Aus den Eigenschaften ergeben sich Vorkommen und Verwendungsmöglichkeiten der Stoffe in Natur und Technik.</p> <p>Auf makroskopischer Ebene werden die Eigenschaften von Stoffen und der Verlauf chemischer Reaktionen beschrieben. Auf submikroskopischer Ebene werden Typen der chemischen Bindung, Verbindungen mit funktionellen Gruppen, Strukturen ausgewählter organischer und anorganischer Stoffe sowie Natur- und Kunststoffe, intermolekulare Wechselwirkungen, mesomere und induktive Effekte betrachtet.</p> |
| <p><b>Konzept der chemischen Reaktion</b></p>  | <p>Durch chemische Reaktionen werden aus Ausgangsstoffen neue Stoffe gebildet. Die durch Anziehungs- und Abstoßungskräfte eintretenden Wechselwirkungen zwischen Teilchen bilden die Deutungsgrundlage für chemische Reaktionen. Chemische Reaktionen sind mit einem Energieaustausch verbunden.</p> <p>Säure-Base- und Redoxreaktionen lassen sich als Protonen- bzw. Elektronenübergänge beschreiben (Donator-Akzeptor-Prinzip).</p> <p>Reversible chemische Reaktionen führen zu einem Gleichgewichtszustand. Auf der makroskopischen Ebene werden Konzentrationsänderungen in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Erreichen des Gleichgewichtszustandes qualitativ und quantitativ beschrieben. Darüber hinaus werden die Reaktionsgeschwindigkeit und deren Beeinflussung, das Massenwirkungsgesetz, Säure-Base- und Redox-Gleichgewichte und die Beeinflussung von Gleichgewichtskonzentrationen beschrieben und erklärt.</p> <p>Chemische Reaktionen können mithilfe von mechanistischen Betrachtungen gedeutet werden.</p>   |
| <p><b>Energiekonzept</b></p>   | <p>Bei chemischen Reaktionen verändert sich der Energiegehalt des Reaktionssystems durch Austausch mit der Umgebung.</p> <p>Energetische Erscheinungen bei chemischen Reaktionen können auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in andere Energieformen zurückgeführt werden.</p> <p>Das Basiskonzept Energie liefert Begründungen, in welche Richtung eine chemische Reaktion abläuft und inwieweit sie über Temperaturänderungen gesteuert werden kann. Auf submikroskopischer Ebene bietet es Modellvorstellungen der chemischen Bindung zur Erklärung messbarer energetischer Zustände und Umsätze an.</p>   |

Die Basiskonzepte bilden das vernetzende Rückgrat der curricularen Gestaltung. Fachliches Wissen wird in fachbezogenen Anwendungsbereichen, also in Kontexten, erworben. Es muss allerdings immer wieder der Wechsel zwischen Realsituationen und wissenschaftlicher Beschreibung stattfinden, um fachsystematische Strukturen entlang der Basiskonzepte zu entwickeln. Auf diese Weise wird Konzeptwissen mit Anwendungssitua-

tionen verknüpft und kann in neuen Zusammenhängen genutzt werden.

Die in den Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife (KMK 2020) beschriebene Kompetenzorientierung ist verbindlich. Die Fachanforderungen formulieren Grundsätze für den Unterricht, weisen verbindliche Kerninhalte aus und zeigen den

Gestaltungsrahmen für Konkretisierungen auf, die im schulinternen Fachcurriculum formuliert werden müssen.

#### 1.4 Anforderungsniveaus und Anforderungsbereiche

Der Fachunterricht wird auf unterschiedlichen Anspruchsebenen erteilt. Im Fach Chemie unterscheiden die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife sowie die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA) das grundlegende und das erhöhte Anforderungsniveau.

Gemäß der Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (in der Fassung vom 18.02.2021, Ziffer 3.2) repräsentiert

- **Unterricht mit grundlegendem Anforderungsniveau** das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Bildung.
- **Unterricht mit erhöhtem Anforderungsniveau** das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Bildung, die exemplarisch vertieft wird.

Der Unterschied in den Anforderungen der beiden Anforderungsniveaus liegt im Umfang und in der Tiefe der gewonnenen Kenntnisse und des Wissens über deren Verknüpfungen. Zudem unterscheiden sie sich im Maß der Selbststeuerung bei der Bearbeitung von Problemstellungen.

Der Unterricht auf grundlegendem Anforderungsniveau soll in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen des Faches einführen. Er soll wesentliche Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen des Faches bewusst und erfahrbar machen. Darüber hinaus sollen Zusammenhänge im Fach und über die Grenzen des Faches hinaus in exemplarischer Form erkennbar werden.

Der Unterricht auf erhöhtem Anforderungsniveau zielt zusätzlich auf eine systematische Auseinandersetzung mit Inhalten, Theorien und Modellen, welche die Vielzahl der Aspekte und die Komplexität des Faches verdeutlichen. Der Unterricht ist gerichtet auf eine vertiefte Beherrschung der Arbeits- und Fachmethoden und auf deren selbstständige Anwendung, Übertragung und Reflexion.

Die Anforderungen sollen sich nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ unterscheiden. Die Unterschiede bestehen insbesondere in folgenden Aspekten:

- Umfang und Spezialisierungsgrad bezüglich des Fachwissens, des Experimentierens und der Theoriebildung,
- Grad der Elementarisierung und Mathematisierung chemischer Sachverhalte und Anspruch an die verwendete Fachsprache,
- Komplexität der Kontexte sowie der chemischen Sachverhalte, Theorien und Modelle.

Nähere Ausführungen zur Unterscheidung der Anforderungsniveaus in den einzelnen Kompetenzbereichen finden sich in den Kapiteln 2 und 3.

Für die Gestaltung des Unterrichts, die Erstellung von Aufgaben und die Bewertung von Unterrichtsbeiträgen und Leistungsnachweisen sind auf beiden Anforderungsniveaus die folgenden Anforderungsbereiche zu berücksichtigen:

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

Im Unterricht muss jeder Schülerin und jedem Schüler in angemessenem Umfang Gelegenheit gegeben werden, Leistungen in allen drei Anforderungsbereichen zu erbringen.

## **2 Kompetenzbereiche - Kompetenzbereiche, Basiskonzepte und Inhalte**

Der Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie und Physik in der Sekundarstufe II ermöglicht die Weiterentwicklung der in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen, die eine naturwissenschaftliche Grundbildung charakterisieren. Die Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen ebenso wie naturwissenschaftlicher Probleme erfordert das permanente Zusammenspiel von Kompetenzen in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz mit den fachwissenschaftlichen Inhalten. Die ländergemeinsamen Bildungsstandards definieren dies insgesamt als Fachkompetenz.

Darüber hinaus unterstützt der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern die Entwicklung personaler und sozialer Kompetenzen. Schülerinnen und Schüler übernehmen im Unterricht Verantwortung für das eigene Lernen, nutzen Lernstrategien, erkunden gemeinsam mit anderen Phänomene und erarbeiten Konzepte. So werden ein lebenslanges Lernen und gesellschaftliche Mitgestaltung im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung ermöglicht.

Die im Folgenden beschriebenen Kompetenzerwartungen innerhalb der Kompetenzbereiche stellen verbindliche Standards für das Fach Chemie dar. Sie beschreiben Kompetenzen, Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche die Lernenden im Chemieunterricht bis zum Ende der Sekundarstufe II kumulativ entwickeln sollen.

Die Ausprägung der erworbenen Kompetenzen entsprechend der Anforderungsbereiche und -niveaus ergibt sich aus drei Faktoren. Berücksichtigt werden müssen

- die Komplexität der bewältigten Anforderungen hinsichtlich des Umfangs und des Vernetzungsgrads,
- die kognitiven Anforderungen bzw. das Abstraktionsniveau und die Schwierigkeit der zu lösenden Aufgaben hinsichtlich reproduzierender, selektierender, organisierender und integrierender Bestandteile,
- der Grad der Selbstständigkeit, mit dem die Schülerinnen und Schüler arbeiten.

### **2.1 Kompetenzbereiche**

Die Kompetenzbereiche beschreiben die Handlungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in Situationen, in denen die Anwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen erforderlich ist. Sie dienen einerseits der Entwicklung des Fachwissens und stellen zum anderen einen eigenen Lerngegenstand dar.

Die Lernenden besitzen Kenntnisse über naturwissenschaftliche Konzepte, Theorien und Verfahren und können diese verstärkt eigenständig beschreiben und erklären. Sie können diese auswählen und nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen verarbeiten zu können (Sachkompetenz).

Sie können naturwissenschaftliche Erkenntnismethoden eigenständig planen und anwenden (Erkenntnisgewinnungskompetenz).

Die Schülerinnen und Schüler können zunehmend selbstständig Informationen sach- und fachbezogen erschließen sowie ihr erarbeitetes Wissen und ihre Erkenntnisse adressatengerecht aufarbeiten und weitergeben (Kommunikationskompetenz).

Darüber hinaus können sie eigenständig und auf Basis des erworbenen Wissens chemische bzw. naturwissenschaftliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen, diese bewerten und darauf aufbauend Entscheidungen treffen (Bewertungskompetenz).

Wegen der großen Bedeutung der Kompetenzen für die drei naturwissenschaftlichen Fächer und ihre großen Überschneidungsbereiche ist eine Abstimmung mit den Fächern Biologie und Physik auch in der Sekundarstufe II notwendig. So können die Gemeinsamkeiten der drei Fächer gewinnbringend genutzt werden. Ziel ist es, wissenschaftspropädeutisches Arbeiten einzuüben und die Studierfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu verbessern.

Im Chemieunterricht entwickeln sich die Kompetenzen durch systematisches und reflektiertes Experimentieren,

durch die Nutzung chemischer Untersuchungsmethoden und Theorien sowie durch die Auswertung, Bewertung, Präsentation und Kommunikation von Ergebnissen. Sie sind stets mit fachlichen Inhalten verbunden und besitzen daher eine Handlungs- und eine Inhaltsdimension. Schülerinnen und Schüler erhalten damit Einblicke in die Bandbreite der typischen und mit gesellschaftlichen Entwicklungen verbundenen Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften insgesamt und der Chemie im Speziellen. Sie können für sich eigene Perspektiven eines verantwortlichen Handelns, einer gesellschaftlichen Teilhabe und einer beruflichen Orientierung entwickeln.

In den nachfolgenden Tabellen wird die Entwicklung in den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz auf einem für Fachanforderungen angemessenen Abstraktionsniveau dargestellt. Für die Arbeit in der Sekundarstufe II sind im Vergleich zur Arbeit in der Sekundarstufe I besonders folgende Aspekte zu beachten:

- Zunahme der Komplexität der Lerngelegenheiten
- steigender Abstraktionsgrad der Inhalte
- höherer Grad an Selbstständigkeit
- zunehmender Einsatz quantitativer Verfahren
- verstärktes Einüben von Perspektivwechseln

Die Ausprägung der beschriebenen Schüleraktivitäten, die Komplexität und der Grad der Selbstständigkeit werden in einer Form erwartet, die der jeweiligen Lernausgangslage der Schülerinnen und Schüler entspricht. Individuelle Unterschiede müssen dabei im Sinne einer Differenzierung berücksichtigt werden. Insbesondere muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die Schülerinnen und Schüler mit sehr unterschiedlichen Voraussetzungen in die Sekundarstufe II eintreten.

Den Bereichen Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz sind keine verbindlichen Inhalte zugeordnet. Die Inhalte, an denen die formulierten Kompetenzen erworben werden, ergeben sich aus dem Unterricht.

### 2.1.1 Sachkompetenz

Die Sachkompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren. Sie beinhaltet die Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu verarbeiten.

Die Umbenennung des Kompetenzbereichs „Umgang mit Fachwissen“ in „Sachkompetenz“ durch die Kommission der ländergemeinsamen Bildungsstandards soll stärker als über die alte Bezeichnung ausgewiesen deutlich machen, dass auch in diesem Bereich eine spezifische fachbezogene Kompetenzentwicklung bei den Lernenden angestrebt wird, nicht allein ein additiver Wissenserwerb. Die Schülerinnen und Schüler sollen über den Chemieunterricht in die Lage gelangen, Phänomene und Fragestellungen sachbezogen mit Hilfe zentraler Konzepte der Chemie zu erschließen, zu erklären und weiterzuentwickeln.

Um diese Kompetenzentwicklung zu strukturieren, legen die Bildungsstandards neben den Basiskonzepten eine Stufung zugrunde, die in der Sekundarstufe II bis zu einer quantitativ-mathematischen Beschreibung reicht.

Die Sachkompetenz ist daher eng mit dem in Kapitel 2.2 beschriebenen Aufbau der Basiskonzepte und den verbindlichen Fachinhalten verknüpft. Die Lernenden sollen chemisches Fachwissen systematisch aufbauen und Phänomene, Begriffe und Gesetzmäßigkeiten den Basiskonzepten zuordnen können. Dabei sollen sie einerseits das erworbene Wissen nachweisen. Auf der anderen Seite soll dieses Wissen zur Bearbeitung fachlicher Aufgaben und Probleme sowie fachübergreifend in unterschiedlichen Zusammenhängen und auf verschiedene Problemstellungen angewendet werden (vgl. Kompetenzbereich „Umgang mit Fachwissen“ Fachanforderungen Sek I, S. 20 ff.).

Im Mittelpunkt der Kompetenzerwartungen im Bereich Sachkompetenz steht die modellhafte Deutung beobachtbarer Phänomene auf Teilchenebene. Dabei werden

## 2 Kompetenzbereiche

die vier folgenden, sich überlappenden Teilbereiche unterschieden:

- **Basiskonzepte der Chemie** und die dazugehörenden Theorien zum Klassifizieren, Strukturieren, Systematisieren und Interpretieren nutzen,
- **Basiskonzepte der Chemie** und die dazugehörenden Theorien auswählen und vernetzen,
- chemische Zusammenhänge **mithilfe der Basiskonzepte** qualitativ-modellhaft erklären,

- chemische Zusammenhänge **mithilfe der Basiskonzepte** quantitativ-mathematisch beschreiben.

Das Zusammenspiel der Sachkompetenz mit dem systematischen und kumulativen Aufbau der Basiskonzepte wird in den Tabellen im Kapitel 2.2 abgebildet.

| Teilbereiche   | Entwicklung der Sachkompetenz in der Sekundarstufe II<br>Die Schülerinnen und Schüler können ...   |
|--|--|
| <b>Basiskonzepte der Chemie und die dazugehörenden Theorien zum Klassifizieren, Strukturieren, Systematisieren und Interpretieren nutzen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordnungsprinzipien für Stoffe beschreiben, begründen und anwenden;</li> <li>• Voraussagen über die Eigenschaften von Stoffen auf Basis chemischer Strukturen und Gesetzmäßigkeiten begründet ableiten;</li> <li>• Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen interpretieren;</li> <li>• Reaktionstypen bestimmen;</li> <li>• Stoffkreisläufe in Natur oder Technik als Systeme chemischer Reaktionen beschreiben.</li> </ul>  |
| <b>Basiskonzepte der Chemie und die dazugehörenden Theorien auswählen und vernetzen</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene unterscheiden;</li> <li>• die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip beschreiben und diese anwenden;</li> <li>• Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen beschreiben;</li> <li>• Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen sowie durch den Einsatz von Katalysatoren beschreiben;</li> <li>• unterschiedliche Reaktivitäten und Reaktionsverläufe erklären;</li> <li>• die Basiskonzepte zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie nutzen;</li> <li>• die Basiskonzepte zur Vernetzung chemischer Sachverhalte mit Inhalten anderer Unterrichtsfächer nutzen.</li> </ul> |
| <b>Chemische Zusammenhänge mithilfe der Basiskonzepte qualitativ-modellhaft erklären</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen erklären;</li> <li>• Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung von Teilchen sowie des Umbaus chemischer Bindungen deuten;</li> <li>• Modelle zur chemischen Bindung und zu intra- und intermolekularen Wechselwirkungen nutzen;</li> <li>• ausgewählte Reaktionsmechanismen beschreiben;</li> <li>• mithilfe von Modellen den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene abgrenzen.</li> </ul>  |
| <b>Chemische Zusammenhänge mithilfe der Basiskonzepte quantitativ-mathematisch beschreiben</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsgleichungen entwickeln;</li> <li>• bekannte mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte anwenden.</li> </ul>  |

### 2.1.2 Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren (international „Nature of Science“).

Im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz ist es wichtig, nicht nur das Experimentieren als chemische Untersuchungsmethode zu kennen und Experimente zur Datengewinnung nutzen zu können, sondern auch Modelle sachgerecht zur Beschreibung eines Phänomens oder zur Gewinnung von Erkenntnissen einsetzen zu können. Ebenso gehört ein Grundverständnis der Interaktionen innerhalb der Wissenschaft sowie zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu einem zeitgemäßen Verständnis der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.

Experimente und Modelle werden eingesetzt, um durch theoriegeleitete Beobachtungen entwickelte weiterführen-

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

Die in der folgenden Tabelle dargestellten Kompetenzbereiche im Bereich der Erkenntnisgewinnung basieren auf dem wissenschaftlichen Vorgehen und werden in die folgenden, sich überlappenden Teilbereiche unterschieden:

- Fragestellungen entwickeln
- Hypothesen formulieren
- Untersuchungsdesigns entwickeln und anwenden
- Datenauswertungen vornehmen und dokumentieren / Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren
- Modelle verwenden
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

| Teilbereiche  | Entwicklung der Erkenntnisgewinnungskompetenz in der Sekundarstufe II<br>Die Schülerinnen und Schüler können ...   |
|---|--|
| <b>Fragestellungen entwickeln</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische Sachverhalte bzw. Problemstellungen aus Alltagssituationen ableiten.</li> <li>• problembezogene Fragen auf der Basis des jeweiligen Vorwissens formulieren.</li> <li>• handlungsleitende bzw. erkenntnisleitende Fragen für eine Problemstellung formulieren.</li> <li>• aus gewonnenen Erkenntnissen neue Fragestellungen entwickeln.</li> </ul>   |
| <b>Hypothesen formulieren</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu einer gegebenen Frage theoriegeleitet eine Hypothese formulieren.</li> <li>• Hypothesen und Gegenhypothesen formulieren.</li> </ul>  |
| <b>Untersuchungsdesigns entwickeln und anwenden</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• aufbauend auf einer Hypothese, ggf. unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle, experiment- oder modellbasierte Vorgehensweisen planen und ein Untersuchungsdesign entwerfen.</li> <li>• Untersuchungsmethoden auswählen, die zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien angemessen sind und interpretierbare Ergebnisse liefern.</li> <li>• qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend – durchführen, protokollieren und auswerten.</li> <li>• gegebenenfalls Blindversuche berücksichtigen.</li> <li>• Mess- und Laborgeräte sachgerecht in einer Versuchsanordnung nutzen und unter Berücksichtigung der Sicherheitshinweise Messungen durchführen.</li> <li>• digitale Werkzeuge und Medien zum Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten, für Berechnungen, Modellierungen und Simulationen nutzen;</li> <li>• Abfälle ordnungsgemäß entsorgen.</li> </ul> |

Fortführung der Tabelle »

| Teilbereiche   | <b>Entwicklung der Erkenntnisgewinnungskompetenz in der Sekundarstufe II</b><br>Die Schülerinnen und Schüler können ...  |
|--|--|
| <b>Datenauswertungen vornehmen und dokumentieren / Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• aus der Durchführung einer Untersuchung Daten gewinnen und sie in Protokollen festhalten.</li> <li>• zwischen den aufbereiteten Daten (Beobachtung) und deren Interpretation (Deutung) trennen.</li> <li>• gewonnene Daten in Datentabellen, Graphen oder Diagrammen darstellen (siehe Kompetenzbereich „Kommunikation“).</li> <li>• in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends finden, diese theoriebezogen erklären und Schlussfolgerungen ziehen.</li> <li>• mathematische Verfahren zur Aufbereitung der Daten und zum Erkennen von Trends nutzen.</li> <li>• Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Theorien zur Erklärung von Phänomenen nutzen.</li> <li>• Ergebnisse mit einer zuvor gestellten Hypothese vergleichen und so die Hypothese stützen oder verwerfen.</li> <li>• bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge herstellen.</li> <li>• die Genauigkeit der Vorgehensweise im Sinne einer Fehlerbetrachtung bewerten.</li> </ul> |
| <b>Modelle verwenden</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• passende Modelle für eine Fragestellung auswählen und anwenden.</li> <li>• die Funktion eines Modells im Rahmen einer Fragestellung einordnen und erklären.</li> <li>• geeignete Real- oder Denkmodelle (z. B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente) auswählen und nutzen, um experimentelle Befunde zu erklären.</li> <li>• erläutern, dass Modelle von Menschen entwickelt werden, um Phänomene auf Teilchenebene zu beschreiben bzw. zu erklären.</li> <li>• erklären, dass Modelle nur bestimmte Eigenschaften des Originals wiedergeben und dadurch dessen Komplexität vereinfachen.</li> <li>• zwischen Anschauungs- und Denkmodellen unterscheiden.</li> <li>• die Grenzen eines Modells im Rahmen einer Fragestellung erkennen und Veränderungen am Modell vornehmen.</li> <li>• selbst Modelle entwickeln, um ein Phänomen zu veranschaulichen und Erklärungen zu finden.</li> </ul>   |
| <b>Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung reflektieren und ggf. optimieren.</li> <li>• gegebenenfalls weiterführende Fragestellungen ableiten.</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse reflektieren (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).</li> </ul>  |



### 2.1.3 Kommunikationskompetenz

Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen. Im Bereich der Kommunikationskompetenz ist es wichtig, sich nicht darauf zu beschränken, fachlich richtige Sätze zu Aufgabenstellungen zu formulieren, sondern auch fachlich und fachsprachlich richtig mit chemiebezogenen analogen und digitalen Informationsmaterialien umzugehen und unterschiedliche Repräsentationsformen adressatengerecht einzusetzen. Die Fachsprache und andere fachspezifische Repräsentationsformen wie chemische Formeln und Reaktionsgleichungen werden erlernt, um Inhalte aus unterschiedlichen Medien zu erschließen, sie fachgerecht und aufgabenbezogen aufzubereiten und um situations-

angemessen agieren zu können. Hierzu zählen der Informationsaustausch im sozialen Umfeld genauso wie die Partizipation an einer wissenschaftlichen Diskussion auf einem angemessenen Niveau als Basis einer Abgrenzung fundiertwissenschaftlicher von pseudowissenschaftlicher Argumentation. In diesem Sinne müssen Aussagen – auch im historischen Kontext – differenziert wahrgenommen, Missverständnisse und Standpunkte geklärt und Lösungen angestrebt werden.

Im Bereich der Kommunikationskompetenz werden die folgenden, sich überlappenden Teilbereiche unterschieden:

- Informationen erschließen
- Informationen aufbereiten
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren/Ergebnisse präsentieren
- argumentieren
- Fach- und Symbolsprache angemessen verwenden

| Teilbereiche              | Entwicklung der Kommunikationskompetenz in der Sekundarstufe II<br>Die Schülerinnen und Schüler können ...  |
|---------------------------|---|
| Informationen erschließen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien recherchieren und passende Quellen für ihre Zwecke auswählen;</li> <li>• relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen auswählen und Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen erschließen;</li> <li>• die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen prüfen;</li> <li>• die Qualität und die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien überprüfen (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität);</li> <li>• Informationen auf Brauchbarkeit und Vollständigkeit prüfen.</li> </ul> |
| Informationen aufbereiten | <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht auswählen;</li> <li>• zwischen Alltags- und Fachsprache unterscheiden;</li> <li>• Informationen in eine geeignete Struktur und Darstellungsform bringen</li> <li>• geeignete Darstellungsformen für chemische Sachverhalte nutzen und diese ineinander überführen;</li> <li>• ausgewählte Informationen strukturieren und interpretieren und Schlussfolgerungen ableiten.</li> </ul>   |

Fortführung der Tabelle »

| Teilbereiche  | <b>Entwicklung der Kommunikationskompetenz in der Sekundarstufe II</b><br>Die Schülerinnen und Schüler können ...  |
|---|--|
| <b>Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren / Ergebnisse präsentieren</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wesentliche Informationen in angemessener Fachsprache sach- und adressatengerecht vermitteln; Fachbegriffe und -sprache korrekt verwenden;</li> <li>• chemische Sachverhalte erklären und fachlich schlüssig argumentieren;</li> <li>• chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien präsentieren;</li> <li>• die Urheberschaft prüfen, verwendete Quellen belegen und Zitate kennzeichnen;</li> <li>• sich mit anderen konstruktiv über chemische Sachverhalte austauschen, den eigenen Standpunkt vertreten, reflektieren und gegebenenfalls korrigieren;</li> <li>• Ausstellungen planen und organisieren;</li> <li>• gewonnene Daten in Datentabellen, Grafen oder Diagrammen darstellen (siehe Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“);</li> <li>• mathematische Verfahren zur Aufbereitung der Daten und zum Erkennen von Trends nutzen (siehe Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“).</li> </ul> |
| <b>Argumentieren</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumente sammeln und ordnen;</li> <li>• passende Argumente auswählen;</li> <li>• eigene Argumente entwickeln;</li> <li>• einen Argumentationsprozess strukturieren;</li> <li>• die Qualität von Argumenten beurteilen;</li> <li>• in Diskussionen über naturwissenschaftliche Fragestellungen auf Argumente anderer eingehen und diese einordnen.</li> </ul>   |
| <b>Fach- und Symbolsprache angemessen verwenden</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftliche Phänomene der Situation angemessen in der Bildungs- und in der Fachsprache beschreiben;</li> <li>• die Fachsprache auf angemessenem Niveau verwenden;</li> <li>• Symbole, Diagramme, Formeln und Reaktionsgleichungen zur Darstellung von Zusammenhängen und Prozessen nutzen.</li> </ul>  |

### 2.1.4 Bewertungskompetenz

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

Im Bereich der Bewertungskompetenz ist es wichtig, sich nicht darauf zu beschränken, Fakten zu vergleichen, sondern Sachverhalte und Informationen fachlich zu beurteilen und ggf. ethisch zu bewerten. Um mit Infor-

mationen kritisch umgehen zu können, werden Quellen in ihrer Qualität beurteilt. Hierfür ist Wissen über den Bewertungsprozess notwendig. Die Unterscheidung von wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Aussagen erfordert Kenntnisse formaler und inhaltlicher Kriterien zur Prüfung der Glaubwürdigkeit und zur Beurteilung des Einflusses von Werten, Normen und Interessen. Es geht darum, sich kriteriengeleitet eigene Meinungen zu bilden, Entscheidungen zu treffen und Handlungsoptionen abzuleiten sowie wissenschaftlich basierte von pseudowissenschaftlichen Argumenten abzugrenzen. Dazu zählt zum Beispiel bei der Beurteilung und Bewertung von Technologien ein Abwägen von Chancen und Risiken unter Berücksichtigung von Sicherheitsmaßnahmen. Die Entscheidungsfelder reichen vom eigenen täglichen

Leben bis zu gesellschaftlich oder politisch relevanten globalen Entscheidungen. Aus einer Metaperspektive heraus werden die Entscheidungsprozesse reflektiert und daraus entstehende Folgen abgeschätzt. Die Einbindung der Bewertungskompetenz in den Chemieunterricht erfordert über die sachliche Beurteilung von naturwissenschaftlichen Aussagen hinauszugehen und fachlich relevante Handlungen und Entscheidungen aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive zu betrachten.

Im Bereich der Bewertungskompetenz werden die folgenden, sich überlappenden Teilbereiche unterschieden:

- Bewertungskriterien formulieren und anwenden
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen
- Entscheidungsprozesse und Folgen aus verschiedenen Positionen reflektieren

| Teilbereiche   | <b>Entwicklung der Bewertungskompetenz in der Sekundarstufe II</b><br>Die Schülerinnen und Schüler können ...  |
|--|--|
| <b>Bewertungskriterien formulieren und anwenden</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problem- und Entscheidungsfelder nennen, in denen die Chemie persönlich und gesellschaftlich relevant ist;</li> <li>• relevante Fakten in Problem- und Entscheidungsfeldern benennen;</li> <li>• Bewertungskriterien zu einem Problem- und Entscheidungsfeld ableiten und formulieren;</li> <li>• zwischen Werten und Normen, Befunden und Fakten unterscheiden;</li> <li>• naturwissenschaftliche Kenntnisse zur Abwägung der Kriterien nutzen und zur Beurteilung von Problem- und Entscheidungssituationen heranziehen.</li> </ul>   |
| <b>Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussagen, Modelle und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten und diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse beurteilen;</li> <li>• die Inhalte verwendeter Quellen und Medien beurteilen (z. B. anhand der fachlichen Richtigkeit und Vertrauenswürdigkeit);</li> <li>• Informationen und Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit, Grenzen und Tragweite beurteilen;</li> <li>• die Auswahl von Quellen und Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors analysieren und beurteilen.</li> </ul>  |
| <b>Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handlungsoptionen und Motive, die diesen zugrunde liegen, vergleichen;</li> <li>• Handlungsoptionen in gesellschafts- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug aus ihren Bewertungskriterien herleiten und gegeneinander abwägen;</li> <li>• Chancen und Risiken ausgewählter Technologien, Produkte und Verhaltensweisen fachlich beurteilen und bewerten;</li> <li>• mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen treffen;</li> <li>• die Bedeutung fachlicher Kompetenzen in Bezug auf Alltagssituationen und Berufsfelder beurteilen;</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen beurteilen;</li> <li>• die gesellschaftliche Relevanz und ökologische Bedeutung der angewandten Chemie bewerten;</li> <li>• grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag beurteilen und daraus begründet Handlungsoptionen ableiten.</li> </ul> |

Fortführung der Tabelle »

| Teilbereiche  | <b>Entwicklung der Bewertungskompetenz in der Sekundarstufe II</b><br>Die Schülerinnen und Schüler können ...  |
|---|--|
| <b>Entscheidungsprozesse und Folgen aus verschiedenen Positionen reflektieren</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kurz- und langfristige Folgen eigenen und fremden Handelns abschätzen;</li> <li>• prüfen, ob alle Bewertungskriterien, Handlungsoptionen und deren Folgen angemessen berücksichtigt worden sind;</li> <li>• zwischen lösbaren Situationen und Situationen unterscheiden, in denen keine Handlungsoption zu einer Lösung der Problemsituation führt (Dilemma);</li> <li>• eigene Entscheidungsprozesse und die von anderen Personen oder Personengruppen reflektieren;</li> <li>• Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse in historischen und aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen beurteilen und bewerten;</li> <li>• Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse sowie des eigenen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive beurteilen und bewerten;</li> <li>• Kriterien und Strategien für Entscheidungen aus chemischer Perspektive reflektieren.</li> </ul> |

## 2.2 Basiskonzepte

Die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit chemischem Fachwissen bezieht sich auf die Basiskonzepte und die mit ihnen verbundenen Vorstellungen. Die Lernenden sollen auf der Basis ihres Wissens die natürliche beziehungsweise die vom Menschen veränderte Umwelt verstehen sowie Zusammenhänge erklären und weiterentwickeln können. Im Vordergrund steht nicht der Wissensabruf, sondern der aktive Umgang mit dem Fachwissen zum Lösen gesellschaftlicher Herausforderungen und fachinhärenter Probleme.

Für die Sekundarstufe II werden nur noch drei Basiskonzepte festgelegt:

- Das Basiskonzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen
- Das Basiskonzept der chemischen Reaktion
- Das Basiskonzept Energie

Das verbundene Basiskonzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen vertieft Atom-, Bindungs- und Strukturmodelle, um beispielsweise Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von funktionalen Materialien genauer interpretieren und herstellen zu können.

Das Basiskonzept der chemischen Reaktion erschließt Donator-Akzeptor-Prozesse vertiefend qualitativ und quantitativ-mathematisch. Es ermöglicht genauere Aussagen zum Verlauf chemischer Reaktionen über Reaktionsgeschwindigkeits- und Gleichgewichtsbetrachtungen.

Das Basiskonzept Energie erfasst Triebkräfte chemischer Reaktionen und stellt Instrumente quantitativer energetischer Bewertungen zur Verfügung, bspw. für Kontexte zur Mobilität und chemischen Energieumwandlung.

Im Unterricht der Sekundarstufe II werden die Basiskonzepte in unterschiedlichen Zusammenhängen erkenntniswirksam immer wieder aufgegriffen, thematisiert und ausdifferenziert. Sie bilden damit die übergeordneten Strukturen im Aufbau eines vielseitig verknüpften Wissensnetzes. Die Vernetzung einzelner Wissens Elemente über Basiskonzepte kann nur erreicht werden, wenn in chemischen Zusammenhängen gedacht wird. Daher werden die Inhalte nicht in Form von einzelnen Fachwissenselementen formuliert, sondern es wird, wie in den Fachanforderungen der Sekundarstufe I, jedem Inhalt ein grundlegender Zusammenhang vorangestellt, aus dem sich eine Kompetenz ableitet (siehe Teil II: Fachanforderungen Chemie Sekundarstufe I, Tabellen 2.2.1 – 2.2.4, S. 20-24).

Kompetenzen, die über das chemische Fachwissen hinausgehen und die überfachlichen Aufgaben des Chemieunterrichts betreffen, werden im Kapitel 2.1 „Kompetenzbereiche“ beschrieben.

Im Folgenden wird eine Orientierung zum Aufbau der Basiskonzepte gegeben. Dargestellt werden:

- die Voraussetzungen, die die Lernenden aus dem Unterricht der Sekundarstufe I mitbringen,
- die im Laufe der Einführungsphase zu erarbeitenden Kompetenzen,
- die Kompetenzen, über die die Schülerinnen und Schüler am Ende der Qualifikationsphase verfügen sollen.

**Die Tabellen ordnen den fachlichen Kompetenzen darüber hinaus verbindliche Inhalte zu.** Diese Zuordnung gilt unter der Voraussetzung, dass das Fach Chemie in der Sekundarstufe II durchgängig unterrichtet wird. Wird das Fach Chemie in der Sekundarstufe II nicht durchgängig belegt, sind die Inhalte und die zu erwerbenden Kompetenzen entsprechend zu reduzieren, sodass Schwerpunkte gesetzt werden können.

In Kapitel 3 werden die Inhalte nochmals konkretisiert und in die Sachgebiete der Sekundarstufe II eingeordnet.

**Ersetzt oder übernimmt das Fach Chemie das Profilseminar,** so sind die Inhalte an der thematischen Ausrichtung des Profils zu orientieren.

**Vertiefende Inhalte für das Profilfach Chemie sind fett, kursiv und grau unterlegt gedruckt.** Diese Inhalte können jedoch auch Bestandteile des Unterrichts sein, wenn Chemie nicht als Profilfach angeboten wird.

Einige Inhalte können sowohl in der Einführungsphase als auch in der Qualifikationsphase berücksichtigt werden. In der Unterrichtsplanung muss vor Beginn des Unterrichtsgangs festgelegt werden, an welcher Stelle (Einführungs- oder Qualifikationsphase) diese Inhalte eingeführt bzw. wieder aufgegriffen und vertieft werden sollen. Überwiegend werden diese Inhalte im Folgenden in der Qualifikationsphase berücksichtigt. Möglichkeiten, diese Inhalte bereits in den Unterrichtsgang der Ein-

führungsphase zu integrieren, werden mit einem \*Stern gekennzeichnet.

Die folgenden Inhalte können sowohl in der Einführungsphase als auch in der Qualifikationsphase berücksichtigt werden:

- Stöchiometrische Betrachtungen und Berechnungen
- **Puffer**
- Säure-Base-Titrationen
- Reaktionsmechanismen
  - radikalische Substitution
  - elektrophile Addition
- **nucleophile Substitution**
- **Estersynthese**
- **elektrophile Substitution an Aromaten**
- **Mesomerie und mesomerer Effekt**
- **koordinative Bindung**
- **Nanostruktur; Nanomaterialien**
- **Chromatographie**
- **ein Verfahren der instrumentellen Analyse (zum Beispiel Konduktometrie, potenziometrische pH-Wert-Bestimmung, Fotometrie, Polarimetrie)**
- **ein technisches Syntheseverfahren**
- moderne Werkstoffe
- Rohstoffgewinnung und Verarbeitung
- Recycling
- **Wertstoffkreisläufe**

### 2.2.1 Das Basiskonzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Die Art, Anordnung und Wechselwirkung der Teilchen bestimmen die Struktur und die Eigenschaften eines Stoffes und können daher durch ein Basiskonzept inhaltlich kohärent beschrieben werden. Insbesondere die Betrachtung sowohl auf der Stoffebene als auch auf der Teilchenebene hat dabei eine große Bedeutung und zeigt sich zum Beispiel in den nachfolgend aufgelisteten Zusammenhängen. Innerhalb dieses Basiskonzeptes werden Typen der chemischen Bindung, Verbindungen mit funktionellen Gruppen, Strukturen ausgewählter organischer und anorganischer Stoffe sowie Natur- und Kunststoffe vorgestellt. Dabei soll auch der Zusammenhang zwischen den Eigenschaften ausgewählter Stoffe und deren Verwendung hergestellt werden.

**Grundlagen des Basiskonzepts vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen aus der Sekundarstufe I**

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts                                    | Kompetenzen aus der Sekundarstufe I<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Verbindliche Inhalte  |
|---|---|---|
| <b>Stoff-Teilchen-Konzept</b>   |   |   |
| <b>Atome besitzen einen differenzierten Aufbau.</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau der Atome mithilfe geeigneter Modelle.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schalenmodell bzw. Energiestufenmodell</li> </ul>  |
| <b>Elemente lassen sich ordnen.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Ordnung der Elemente im Periodensystem mithilfe des Aufbaus des Atomkerns und der Atomhülle.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodensystem der Elemente</li> </ul>   |
| <b>Atome gehen Bindungen ein.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die chemische Bindung in Salzen, molekular aufgebauten Stoffen und Metallen anhand von Beispielen.</li> <li>• begründen die Bildung von Ionen mit dem Edelgaszustand bzw. Oktettregel.</li> <li>• nennen die Elektronegativität als Maß für die Fähigkeit eines Atoms, Bindungselektronen anzuziehen.</li> <li>• differenzieren zwischen polaren und unpolaren Elektronenpaarbindungen in Molekülen.</li> <li>• unterscheiden Ionen, Dipolmoleküle und unpolare Moleküle.</li> <li>• wenden ihr Wissen über den Aufbau der Materie für die Vorhersage möglicher chemischer Reaktionen an.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionenbindung und Ionengitter</li> <li>• Bindung in Metallen; Metallgitter (Elektronengasmodell)</li> <li>• Elektronenpaarbindung</li> <li>• Elektronegativität</li> <li>• Molekülgeometrie: Kugelwolkenmodell/ Elektronenpaarabstoßungsmodell</li> </ul> |
| <b>Organische Stoffe lassen sich in Stoffklassen ordnen.</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden anorganische und organische Stoffe.</li> <li>• unterscheiden die Stoffklassen der Alkane und Alkanole.</li> <li>• beschreiben und erläutern den Aufbau einfacher organischer Verbindungen am Beispiel der Alkane und Alkanole.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffklassen und ihre funktionellen Gruppen (Alkane, Alkanole)</li> </ul>  |
| <b>Struktur-Eigenschafts-Konzept</b>  |   |   |
| <b>Stoffeigenschaften können mithilfe von Bindungsmodellen gedeutet werden.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die Bindungsarten Ionenbindung, Metallbindung und Elektronenpaarbindung mithilfe des Konzepts der Elektronegativität.</li> <li>• erklären die spezifischen Eigenschaften von Salzen mithilfe von Ionen, Ionengittern und elektrostatischen Kräften.</li> <li>• erklären die spezifischen Eigenschaften von Metallen mithilfe des Konzepts der Metallbindung.</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften (Löslichkeit, Siede-, Schmelztemperaturen) anhand des Bindungstyps bzw. der zwischenmolekularen Wechselwirkungen (Van-der-Waals-Wechselwirkungen, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionenbindung</li> <li>• Metallbindung</li> <li>• Elektronenpaarbindung</li> </ul>  |

**Aufbau des Basiskonzepts vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen in der Einführungsphase**

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Entwicklung der Kompetenzen in der Einführungsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Verbindliche Fachinhalte   |
|--|--|--|
| <b>Stoffe lassen sich in Stoffklassen ordnen.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden die Stoffklassen der Organischen Chemie.</li> <li>• beschreiben und erläutern den räumlichen Aufbau organischer Moleküle.</li> <li>• unterscheiden Einfach- und Mehrfachbindungen.</li> <li>• beschreiben und erläutern den Aufbau einer homologen Reihe und die Konstitutionsisomerie am Beispiel der Alkane und Alkanole.</li> <li>• benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC).</li> <li>• unterscheiden wichtige Naturstoffe.</li> <li>• beschreiben den räumlichen Aufbau von ausgewählten Kunststoffen.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen der Organischen Chemie</li> <li>• homologe Reihen (Alkane, Alkanole, Carbonsäuren)</li> <li>• Räumlichkeit</li> <li>• Konstitutionsisomerie</li> <li>• Nomenklatur nach IUPAC (Alkane, Alkene, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren)</li> <li>• Stoffklassen der Naturstoffe</li> <li>• ausgewählte Kunststoffe</li> </ul>             |
| <b>Stoffe bilden unterschiedliche intermolekulare Wechselwirkungen aus.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden und beschreiben Van-der-Waals-Wechselwirkungen, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken und ionische Wechselwirkungen.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen</li> </ul>   |
| <b>Eigenschaften von Stoffen können mithilfe der Struktur und der intermolekularen Wechselwirkungen gedeutet werden.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern ausgewählte Eigenschaften der organischen Stoffklassen mithilfe der Wechselwirkungen zwischen Molekülen (Van-der-Waals-Wechselwirkungen, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken).</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen im Verhältnis zur Kettenlänge.</li> <li>• begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle.</li> <li>• leiten aus der Struktur der Moleküle die Eigenschaften der Stoffe ab.</li> <li>• erklären die Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und Verwendung wichtiger organischer Verbindungen (Alkanole, Carbonsäuren).</li> <li>• beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Naturstoffe.</li> <li>• beschreiben Zusammenhänge zwischen Verwendung und Eigenschaften ausgewählter funktionaler Stoffe (Kunststoffe).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen der Organischen Chemie</li> <li>• homologe Reihen (Alkane, Alkanole, Carbonsäuren)</li> <li>• Stoffklassen der Naturstoffe</li> <li>• Grundgerüst und funktionelle Gruppen als Basis für die räumliche Struktur</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Betrachtung ausgewählter funktionaler Stoffe (Kunststoffe)</li> </ul> |

**Aufbau des Basiskonzepts vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen in der Qualifikationsphase**

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Entwicklung der Kompetenzen in der Qualifikationsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Verbindliche Fachinhalte   |
|--|---|--|
| <p><b>fett, kursiv und grau</b> unterlegt verpflichtend nur für das Profulfach Chemie<br/>* im dreijährigen Unterrichtsgang verpflichtend in der Einführungs- <b>oder</b> in der Qualifikationsphase</p> |   |  |
| <b>Stoffe lassen sich in Stoffklassen ordnen.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die stoffliche Zusammensetzung von Proteinen oder Kohlenhydraten oder Fetten.</li> <li>• benennen folgende Naturstoffe auf Basis der Strukturformeln: Proteine oder Kohlenhydrate (Glucose, Fructose, Saccharose, Stärke, Cellulose) oder Fette.</li> <li>• erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen (wenn die Proteine oder die Kohlenhydrate gewählt werden).</li> <li>• <b>unterscheiden Formen der Konfigurationsisomerie (Enantiomere und Diastereomere, asymmetrisch substituierte Kohlenstoffatome / Chiralität)</b></li> <li>• erklären den Aufbau von funktionalen Stoffen und Materialien.</li> <li>• beschreiben Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polykondensate <b>oder Polymerisate</b>.</li> </ul> | <b>Naturstoffe (Proteine oder Kohlenhydrate oder Fette)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falls <b>Kohlenhydrate</b> gewählt werden:<br/>Monomere, glykosidische Bindung, Darstellung der Moleküle in ihrer Räumlichkeit (z. B. Fischer- und Haworth-Projektion);<br/><b>Konfigurationsisomerie; asymmetrisch substituiertes Kohlenstoffatom/ Chiralität</b></li> <li>• Falls <b>Proteine</b> gewählt werden:<br/>Monomere, Zwitterionen, Peptidbindung, Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur;<br/><b>Konfigurationsisomerie; asymmetrisch substituiertes Kohlenstoffatom/ Chiralität</b></li> <li>• Falls <b>Fette</b> gewählt werden:<br/>gesättigte/ungesättigte Fettsäuren, <b>Konfigurationsisomerie</b></li> </ul> <b>Funktionale Stoffe und Materialien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung ausgewählter funktionaler Stoffe (Kunststoffe)</li> </ul> |

Fortführung der Tabelle »



| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Entwicklung der Kompetenzen in der Qualifikationsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Verbindliche Fachinhalte   |
|--|---|--|
| <p><b>Eigenschaften von Stoffen können mithilfe der Struktur und/oder der intermolekularen Wechselwirkungen gedeutet werden.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften organischer Stoffe anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen.</li> <li>• erläutern spezifische Strukturmerkmale von ausgewählten Naturstoffmolekülen.</li> <li>• erläutern die Eigenschaften von makromolekularen Stoffen (Polysaccharide oder Proteine; Kunststoffe) aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, ...) und erklären damit ihre praktische Bedeutung und Verwendung.</li> <li>• <b>beschreiben die Enantiomerie von Verbindungen mit asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatomen.</b></li> <li>• <b>begründen die optische Aktivität von chiralen Verbindungen mithilfe der unterschiedlichen Strukturen der Enantiomere.</b></li> <li>• erklären die Eigenschaften von Werkstoffen mithilfe der Struktur und der jeweils wirkenden intermolekularen Kräfte.</li> </ul> | <p><b>Naturstoffe (Proteine oder Kohlenhydrate oder Fette)</b><br/>spezifische Eigenschaften der gewählten Naturstoffklasse (Löslichkeitsverhalten, Schmelztemperatur, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falls <b>Kohlenhydrate</b> gewählt werden:<br/><b>Mutarotation, optische Aktivität, Chiralität / asymmetrisch substituierte Kohlenstoffatome</b></li> <li>• Falls <b>Proteine</b> gewählt werden:<br/>Denaturierung, <b>optische Aktivität, Chiralität / asymmetrisch substituierte Kohlenstoffatome, isoelektrischer Punkt; Analyseverfahren für Aminosäuregemische, Puffer und Puffereigenschaften, Prinzip der Chromatographie, Ermittlung und Interpretation von Rf-Werten</b></li> </ul> <p><b>Im Sachgebiet „Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien“:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Themenbereich Kunststoffe:</b><br/>Strukturen und Eigenschaften von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren</li> <li>• <b>Themenbereich grenzflächenaktive Stoffe:</b><br/>intermolekulare Wechselwirkungen im Kontext von Tensiden und Emulgatoren</li> </ul> |

Fortführung der Tabelle »

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Entwicklung der Kompetenzen in der Qualifikationsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Verbindliche Fachinhalte  |
|--|--|---|
| <p><i>In aromatischen Verbindungen besitzen die Moleküle eine besondere Elektronenstruktur.</i></p>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>erklären den Aufbau der Atome mithilfe des wellenmechanischen Atommodells (Orbitalmodell).</i></li> <li>• <i>erklären den aromatischen Zustand mithilfe der Delokalisierung der <math>\pi</math>-Elektronen.</i></li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Grundlagen des wellenmechanischen Atommodells (s-Orbitale, p-Orbitale, <math>sp^3</math>-Hybridisierung, <math>sp^2</math>-Hybridisierung)</i></li> <li>• <i>Delokalisierung der <math>\pi</math>-Elektronen im Benzol-Molekül</i></li> </ul> |
| <p><i>Die Elektronenverteilung beeinflusst die Reaktivität eines Stoffes.</i></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>erklären die unterschiedliche Reaktivität sowie die Reaktionsverläufe.</i></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Benzol</i></li> </ul>   |
| <p>Falls <b>Farbstoffe</b> gewählt werden:<br/><b>Elektronen können angeregt werden.</b></p>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Farbigkeit von Stoffen auf Teilchenebene (wenn das Thema Farbstoffe gewählt wird).</li> <li>• <i>erklären die Struktur aromatischer Systeme mithilfe des wellenmechanischen Atommodells.</i></li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbe und Farbigkeit</li> </ul>  |
| <p>Falls <b>Farbstoffe</b> gewählt werden:<br/><b>Konjugierte Doppelbindungen liegen in delokalierter Form vor.</b></p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Mesomerie mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise.</li> <li>• erklären die Farbigkeit von Stoffen mithilfe der mesomeren Grenzstrukturen.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur aromatischer Systeme</li> <li>• Mesomerie und deren Darstellung</li> <li>• Benzol und ausgewählte Substitutionsprodukte</li> </ul>  |
| <p><b>Ionen und funktionelle Gruppen können aufgrund ihrer Eigenschaften qualitativ und quantitativ nachgewiesen werden.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen Prinzipien der Nachweisreaktionen (Fällungsreaktionen, Farbreaktionen, Gasentwicklungsreaktionen, <b>Chromatographie</b>) zum Nachweis der funktionellen Gruppen organischer Verbindungen und relevanter Ionen.</li> </ul> | <p>Die inhaltliche Anbindung wird an dieser Stelle nicht vorgegeben; das schulinterne Fachcurriculum regelt die Details.</p>  |

Fortführung der Tabelle »

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts  | Entwicklung der Kompetenzen in der Qualifikationsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Verbindliche Fachinhalte   |
|---|---|--|
| <b>Metallkationen können mit freien Elektronenpaaren anderer Teilchen Bindungen eingehen.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die koordinative Bindung in Komplex-Verbindungen als Bindung, bei der die Bindungselektronen nur von einem der beiden Bindungspartner stammen (zwischen Metallkationen und freien Elektronenpaaren eines Bindungspartners).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• koordinative Bindung (z. B. im Rahmen der Kohlenhydrate, der Proteine oder der Analytik)</li> </ul> |
| <b>Nanostrukturierte Oberflächen haben besondere Eigenschaften.</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben eine Nanostruktur</li> <li>• beschreiben die Eigenschaften einer nanostrukturierten Oberfläche</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine Nanostruktur</li> <li>• eine Eigenschaft einer nanostrukturierten Oberfläche</li> </ul>        |

### 2.2.2 Das Basiskonzept der chemischen Reaktion

Chemische Reaktionen spielen in der Chemie eine zentrale Rolle und werden in diesem Basiskonzept in den folgenden Zusammenhängen systematisch betrachtet: Donator-Akzeptor-Prinzipien bei Protonen- und Elektronenübergängen; Reaktionsmechanismen

in der organischen Chemie. So können zum Beispiel mit dem Donator-Akzeptor-Prinzip Protonen- und Elektronenübergänge beschrieben werden, um chemische Reaktionen sowohl in der anorganischen als auch in der organischen Chemie erschließen zu können. Kennzeichnend für das Donator-Akzeptor-Prinzip ist dabei der Teilchenübergang.

#### Grundlagen des Basiskonzepts der chemischen Reaktion aus der Sekundarstufe I

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts  | Kompetenzen aus der Sekundarstufe I<br>Die Schülerinnen und Schüler...  | Verbindliche Fachinhalte  |
|---|---|---|
| <p><b>Chemische Reaktionen können differenziert auf der Teilchenebene erklärt werden.</b></p> <p><b>Chemische Reaktionen lassen sich systematisieren.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Bildung von Ionen durch Elektronenübertragung.</li> <li>• definieren Oxidation als Abgabe von Elektronen und Reduktion als Aufnahme von Elektronen.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildung von Ionen</li> <li>• Redox-Reaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• edle und unedle Metalle</li> <li>• Metallgewinnung</li> <li>• Redox-Reaktionen am Beispiel von Elektrolyse und galvanischen Elementen</li> </ul> |
| <p><b>Chemische Reaktionen lassen sich systematisieren.</b></p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen mithilfe des Konzepts der Elektronegativität.</li> <li>• wenden die Konzepte der Redox-Reaktionen und Protonenübertragungsreaktionen auf die Reaktion von Säuren/sauren Lösungen mit Metallen an.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Reaktionen nach Brønsted</li> <li>• Säure, Base, saure Lösung, basische bzw. alkalische Lösung, Neutralisation</li> </ul>   |

## Aufbau des Basiskonzepts der chemischen Reaktion in der Einführungsphase

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Entwicklung der Kompetenzen in der Einführungsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler...  | Verbindliche Fachinhalte   |
|--|---|--|
| <p><b>fett, kursiv und grau</b> unterlegt verpflichtend nur für das Profulfach Chemie<br/>* im dreijährigen Unterrichtsgang verpflichtend in der Einführungs- <b>oder</b> in der Qualifikationsphase</p> |   |  |
| <b>Donator-Akzeptor-Konzept</b>  |   |  |
| <b>Säure-Base-Reaktionen nach Brønsted sind Protonenübergänge.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip (Säure-Base-Theorie nach Brønsted).</li> <li>• stellen korrespondierende Säure-Base-Paare auf.</li> <li>• beschreiben den pH-Wert qualitativ als Maß für den Gehalt an Hydronium-/Oxonium-Ionen in einer wässrigen Lösung.</li> <li>• erklären die Neutralisationsreaktion.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbonsäuren</li> <li>• Säure-Base-Theorie nach Brønsted</li> <li>• starke und schwache Säuren bzw. Basen</li> <li>• pH-Wert</li> <li>• Neutralisation</li> </ul>   |
| <b>Redox-Reaktionen sind durch Elektronenübertragungen gekennzeichnet.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip.</li> <li>• wenden ihre Kenntnisse zu Redoxreaktionen auf Alkanole und ihre Oxidationsprodukte an.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsverhalten organischer Verbindungen (Nachweisreaktionen für Hydroxy- und Aldehyd-Gruppen)</li> </ul>  |
| <b>Gleichgewichtskonzept</b>   |   |  |
| <b>Carbonsäuren sind schwache Säuren.</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den pH-Wert qualitativ als Maß für den Gehalt an Hydronium-/Oxonium-Ionen in einer wässrigen Lösung.</li> <li>• beschreiben und erklären das chemische Gleichgewicht auf der Teilchenebene als dynamisches Gleichgewicht.</li> <li>• beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante und erklären die Bedeutung des <math>pK_S</math>-Wertes.</li> <li>• beschreiben die Basenkonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante und erklären die Bedeutung des <math>pK_B</math>-Wertes.</li> <li>• unterscheiden starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werte.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH-Wert verdünnter Carbonsäure-Lösungen</li> <li>• Chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>• Massenwirkungsgesetz</li> <li>• Beeinflussung von Gleichgewichtsreaktionen und Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• Säure- und Basenkonstanten, <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werte</li> </ul> |
| <b>Elektrochemische Reaktionen sind Redoxreaktionen.</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären die Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen.</li> <li>• erklären elektrochemische Reaktionen als Redoxreaktionen.</li> <li>• nennen die Grundprinzipien von galvanischen Zellen und Akkumulatoren.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen</li> <li>• Redoxreaktionen als elektrochemische Reaktionen</li> <li>• Grundprinzipien galvanischer Zellen und Akkumulatoren</li> </ul>  |

Fortführung der Tabelle »

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts  | Entwicklung der Kompetenzen in der Einführungsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler...                                      | Verbindliche Fachinhalte  |
|---|---|---|
| <b>Mechanistische Betrachtungen</b>   |   |   |
| Chemische Reaktionen der Organischen Chemie können unter dem Gesichtspunkt der Veränderung der reagierenden Teilchen betrachtet werden. Sie laufen häufig in mehreren Einzelschritten ab. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>*beschreiben mindestens einen ausgewählten Reaktionsmechanismus.</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• *Reaktionsmechanismen</li> </ul> |

## Aufbau des Basiskonzepts der chemischen Reaktion in der Qualifikationsphase

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts  | Entwicklung der Kompetenzen in der Qualifikationsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler...  | Verbindliche Fachinhalte  |
|---|--|---|
| <b>fett, kursiv und grau</b> unterlegt verpflichtend nur für das Profulfach Chemie        |  |   |
| <b>Donator-Akzeptor-Konzept</b>   |  |   |
| Puffersysteme können mit der Säure-Base-Theorie nach Brønsted qualitativ gedeutet werden. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>deuten qualitativ Puffersysteme mit der Säure-Base-Theorie nach Brønsted.</b></li> <li>• falls <b>Proteine</b> gewählt werden: beschreiben Aminosäuren in ihrer Zwitterionenstruktur.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Puffersysteme</b></li> <li>• Falls <b>Proteine</b> gewählt werden: Zwitterionenstruktur der Aminosäuren</li> </ul>  |
| Protonenübergänge können mathematisch erfasst werden.                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse der Wassermoleküle und dem pH-Wert.</b></li> <li>• berechnen die pH-Werte von sauren und basischen Lösungen (bei vollständiger Protolyse).</li> <li>• <b>berechnen die pH-Werte von sauren und basischen Lösungen (bei unvollständiger Protolyse).</b></li> <li>• <b>berechnen die pH-Werte von Pufferlösungen mithilfe der Henderson-Hasselbalch-Gleichung.</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ionenprodukt des Wassers (<math>K_w</math>)</b></li> <li>• Berechnung der pH-Werte von sauren und basischen Lösungen (bei vollständiger Protolyse)</li> <li>• <b>Berechnung der pH-Werte von sauren und basischen Lösungen (bei unvollständiger Protolyse)</b></li> <li>• <b>Henderson-Hasselbalch-Gleichung</b></li> </ul> |

Fortführung der Tabelle »

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Entwicklung der Kompetenzen in der Qualifikationsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler...  | Verbindliche Fachinhalte  |
|--|--|---|
| <i>Fortsetzung: Donator-Akzeptor-Konzept</i>   |  |   |
| <b>Die Atome unedlerer Metalle reduzieren die Ionen edlerer Metalle.</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben mithilfe der Oxidationszahlen korrespondierende Redox-Paare.</li> <li>• erläutern den Bau von Elektrolysezellen.</li> <li>• erläutern das Prinzip der Elektrolyse.</li> <li>• erläutern den Bau von galvanischen Zellen.</li> <li>• erläutern die Funktionsweise von galvanischen Zellen.</li> <li>• deuten die Elektrolyse als Umkehr des galvanischen Elements.</li> <li>• nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen „Batterien“, Akkumulatoren und Brennstoffzellen.</li> <li>• beschreiben Korrosion von Metallen als elektrochemischen Vorgang.</li> <li>• erklären Maßnahmen zum Korrosionsschutz (aktiv und passiv).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrochemische Gewinnung von Stoffen - Elektrolyse (Elektrolyse als erzwungene Redox-Reaktion)</li> <li>• Galvanische Zellen</li> <li>• Gegenüberstellung galvanisches Element - Elektrolyse</li> <li>• elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>• Akkumulatoren</li> <li>• Brennstoffzelle</li> <li>• elektrochemische Korrosion und Korrosionsschutz (aktiv und passiv)</li> </ul> |
| <b>Elektronenübergänge können mathematisch erfasst werden.</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Reaktionen in einer galvanischen Zelle als Kopplung zweier Redox-Gleichgewichte.</li> <li>• nennen die Definition des Standardpotenzials.</li> <li>• berechnen die Zellspannung aus den Standardpotenzialen.</li> <li>• <b>beschreiben den Zusammenhang zwischen elektrischer Ladung und Stoffumsatz bei der Elektrolyse (Faraday-Gesetz).</b></li> <li>• <b>beschreiben die zur Durchführung einer Elektrolyse mindestens benötigte Differenz der Elektrodenpotenziale von Anode und Kathode als Zersetzungsspannung.</b></li> <li>• <b>beschreiben Überspannungen bei elektrochemischen Vorgängen als reale Abweichung von berechneten Werten.</b></li> <li>• <b>beschreiben die Abhängigkeit der Potenziale von der Konzentration anhand der Nernst-Gleichung.</b></li> <li>• <b>berechnen Potenziale in Abhängigkeit von der Konzentration bei Standardtemperatur mithilfe der Nernst-Gleichung.</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Zellspannung aus den Standardpotenzialen</li> <li>• <b>Faraday-Gesetz</b></li> <li>• <b>Nernst-Gleichung (Konzentrationszelle, Berechnungen des Potenzials in Abhängigkeit von den Konzentrationen bei Standardtemperatur)</b></li> <li>• <b>Überspannung und Zersetzungsspannung</b></li> </ul>  |
| <b>Protonen- und Elektronenübergänge können zur Bestimmung von Konzentrationen genutzt werden.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Konzentrationen von sauren oder basischen Lösungen mithilfe von Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt).</li> <li>• <b>stellen Säure-Base-Titrationen mithilfe von Titrationskurven dar.</b></li> <li>• <b>berechnen Anfangspunkt, Halbäquivalenzpunkt und Äquivalenzpunkt der Titrationskurven.</b></li> <li>• <b>ermitteln die Konzentrationen charakteristischer Teilchen mithilfe von Redox-Titrationen.</b></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Titration (mit Umschlagspunkt)</li> <li>• <b>Titrationskurven</b></li> <li>• <b>Berechnung Anfangspunkt, Halbäquivalenzpunkt und Äquivalenzpunkts</b></li> </ul>  |

Fortführung der Tabelle »

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts  | Entwicklung der Kompetenzen in der Qualifikationsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler...  | Verbindliche Fachinhalte   |
|---|--|--|
| <b>Gleichgewichtskonzept</b>  |  |  |
| Im chemischen Gleichgewicht finden Hin- und Rückreaktion statt, ohne eine Brutto-Veränderung zu bewirken.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären das chemische Gleichgewicht auf der Teilchenebene als dynamisches Gleichgewicht.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemisches Gleichgewicht als dynamisches Gleichgewicht (z. B. im Kontext der Carbonsäuren als schwache Säuren oder der Estersynthese)</li> </ul>  |
| Für ein Reaktionssystem, das sich im chemischen Gleichgewicht befindet, können die Stoffmengen der Reaktionspartner berechnet werden.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren das Massenwirkungsgesetz.</li> <li>• machen anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts.</li> <li>• <b>berechnen die Konzentrationen der an einer Reaktion beteiligten Stoffe im Gleichgewicht (MWG).</b></li> <li>• <b>beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen.</b></li> <li>• <b>beschreiben Löslichkeitsgleichgewichte und interpretieren <math>K_L</math>-Werte (qualitative und quantitative Betrachtung).</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massenwirkungsgesetz</li> <li>• <b>Berechnungen der Konzentrationen der beteiligten Stoffe</b></li> <li>• <b>Katalysatoren</b></li> <li>• <b>Löslichkeitsgleichgewichte und Löslichkeitsprodukt <math>K_L</math></b></li> </ul>   |
| Die Lage des Gleichgewichts kann durch die Änderung der äußeren Bedingungen beeinflusst werden  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Grundlage der Reaktionsgeschwindigkeiten und der Stoßtheorie.</li> <li>• wenden das Prinzip von Le Chatelier an, um die Gleichgewichtslage zu beeinflussen.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsgeschwindigkeit (Stoßtheorie)</li> <li>• Prinzip von Le Chatelier</li> </ul>   |
| <b>Mechanistische Betrachtungen</b>   |  |  |
| Chemische Reaktionen der Organischen Chemie können unter dem Gesichtspunkt der Veränderung der reagierenden Teilchen betrachtet werden. Sie laufen häufig in mehreren Einzelschritten ab. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• *beschreiben die Mechanismen der radikalischen Substitution, der elektrophilen Addition, <b>der nucleophilen Substitution, der Estersynthese und der elektrophilen Substitution an Aromaten (Erstsubstitution), radikalische Polymerisation</b></li> <li>• unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, <b>Eliminierung und Kondensation.</b></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsmechanismen</li> <li>• radikalische Substitution</li> <li>• elektrophile Addition</li> <li>• <b>nucleophile Substitution</b></li> <li>• <b>Estersynthese</b></li> <li>• <b>elektrophile Substitution an Aromaten (Erstsubstitution)</b></li> <li>• <b>radikalische Polymerisation</b></li> </ul> |
| Die Synthese von Stoffen setzt eine detaillierte Kenntnis von Synthesewegen auf der Basis der Reaktionsmechanismen voraus.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden bekannte Reaktionsmechanismen an, um die Syntheseschritte von gewünschten Produkten nachzuvollziehen.</li> <li>• <b>planen Synthesen inklusive der notwendigen Reaktionsbedingungen auf der Basis bekannter Mechanismen.</b></li> </ul>  | Die inhaltliche Anbindung wird an dieser Stelle nicht vorgegeben; das schulinterne Fachcurriculum regelt die Details.  |

### 2.2.3 Das Basiskonzept Energie

Energetische Betrachtungen spielen eine wichtige Rolle zur Beschreibung von Teilchen- und Stoffumwandlungen. In diesem Zusammenhang ist auch die Beeinflussung von Reaktionsabläufen durch die Änderung energetischer Parameter bedeutsam. So können zum Beispiel folgende Zusammenhänge betrachtet werden: Thermodynamische Prinzipien beim Ablauf chemischer und physikalisch-chemischer Vorgänge, kinetische Prinzipien beim Ablauf chemischer Reaktionen. Hierbei werden die Reaktionsverläufe auch mechanistisch betrachtet.

#### Grundlagen des Basiskonzepts Energie aus der Sekundarstufe I

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts        | Kompetenzen aus der Sekundarstufe I<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Verbindliche Fachinhalte   |
|---|---|--|
| Bei chemischen Reaktionen wird Energie umgewandelt. | <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen exotherme und endotherme chemische Reaktionen mithilfe eines Energiediagramms dar.</li> <li>beschreiben die Aktivierungsenergie als Energie, die man benötigt, um Stoffe in einen reaktionsbereiten Zustand zu versetzen.</li> <li>beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Energiegehalt</li> <li>Energiediagramme</li> <li>Katalysatoren</li> </ul> |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Redoxreaktionen als elektrochemische Reaktionen</li> </ul>                |
| Atommodelle können energetisch betrachtet werden.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben mithilfe der Ionisierungsenergien, dass sich Elektronen in einem Atom in ihrem Energiegehalt unterscheiden.</li> <li>leiten aus den Ionisierungsenergien den Aufbau der Atomhülle ab.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ionisierungsenergie</li> </ul>  |

#### Aufbau des Basiskonzepts Energie in der Einführungsphase

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts  | Entwicklung der Kompetenzen in der Einführungsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Verbindliche Fachinhalte   |
|---|--|--|
| Bei chemischen Reaktionen beobachtet man neben der Umwandlung von Stoffen auch immer einen Energieumsatz. | <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Wärme, die bei chemischen Reaktionen zugeführt bzw. abgegeben wird, als Reaktionsenthalpie (bei konstantem Druck).</li> <li>beschreiben die Kalorimetrie als Verfahren zur Bestimmung des Energieumsatzes.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>energetische Betrachtung von Verbrennungsreaktionen</li> <li>Energieträger und Energieumwandlung</li> <li>Kalorimetrie</li> </ul> |



| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts                                   | Entwicklung der Kompetenzen in der Einführungsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Verbindliche Fachinhalte  |
|--|--|---|
| Bindungsmodelle können energetisch betrachtet werden.                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Energiebilanz chemischer Reaktionen durch die Aufspaltung und Ausbildung chemischer Bindungen und die Aufhebung und Ausbildung von Wechselwirkungen zwischen Teilchen.</li> <li>• beschreiben die Erhaltung der Energie bei chemischen Reaktionen (1. Hauptsatz der Thermodynamik).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebilanz chemischer Reaktionen</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> </ul> |
| Alternative Energieträger werden zur Bereitstellung nutzbarer Energie genutzt. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Nutzung alternativer Energieträger.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich: fossile Brennstoffe - alternative Energieträger</li> </ul>                    |

## Aufbau des Basiskonzepts Energie in der Qualifikationsphase

| Grundlegende Zusammenhänge des Basiskonzepts   | Entwicklung der Kompetenzen in der Qualifikationsphase<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Verbindliche Fachinhalte  |
|--|--|---|
| Bei chemischen Reaktionen beobachtet man neben der Umwandlung von Stoffen auch immer einen Energieumsatz.            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen Standardreaktionsenthalpien.</li> <li>• beschreiben die Enthalpieänderung einer Gesamtreaktion als Summe der Enthalpieänderungen der einzelnen Teilreaktionen (Satz von Hess).</li> <li>• <b>erklären den 2. Hauptsatz der Thermodynamik (das Prinzip des Enthalpieminimums).</b></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalorimetrie</li> <li>• Standardreaktionsenthalpie</li> <li>• Satz von Hess</li> <li>• <b>2. Hauptsatz der Thermodynamik</b></li> </ul>                        |
| Neben der Reaktionsenthalpie bestimmt die Reaktionsentropie den Ablauf einer chemischen Reaktion.                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben die Entropie als Maß für die gleichmäßige Verteilung (Unordnung) von Energie und Teilchen eines Systems.</b></li> <li>• <b>erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (Prinzip des Entropiemaximums).</b></li> <li>• <b>beschreiben die Zunahme der Entropie als Energieentwertung.</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>innere Energie, Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie</b></li> <li>• <b>2. Hauptsatz der Thermodynamik</b></li> <li>• <b>Reaktionsentropie</b></li> </ul> |
| Der freiwillige Ablauf einer chemischen Reaktion lässt sich aus der Änderung der freien Reaktionsenthalpie ableiten. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nennen die GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung als Zusammenhang zwischen Enthalpie und freier Enthalpie eines Systems.</b></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>freie Reaktionsenthalpie</b></li> <li>• <b>GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung</b></li> </ul>   |

### 3 Themen und Inhalte des Unterrichts - Sachgebiete, Themenbereiche und Inhalte

Wie bereits in der Sekundarstufe I ist die Entwicklung der Fachkompetenz das Ziel des Unterrichts. In der Sekundarstufe II ist der Unterricht im Fach Chemie durch erweiterte fachliche Anforderungen in Hinblick auf eine verstärkte Formalisierung, Systematisierung und reflektierende Durchdringung geprägt. Der Unterricht zeichnet sich durch eine größere Selbstständigkeit beim Bearbeiten und Erarbeiten fachlicher Fragestellungen und Probleme aus.

Der Chemieunterricht in der Sekundarstufe II vertieft die Anlage einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) aus der Sekundarstufe I. Darüber hinaus zeigt er aber auch weiterführende Optionen für Studium, Beruf, Gesellschaft sowie in individuellen Entscheidungsprozessen auf.

Die einjährige Einführungsphase dient dem Aufzeigen relevanter Themengebiete mit Bezug zur Chemie, unabhängig von der Profilwahl. Für die Lernenden wird ein Einblick in die für die Sekundarstufe II relevanten Sachgebiete angelegt, sodass ein Grundlagenwissen vermittelt wird, das später in der Qualifikationsphase vertieft werden kann. Ferner dient sie dem Herausstellen notwendiger chemischer Denk- und Arbeitsweisen zur Erarbeitung von Kenntnissen und Kompetenzen für vielfältige Entscheidungsprozesse. Sie soll darüber hinaus für eine weiterführende Beschäftigung mit der Chemie und verwandten Gebieten motivieren.

Die Qualifikationsphase ermöglicht exemplarische Vertiefungen und soll im naturwissenschaftlichen Profilbereich zudem eine studienpropädeutische Funktion übernehmen. Wird das Fach Chemie auf grundlegendem Anforderungsniveau angeboten, sind exemplarische Bezüge zu anderen Domänen besonders wichtig, um die Bedeutung chemischer Grundkenntnisse für vielfältige Berufsfelder herauszustellen. Hier können Bezüge beispielsweise zu angewandten MINT-Bereichen, wie Medizin oder Materialwissenschaften, hergestellt werden. Ferner dient die Qualifikationsphase dazu, die Vielzahl der Entscheidungen in Unternehmen und Gesellschaft aufzuzeigen, die chemisches Grundwissen erfordern.

Die Schülerinnen und Schüler erfahren während der gesamten Einführungs- und Qualifikationsphase in ihrer persönlichen und fachlichen Entwicklung individuelle Förderung und erwerben entsprechende Kompetenzen.

#### Hinweise zur inhaltlichen Planung des Unterrichts in der Sekundarstufe II

Die folgenden Auflistungen geben Auskunft über die Sachgebiete und Inhalte, die in der Sekundarstufe II behandelt werden müssen.

Die Ausführungen zu den Sachgebieten beinhalten die folgenden Informationen:

- **In einem übergeordneten Abschnitt** wird kurz in das Sachgebiet eingeführt und der Stellenwert im Chemieunterricht der Sekundarstufe II aufgezeigt. Soweit notwendig, wird auf die von den Schülerinnen und Schülern aus der Sekundarstufe I mitzubringenden Voraussetzungen hingewiesen.
- **Die Tabelle** führt jeweils die fachlichen Inhalte auf, die in dem genannten fachlichen Schwerpunkt verbindlich behandelt werden müssen.
- Eine thematische Fokussierung wird empfohlen, um vertieftes wissenschaftspropädeutisches Arbeiten zu ermöglichen und wiederkehrend den Zusammenhang zwischen relevanten Fragestellungen, erkenntnisgewinnenden Fachmethoden und der Weiterentwicklung zentraler Basiskonzepte zu üben und zu festigen.
- Wird das Fach Chemie in der Sekundarstufe II nicht durchgängig belegt, sind die Inhalte und die zu erwerbenden Kompetenzen entsprechend zu reduzieren, sodass Schwerpunkte gesetzt werden können. Dabei sind auch Einblicke in die aktuellen Arbeitsgebiete der Chemie zu gewähren.
- **Übernimmt oder ersetzt das Fach Chemie das Profilmolar**, so sind die Inhalte an der thematischen Ausrichtung des Profils zu orientieren.

- Die **abschließend aufgeführten** Anmerkungen berücksichtigen die Behandlung des Sachgebiets in den unterschiedlichen Lerngruppen bzw. Unterrichtssituationen. Hinweise zum fächerverbindenden Arbeiten werden aufgezeigt.
- **Vertiefende Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau sind fett, kursiv und grau unterlegt** gedruckt. Diese Inhalte können jedoch auch Bestandteile des Unterrichts sein, wenn Chemie auf grundlegendem Anforderungsniveau angeboten wird.
- Einige Inhalte können sowohl in der Einführungsphase als auch in der Qualifikationsphase berücksichtigt werden. In der Unterrichtsplanung muss vor Beginn des Unterrichtsgangs festgelegt werden, an welcher Stelle (Einführungs- oder Qualifikationsphase) diese Inhalte eingeführt bzw. wieder aufgegriffen und vertieft werden sollen. Überwiegend werden diese Inhalte im Folgenden in der Qualifikationsphase berücksichtigt. Möglichkeiten, diese Inhalte bereits in den Unterrichtsgang der Einführungsphase zu integrieren, werden mit einem \*Stern gekennzeichnet.

Im Folgenden wird eine Auflistung dieser Inhalte dargestellt:

- Stöchiometrische Betrachtungen und Berechnungen
- Berechnungen von pH-Werten
- **Puffer**
- Säure-Base-Titrationen
- Reaktionsmechanismen
  - radikalische Substitution
  - elektrophile Addition
  - **nucleophile Substitution**
  - **Estersynthese**
  - **elektrophile Substitution an Aromaten**
- **Mesomerie und mesomerer Effekt**
- **koordinative Bindung**
- **Nanostruktur; Nanomaterialien**
- **Chromatographie**
- **ein Verfahren der instrumentellen Analyse (zum Beispiel Konduktometrie, potenziometrische pH-Wert-Bestimmung, Fotometrie, Polarimetrie)**
- **ein technisches Syntheseverfahren**

- Moderne Werkstoffe
- Rohstoffgewinnung und Verarbeitung
- Recycling
- **Wertstoffkreisläufe**

Die Interessen der Schülerinnen und Schüler, regionale Bezüge sowie die unterschiedlichen Profile und die Heterogenität der Lerngruppen müssen bei der Planung berücksichtigt werden. Unterschiedliche Strukturierungen bei gleichzeitiger Wahrung des fachlichen Anspruchs sind damit möglich und bieten den Fachschaften Raum für schulische Schwerpunktsetzungen.

### 3.1 Chemieunterricht in der Einführungsphase

Die Einführungsphase hat im Chemieunterricht der Sekundarstufe II eine besondere Bedeutung. Sie stellt die Verbindung zwischen der Sekundarstufe I und der Hauptphase der Sekundarstufe II, der Qualifikationsphase, dar. Die Schülerinnen und Schüler müssen hier Gelegenheit haben, Grundkonzepte aus der Sekundarstufe I wiederholt anzuwenden und ihr Wissen und Können strukturiert weiter auszubauen. Durch die Wiederaufnahme von Inhalten vorhergehender Jahrgangsstufen, die in eine Erweiterung um neue Inhalte eingebettet ist, wird hier eine Festigung und Übung erreicht. Darüber hinaus werden methodisch die typischen Arbeits- und Denkweisen der Chemie auf dem Niveau der Sekundarstufe II weiterentwickelt. So werden die Lernenden auf einen erfolgreichen Lernprozess in der Qualifikationsphase vorbereitet. Insbesondere in der Einführungsphase ist eine individuelle Förderung von Schülerinnen und Schülern in naturgemäß heterogenen Lerngruppen von besonderer Bedeutung.

Im Unterricht der Einführungsphase haben die Schülerinnen und Schüler in den unterschiedlichen Lerngruppen unterschiedliche Ziele:

- In den Lerngruppen, die **auf erhöhtem Anforderungsniveau unterrichtet werden**, erweitern Schülerinnen und Schüler ihre Fähigkeiten im Sinne einer wissenschaftspropädeutisch angelegten Arbeitsweise. Sie können dadurch ihre Kompetenzen in variablen Situ-

ationen nutzen und reflektieren. Dabei gelingt ihnen zunehmend eine zielgerichtete Vernetzung von fachlichen Teilaspekten. Im Profulfach Chemie muss bereits in der Einführungsphase vertiefend auf erhöhtem Anforderungsniveau gearbeitet werden. In diesen Lerngruppen muss in der Einführungsphase mindestens ein Reaktionsmechanismus thematisiert werden.

- **Auf grundlegendem Niveau** erwerben Schülerinnen und Schüler eine wissenschaftspropädeutisch orientierte Grundbildung. Sie setzen sich mit grundlegenden Fragestellungen, Sachverhalten, Problemkomplexen und Strukturen des Faches Chemie auseinander und machen sich mit wesentlichen Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen des Faches vertraut. In exemplarischer Form stellen sie Zusammenhänge im Fach und mit anderen Fächern her und nutzen diese.
- Einige Schülerinnen und Schüler nehmen nur in der Einführungsphase am Chemieunterricht teil und erwerben exemplarisch Grundlagen.

Um diesen unterschiedlichen Zielsetzungen gerecht zu werden, ist der Chemieunterricht der Einführungsphase inhaltlich so zu gestalten, dass die Grundlage für die weitere Entwicklung einer chemischen Grundbildung angelegt wird. Die Inhalte der Einführungsphase werden in den Lerngruppen, die das Fach Chemie in der Qualifikationsphase fortführen, wieder aufgenommen, vertieft und ergänzt.

### Sachgebiete der Einführungsphase

In der Einführungsphase wird in den zu behandelnden Sachgebieten ein grundlegendes Basiswissen angelegt, das in der Qualifikationsphase durch Wahl geeigneter Anwendungsfelder vertieft wird. Fachinhalte können dabei aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden, eine Vernetzung und Weiterentwicklung erfolgt entlang der Basiskonzepte.

Für die Einführungsphase sind drei Sachgebiete vorgesehen:

- Chemie und Leben
- Chemie und Energie
- Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien

Diese Sachgebiete zeigen relevante Aspekte für persönliche, gesellschaftliche und berufliche Entscheidungsprozesse auf, für die chemische Grundkenntnisse erforderlich sind. Über die Dauer, den Umfang und die Gestaltung sowie die Verwendung von Kontexten der entsprechenden Sachgebiete und Themenbereiche entscheidet die **Fachkonferenz** und dokumentiert diese Entscheidungen im schulinternen Fachcurriculum für die unterschiedlichen Profile der Schule. Die Eignung der gewählten Vorgehensweise bezüglich des Kompetenzaufbaus muss regelmäßig überprüft werden.

### Sachgebiet „Chemie und Leben“

#### Erläuterung:

Das erste Sachgebiet führt in die Betrachtung grundlegender Stoffklassen und Reaktionsprozesse ein. Diese können weiterführend durch Inhalte aus den Bereichen Biochemie, Ernährung und Gesundheit, Medizin und Pharmazie vertieft werden. Ziel ist die Erschließung grundlegender Zusammenhänge zwischen Strukturen und Eigenschaften chemischer Verbindungen, dem Verlauf chemischer Reaktionen und deren Verknüpfung mit Lebensvorgängen. Dieser Baustein erweitert dabei die im Chemieunterricht der Sekundarstufe I vorgesehene Einführung in die Organische Chemie und zeigt die Sinnhaftigkeit systematischer Klassifikationen von Stoffen und Reaktionswegen auf.

Dieses Sachgebiet legt zudem bedeutsame Grundlagen für den Unterricht im Fach Biologie. Die Zusammenarbeit der beiden Fachkonferenzen ist folglich notwendig.

Da die Lernenden mit unterschiedlichen Voraussetzungen in die Sekundarstufe II eintreten, muss insbesondere bei der Ausgestaltung dieses Sachgebiets berücksichtigt werden, dass einige Schülerinnen und Schüler die Grundlagen der Organischen Chemie bereits ausführlich behandelt haben, andere jedoch mit geringen bzw. ohne Vorkenntnisse in diesem Bereich starten.

| Verbindliche Inhalte für das Sachgebiet „Chemie und Leben“   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vorkommen, Bedeutung und Funktion der Stoffklassen</b> (Kohlenhydrate, Proteine und Fette)</li> <li>• <b>Grundlage einer Systematik von Stoffklassen in Verbindung mit deren Funktionalität</b></li> <li>• funktionelle Gruppen der Organischen Chemie (Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxy-, Ester-, Aminogruppe)</li> <li>• homologe Reihen und Entwicklung von Eigenschaften entlang einer Reihe (Alkane, Alkanole, Carbonsäuren)</li> <li>• Beziehung zwischen Struktur und Eigenschaften</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Grundlagen der Nomenklatur nach IUPAC</li> <li>• räumlicher Bau</li> <li>• <b>Konstitutionsisomerie</b></li> <li>• <b>Reaktionsverhalten</b></li> <li>• Redoxreaktionen</li> <li>• Säure-Base-Reaktionen und chemisches Gleichgewicht im Kontext der Carbonsäuren (Säure-Base-Theorie nach Brønsted, pH-Wert, starke und schwache Säuren, <b>Ionprodukt des Wassers <math>K_w</math></b>, qualitative Betrachtung von Säurekonstante, Basenkonstante, <math>pK_s</math>- und <math>pK_B</math>-Wert)</li> <li>• *radikalische Substitution, *Addition an Doppelbindungen (elektrophile Addition), *<b>nucleophile Substitution</b>, *<b>Veresterung</b></li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Betrachtung bedeutsamer Stoffklassen der Naturstoffe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenhydrate, Fette, Proteine</li> <li>• Betrachtung von Strukturen und damit verbundenen Eigenschaften</li> </ul> </li> <li>• <b>Reaktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peptid-Bildung, Veresterung, Kondensationsreaktion von Monosacchariden</li> </ul> </li> <li>• <b>*Umkehrbarkeit und Beeinflussung von Reaktionen; chemisches Gleichgewicht und Prinzip von Le Chatelier</b></li> </ul>  |
| <p><b>Anmerkung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf erhöhtem Anforderungsniveau muss in der Einführungsphase mindestens ein Reaktionsmechanismus thematisiert werden. Im Rahmen dieses Sachgebiets können die Mechanismen der radikalischen Substitution, der elektrophilen Addition, <b>der nucleophilen Substitution</b> und <b>der Estersynthese</b> behandelt werden.</li> </ul>  |

### Sachgebiet „Chemie und Energie“

#### Erläuterung:

Dieses Sachgebiet betrachtet die Bedeutung der Chemie für die Energieversorgung in Alltag und Gesellschaft.

Neben der Erarbeitung des Basiskonzepts Energie werden exemplarisch technische Entwicklungen aufgezeigt, die in der Qualifikationsphase mit dem Schwerpunkt Elektrochemie sowie in fächerverbindenden Projekten in Richtung Technologie und Gesellschaft (beispielsweise mit den Fächern Physik, Geographie, Wirtschaft/Politik) fortgeführt werden können.

Umwandlungs- und Übertragungsprozesse sowie die Nutzung von Energieträgern prägen in hohem Maße un-

seren Alltag. Neben Verbrennungsreaktionen, die bereits in der Sekundarstufe I thematisiert wurden, sind dabei elektrochemische Prozesse von besonderer Bedeutung. Das Basiskonzept Energie wird durch die Betrachtung von Bindungsenergien in Richtung eines prinzipiellen Verständnisses von Umwandlungsprozessen erweitert. Dadurch wird eine Basis für die Bewertung verschiedener Energieträger in persönlichen, gesellschaftlichen und beruflichen Kontexten gelegt. In diesem Sachgebiet wird auch die Notwendigkeit genauer Prozessbetrachtungen inklusive erster quantitativer Bewertungen aufgezeigt.

**Verbindliche Inhalte Sachgebiet „Chemie und Energie“**

- **Vergleichende Betrachtung energetischer Prozesse in verschiedenen Kontexten**
- **Energetische Betrachtung von Verbrennungsreaktionen**
  - Energieformen, Energieträger und Energieumwandlung
  - 1. Hauptsatz der Thermodynamik
  - Energiebilanzen chemischer Reaktionen; Kalorimetrie
  - Deutung über Bindungsenergie und Teilchenbewegung
- **Redoxreaktionen als elektrochemische Reaktionen**
  - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
  - Redox-Reaktionen am Beispiel von Elektrolyse und galvanischen Elementen
- **Umkehrbarkeit von Reaktionen am Beispiel von Redoxreaktionen, Möglichkeiten der Reaktionssteuerung**
- **Bewertungskriterien für Energieträger und -prozesse unter der Perspektive nachhaltiger Entwicklungsmöglichkeiten**
  - vergleichende Betrachtung von Verbrennungsreaktionen und elektrochemischen Reaktionen
  - Vergleich: fossile Brennstoffe – alternative Energieträger

**Sachgebiet „Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien“****Erläuterung:**

Dieses Sachgebiet stellt die Nutzung von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen für die Entwicklung individuell und gesellschaftlich bedeutsamer Werkstoffe und Materialien ins Zentrum und zeigt damit die Vielfalt der Produkte auf, die mithilfe der Chemie hergestellt und optimiert werden. Fragen nachhaltiger Entwicklung sollen hier zum Tragen kommen. Ein Ansatz dafür ist die Betrachtung von Stoffkreisläufen und -bilanzen, ökologischen Fußabdrü-

cken und Wiederverwertungsansätzen für verschiedene Produkte. Im Rahmen der Gestaltung der Sekundarstufe II sind dabei Kooperationen mit allen Fächern möglich.

Am Beispiel der Kunststoffchemie wird erarbeitet, wie auf verschiedenen Ebenen (Gegenstände, Stoffe, chemische Strukturen von Verbindungen, differenzierte Modellbetrachtung von atomaren Eigenschaften) Deutungen und Vorhersagen funktionaler Eigenschaften möglich sind.

**Verbindliche Inhalte Sachgebiet „Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien“**

- **Kunststoffe – Produkte auf Basis von Funktionalität**
  - Zentrale Begriffe: Monomer, Polymer, Makromolekül
  - Einteilung nach thermischem Verhalten: Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere (jeweils mit typischen Vertretern)
  - Deutung der Stoffeigenschaften über Strukturen und intermolekulare Wechselwirkungen
  - Herstellung eines Kunststoffs
- **Gesichtspunkte der Nachhaltigkeit bei der Bewertung von Produkten und Herstellungsverfahren**
  - **Wertstoffkreisläufe** und Recycling

**Anmerkung**

- Auf erhöhtem Anforderungsniveau muss in der Einführungsphase mindestens ein Reaktionsmechanismus thematisiert werden. Im Rahmen dieses Sachgebiets können die Mechanismen der radikalischen Polymerisation und der Estersynthese behandelt werden.

### 3.2 Chemieunterricht in der Qualifikationsphase

Der Chemieunterricht der Qualifikationsphase dient – insbesondere im naturwissenschaftlichen Profil – der Vorbereitung auf ein späteres Studium bzw. eine berufliche Tätigkeit sowie einer Vertiefung der chemisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung. Fächerverbindende Kooperationen werden dabei als unterstützend für die Anwendung und Festigung chemischer Kenntnisse angesehen.

#### Sachgebiete der Qualifikationsphase

In der Qualifikationsphase werden die Inhalte der Einführungsphase wieder aufgenommen, vertieft und ergänzt. Die Sachgebiete stellen zudem verschiedene Schwerpunkte chemischer Denk- und Arbeitsweisen exemplarisch heraus:

- die Nutzung und Erweiterung von Modellen zur Deutung von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen,
- die qualitative Betrachtung von Reaktionsprozessen als Basis für deren Nutzung,
- die quantitativ-mathematische Betrachtung von Reaktionsprozessen zum tieferen Verständnis der Vorgänge,
- die Analyse und Modellierung von (Kreislauf-)Prozessen als Basis für Nachhaltigkeit,

- die Nutzung chemischer Fachkenntnisse und Verfahren für technologische Entwicklungen,
- die erkenntnistheoretische Betrachtung des Zusammenspiels von Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft.

Die in der Qualifikationsphase zu behandelnden Inhalte werden den folgenden vier Sachgebieten zugeordnet.

- Chemie und Leben
- Chemie und Umwelt
- Chemie und Energie
- Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien

**Alle Sachgebiete müssen im Laufe der zweijährigen Qualifikationsphase behandelt werden. Eine Kopplung der Sachgebiete an Schulhalbjahre ist nicht vorgesehen.**

Innerhalb eines Sachgebiets ist es möglich, Schwerpunkte zu setzen. Möglich ist es auch, Inhalte eines Sachgebiets im Laufe der Qualifikationsphase an unterschiedlichen Stellen einzuplanen.

#### Sachgebiet „Chemie und Leben“

##### Erläuterung:

Der Unterricht in diesem Sachgebiet baut auf den in der Einführungsphase erarbeiteten Grundlagen auf.

| Verbindliche Inhalte für das Sachgebiet „Chemie und Leben“   |
|--|
| Das Sachgebiet „Chemie und Leben“ wird mindestens innerhalb des gewählten Themenbereichs (Proteine oder Kohlenhydrate oder Fette) unterrichtet.  |
| <b><i>Auf erhöhtem Anforderungsniveau muss einer der beiden Themenbereiche „Proteine“ oder „Kohlenhydrate“ behandelt werden; die Behandlung eines weiteren Themenbereichs ist verpflichtend, wenn nicht der Themenbereich „Farbstoffe“ (vergleiche „Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien“) gewählt wird.</i></b> |
| Biochemische Aspekte von Gesundheit und Ernährung  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• biochemische Grundlagen von Ernährung und Gesundheit (Nährstoffe, Stoffwechselprozesse, exemplarische Betrachtung von Wirkstoffen in Nahrung und Medizin)</li> <li>• essentielle Nahrungsbestandteile</li> <li>• physikalischer und biologischer Brennwert</li> </ul>             |

Fortführung der Tabelle »

| Verbindliche Inhalte für das Sachgebiet „Chemie und Leben“   |   |
|--|---|
| Verbindliche Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau   | Zusätzliche verbindliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
| <b>Proteine</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Proteine für Lebewesen</li> <li>• Nachweisreaktion für Proteine</li> <li>• Aminosäuren als Bausteine der Proteine</li> <li>• essentielle Aminosäuren und ihre Bedeutung für die Ernährung</li> <li>• Zwitterionen</li> <li>• Peptidbindung</li> <li>• Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur</li> <li>• Denaturierung</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>koordinative Bindung, bei der die Bindungselektronen nur von einem der beiden Bindungspartner stammen (zwischen Metallkationen und freien Elektronenpaaren)</b></li> <li>• <b>isoelektrischer Punkt</b></li> <li>• <b>Puffersysteme: Bedeutung, Zusammensetzung, Funktionsweise</b></li> <li>• <b>Analyseverfahren für Aminosäuregemische: Prinzip der Chromatographie, Ermittlung und Interpretation von R<sub>f</sub>-Werten</b></li> <li>• <b>optische Aktivität</b></li> <li>• <b>Chiralität, asymmetrisch substituierte Kohlenstoff-Atome</b></li> </ul> |
| <b>Kohlenhydrate</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorkommen, Eigenschaften und Nachweis der Glucose und Fructose</li> <li>• Darstellung der Moleküle mithilfe verschiedener Modelle (Fischer- und Haworth-Projektion)</li> <li>• Aussagen und Grenzen von Modelldarstellungen</li> </ul><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• glykosidische Bindung</li> <li>• Beispiele für Disaccharide, Nachweis zur Unterscheidung von reduzierenden und nichtreduzierenden Disacchariden</li> <li>• Beispiele für Polysaccharide</li> <li>• hydrolytische Spaltung von Di- und Polysacchariden</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Koordinative Bindung, bei der die Bindungselektronen nur von einem der beiden Bindungspartner stammen (zwischen Metallkationen und freien Elektronenpaaren)</b></li> <li>• <b>optische Aktivität</b></li> <li>• <b>Konfigurationsisomerie, Chiralität, asymmetrisch substituierte Kohlenstoff-Atome</b></li> <li>• <b>Mutarotation</b></li> </ul>   |



| Verbindliche Inhalte für das Sachgebiet „Chemie und Leben“  |   |
|---|---|
| <b>Fette</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundsätzlicher Aufbau eines Fett-Moleküls</li> <li>• Aufbau eines Fett-Moleküls aus Glycerin und Fettsäuren</li> <li>• gesättigte Fettsäuren, ungesättigte Fettsäuren</li> <li>• Bewertung von Fetten anhand von Kennzahlen (qualitativ)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Konfigurationsisomerie</b></li> <li>• <b>experimentelle Ermittlung und Bewertung ausgewählter Kennzahlen (z. B. Iodzahl, Säurezahl, Verseifungszahl)</b></li> </ul> |

### Sachgebiet „Chemie und Umwelt“

#### Erläuterung:

Boden, Wasser und Luft sind unsere Lebensgrundlage. Deshalb werden Umweltthemen wie Klimawandel, Wasser- und Bodenverschmutzung umfangreich in den Medien behandelt und auch im täglichen Leben immer

wichtiger. Abwägung von Nutzen und Gefährdungspotenzialen von Chemikalien und Chemieprodukten sowie der sichere Umgang mit Chemikalien können im Rahmen dieses Sachgebiets ebenfalls thematisiert werden.

Das Sachgebiet eignet sich besonders gut zur Erweiterung der Bewertungskompetenz.

| Verbindliche Inhalte für das Sachgebiet „Chemie und Umwelt“   |   |
|---|---|
| Die Behandlung eines der beiden Umweltbereiche „Wasser“ oder „Boden“ ist verpflichtend. Ergänzend können die anderen Umweltbereiche behandelt werden.   |   |
| Die „Analytik“ wird mindestens innerhalb des gewählten Umweltbereichs behandelt.  |   |
| Verbindliche Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau  | Zusätzliche verbindliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
| <b>Analytik</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffmengen und Konzentrationen</li> <li>• Analysegenauigkeit, Fehlerbetrachtung und Nachweisgrenzen</li> <li>• Qualitative und halbquantitative Analyse (Ionennachweise)</li> <li>• quantitative Analysemethoden (Säure-Base-Titration und Konzentrationsberechnung)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Qualitative und halbquantitative sowie quantitative Analysemethoden erhöhter Komplexität</b></li> <li>• <b>Löslichkeitsgleichgewicht und Löslichkeitsprodukt <math>K_L</math> (qualitativ und quantitativ)</b></li> <li>• <b>quantitative Analysemethoden (Säure-Base-Titration, Redox-Titration)</b></li> <li>• <b>quantitative Betrachtung von Säurekonstante, Basenkonstante, <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werten</b></li> <li>• <b>Titrationen</b></li> </ul> |

Fortführung der Tabelle »

|  |   |
|--|---|
| Fortsetzung: Analytik  |   |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung von Anfangspunkt, Halbäquivalenzpunkt und Äquivalenzpunkt</li> <li>• Chromatographie</li> <li>• ein Verfahren der instrumentellen Analyse (z. B. Konduktometrie, potenziometrische pH-Wert-Bestimmung, Fotometrie, Polarimetrie)</li> </ul> |
| <b>Verbindliche Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau</b><br><i>Der Unterricht im Profulfach findet durch die geeignete Auswahl der analytischen Verfahren auf erhöhtem Anforderungsniveau statt.</i>  |   |
| <b>Umweltbereich Wasser</b>  |   |
| Die Wasseranalytik erfolgt im Kontext eines von der Lehrkraft gewählten Schwerpunkts (z. B. Trinkwasserschutz, Gewässerschutz, Düngung und Grundwasser, Trinkwasseraufbereitung oder Versauerung der Meere).   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasseranalytik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der Nachweisreaktionen (Fällungsreaktionen, Farbreaktionen, Gasentwicklungsreaktionen)</li> <li>• Nachweis von relevanten Ionen</li> <li>• pH-Wert</li> <li>• Wasserhärte; Kalkkreislauf</li> </ul> </li> <li>• Entnahme und Aufbereitung von Wasserproben</li> <li>• Bedeutung und Bewertung der Wasserqualität passend zu einem gewählten Schwerpunkt</li> </ul> |   |
| <b>Umweltbereich Boden</b>   |   |
| Die Bodenanalytik erfolgt im Kontext eines von der Lehrkraft gewählten Schwerpunkts (z. B. Bodenbelastung und Bodenanierung oder Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft).  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenanalytik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenstruktur</li> <li>• Prinzipien der Nachweisreaktionen (Fällungsreaktionen, Farbreaktionen, Gasentwicklungsreaktionen)</li> <li>• Nachweis von relevanten Ionen</li> <li>• Boden-pH</li> </ul> </li> <li>• Entnahme und Aufbereitung von Bodenproben</li> <li>• Bedeutung und Bewertung der Bodenqualität passend zu einem gewählten Schwerpunkt</li> </ul>                |   |
| <b>Umweltbereich Luft</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treibhauseffekt (natürlich, anthropogen)</li> <li>• anthropogene Einflüsse und daraus resultierende Probleme</li> <li>• Luftschadstoffe und deren Nachweise: z. B. Stickstoffoxide, Kohlenstoffmonoxid</li> <li>• Ozon (stratosphärisch) und Ozonloch, bodennahes Ozon</li> <li>• Kohlenstoffkreislauf, Kohlenstoffdioxidsenken, -quellen und -reservoirs, Messverfahren für den Kohlenstoffdioxidgehalt</li> </ul>                   |   |

**Sachgebiet „Chemie und Energie“****Erläuterung:**

Die Verwendung mobiler Energieträger beeinflusst das tägliche Leben in einer modernen Gesellschaft. Chemisch gebundene Energie kann durch chemische Reaktionen in elektrische Energie umgewandelt werden. Grundlegend für diese Reaktionen ist das Donator-Akzeptor-Konzept. Die Umwandlung chemischer Energie in elektrische

Energie verdeutlicht die inneren Zusammenhänge zwischen den beiden Naturwissenschaften Chemie und Physik. Der Wirkungsgrad der Energiebereitstellung, der Energiespeicherung und der Nutzung elektrischer Energie durch chemische Reaktionen ist eine Voraussetzung für die Beurteilung der Verfahren. Die Möglichkeit der chemischen Speicherung von Energie ist ein wichtiges Forschungsgebiet für die Zukunft.

| Verbindliche Inhalte für das Sachgebiet „Chemie und Energie“   |   |
|--|---|
| Teile des Sachgebiets „Chemie und Energie“ können an andere Sachgebiete gekoppelt werden. Insbesondere die Inhalte aus dem Bereich „Energieträger jenseits fossiler Brennstoffe“ können mit dem Sachgebiet „Chemie und Leben“ verknüpft werden.              |   |
| Verbindliche Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau   | Zusätzliche verbindliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
| Chemische Grundlagen von Energiekonzepten  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• energetische Betrachtung von Umwandlungsprozessen</li> <li>• Energiespeicherung</li> <li>• Kalorimetrie</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Reaktionsenthalpie</li> <li>• Satz von Hess</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>innere Energie, Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie</b></li> <li>• <b>Gibbs-Helmholtz-Gleichung</b></li> <li>• <b>Berechnung der Änderung der molaren Standardenthalpie</b></li> <li>• <b>2. Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip des Enthalpie-Minimums)</b></li> <li>• <b>Reaktionsentropie</b></li> <li>• <b>freie Reaktionsenthalpie</b></li> </ul> |
| Redoxreaktionen und chemische Stromgewinnung   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrochemische Gewinnung von Stoffen – Elektrolyse (Elektrolyse als erzwungene Redox-Reaktion)</li> <li>• Elektrolyse als großtechnisches Verfahren</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Faraday-Gesetze</b></li> <li>• <b>Überspannung (Zersetzungsspannung als Differenz der Elektrodenpotenziale von Anode und Kathode)</b></li> </ul>  |

Fortführung der Tabelle »

|  |   |
|--|---|
| Fortsetzung: Redoxreaktionen und chemische Stromgewinnung  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Galvanische Zellen</li> <li>• Gegenüberstellung galvanisches Element - Elektrolyse</li> <li>• Elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>• Halbzellen und deren Potenziale</li> <li>• Berechnung der Zellspannung <math>\Delta E</math> aus den Standardpotenzialen</li> <li>• Akkumulatoren</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Konzentrationszelle</b></li> <li>• <b>Nernst-Gleichung</b></li> <li>• <b>Berechnungen von Potenzialen in Abhängigkeit von den Konzentrationen bei Standardtemperatur</b></li> </ul> |
| <b>Energieträger jenseits fossiler Brennstoffe</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzelle</li> <li>• Energie aus nachwachsenden Rohstoffen, Gesichtspunkte der Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Energiespeichern</li> </ul>   |   |
| <b>Elektrochemische Korrosion</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion von Metallen</li> <li>• aktiver und passiver Korrosionsschutz</li> </ul>  |   |

### Sachgebiet „Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien“

#### Erläuterung:

Die Inhalte dieses Sachgebiets berühren die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler in besonderem Maße und bieten viele Möglichkeiten der Bearbeitung sowohl auf grundlegendem als auch auf erhöhtem Niveau. Dabei steht die gezielte Auswahl von Stoffen aufgrund ihrer Eigenschaften für ein gewünschtes Produkt im Mittelpunkt aller angebotenen Themenbereiche.

#### • **Kunststoffe**

Die modernen Kunststoffe bestehen in der Regel aus organischen Molekülen, die ausgehend von Erdöl oder Erdgas synthetisiert werden. Bei den Herstellungsverfahren der Kunststoffe werden Reaktionen aufgegriffen, die zum Teil schon in der Einführungsphase thematisiert wurden. Die grundlegenden Reaktionen und Mechanismen können auch erst im Rahmen dieses Themas erarbeitet werden.

Die Gebiete der Kunststoff- und Textilchemie sind eng miteinander verflochten. Auch zum Sachgebiet „Chemie und Leben“ (Cellulose, Proteine) und zum Themenbereich „Farbstoffe“ (Farbstoffchemie, Färbverfahren) können Verbindungen hergestellt werden.

#### • **Aromatische Verbindungen und Farbstoffe**

Die Beschäftigung mit der Chemie der Aromaten erschließt eine Vielzahl von stofflich interessanten Verbindungen, die in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler eine große Rolle spielen. Das Thema ermöglicht Einblicke in die zielgerichtete Planung organischer Synthesen und fördert dadurch an vielen Stellen besonders den Kompetenzbereich Bewertung. Die Themenbereiche Farbstoffe und aromatische Verbindungen können unabhängig voneinander behandelt werden. Aufgrund der delokalisierten Elektronensysteme ist eine aufeinander aufbauende Behandlung jedoch sinnvoll.

• **Nanochemie**

Längst hat die Nanotechnologie Einzug in unseren Alltag gehalten und gewinnt als Forschungsfeld zunehmend an Bedeutung. Sie bietet damit großes Potenzial, chemische Fachinhalte im Kontext aktueller wissenschaftlicher Forschung im Unterricht zu vermitteln und gleichzeitig die tägliche Lebensumwelt der Schülerinnen und Schüler einzubeziehen.

• **Grenzflächenaktive Stoffe: Wasch- und Reinigungsmittel und kosmetische Produkte**

Der Lebensweltbezug ist in diesem Themenbereich offensichtlich. In besonderem Maße können hier die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung und Bewertung gefördert werden. Durch experimentelle Untersuchung auch selbst herstellbarer Produkte

können Rückschlüsse über Wirksamkeit und Qualität gezogen werden.

• **Chemie und Medikamente**

Die Gesundheit des Menschen ist von je her eines der zentralen Anliegen der Chemie. Arzneistoffe wurden zunächst durch Ausprobieren auf ihre Wirksamkeit untersucht. Inzwischen werden Medikamente gezielt auf der Grundlage bekannter Stoffwechselforgänge und Stoffwechselfehler entwickelt. So bietet dieser Themenbereich einen interessanten Einblick in die historische und moderne Pharmazie.

Die Kopplung dieses Themas an die aromatischen Verbindungen kann – je nach Auswahl der betrachteten Medikamente – sinnvoll sein.

**Verbindliche Inhalte für das Sachgebiet „Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien“**

Innerhalb des Sachgebiets „Chemie der funktionalen Stoffe und Materialien“ wird auf grundlegendem Anforderungsniveau mindestens der Themenbereich „Kunststoffe“ unterrichtet.

Ergänzend können auf grundlegendem Niveau weitere Themenbereiche behandelt werden. Das für das erhöhte Anforderungsniveau vorgesehene Thema „Nanochemie“ kann in didaktisch reduzierter Form berücksichtigt werden.

**Auf erhöhtem Anforderungsniveau ist die Behandlung der aromatischen Verbindungen unabhängig von der Anbindung an den Schwerpunkt „Farbstoffe“ verpflichtend.**

**Auf erhöhtem Anforderungsniveau ist die Behandlung des Themenbereichs „Farbstoffe“ verpflichtend, wenn nicht ein weiterer Themenbereich des Sachgebiets „Chemie und Leben“ behandelt wird.**

**Auf erhöhtem Anforderungsniveau ist die Behandlung des Themenbereichs „Nanochemie“ verpflichtend. Es ist jedoch möglich, diesen Themenbereich in das Sachgebiet „Chemie und Energie“ zu integrieren (siehe Hinweise dort).**

Verbindliche Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau

Zusätzliche verbindliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau

**Kunststoffe**

Aufbauend auf den in der Einführungsphase behandelten Inhalten werden die folgenden Inhalte ausdifferenziert und vertieft:

- zentrale Begriffe: Monomer, Polymer, Makromolekül
- Einteilung nach thermischem Verhalten: Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere
- zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Fortführung der Tabelle »

|   |   |
|---|---|
| <i>Fortsetzung: Kunststoffe</i>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung und Eigenschaften mindestens eines Kunststoffs</li> <li>• Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>• Recyclingverfahren</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wertstoffkreisläufe</b></li> <li>• <b>Mechanismus der Estersynthese</b></li> <li>• <b>Mechanismus der radikalischen Polymerisation</b></li> </ul>   |
| <b>Aromatische Verbindungen</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur aromatischer Systeme</li> <li>• Mesomerie und deren Darstellung</li> <li>• Benzol und ausgewählte Substitutionsprodukte</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wellenmechanisches Atommodell</b></li> <li>• <b>Mechanismus der elektrophilen Substitution</b></li> <li>• <b>mesomerer Effekt</b></li> </ul>  |
| <b>Farbstoffe</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• additive und subtraktive Farbmischung</li> <li>• Farbstoffklassen</li> <li>• Zusammenhang zwischen Textilstruktur, Farbstoffstruktur und passendem Färbeverfahren</li> <li>• ein beispielhaftes Textilfärbeverfahren</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anwendung der elektrophilen Substitution</b></li> <li>• <b>Substituenteneffekte (auxochrome und anti-auxochrome Gruppen; Chromophor)</b></li> </ul>   |
| <b>Nanochemie</b>   |   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Systemebenen „Makro, Mikro, Nano“</b></li> <li>• <b>Besonderheiten von Nanopartikeln: Verhältnis Oberfläche zu Masse und Volumen</b></li> <li>• <b>Betrachtung der Eigenschaften einer nanostrukturierten Oberfläche</b></li> </ul> |
| <b>Grenzflächenaktive Stoffe: Wasch- und Reinigungsmittel und kosmetische Produkte</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberflächenaktivität und Grenzflächenaktivität</li> <li>• Struktur und Eigenschaften von Tensiden und Emulgatoren</li> <li>• Seife als typisches Beispiel einfacher Tenside</li> <li>• anionische, kationische und nichtionische Tenside</li> <li>• Mizellen als Struktureinheiten von Emulsionen</li> <li>• Inhaltsstoffe von Waschmitteln oder von kosmetischen Produkten im Hinblick auf unterschiedliche Funktionen</li> <li>• kritische Betrachtung von Inhaltsstoffen</li> </ul> |   |

| Chemie und Medikamente   |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• exemplarische Betrachtung mindestens einer Wirkstoffgruppe: Forschung und Entwicklung, Herstellung im Labor und großtechnische Produktion, Vermarktung</li><li>• Giftigkeit von Wirkstoffen, Dosierung und Überdosierung, Arbeitsplatzgrenzwerte</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Medikamente auf Aromatenbasis</b></li><li>• <b>Syntheseplanung</b></li></ul> |

#### 4 Schulinternes Fachcurriculum

Die Fachanforderungen geben durch verbindlich formulierte Grundsätze und die verbindlichen Inhalte einen Rahmen vor. Innerhalb der Rahmenvorgaben der Fachanforderungen besitzen die Schulen Gestaltungsfreiheit bezüglich der Umsetzung der Lern- und Unterrichtsorganisation, der pädagogisch-didaktischen Konzepte sowie der inhaltlichen Schwerpunktsetzungen.

Im schulinternen Fachcurriculum dokumentiert die Fachkonferenz ihre Vereinbarungen zur Gestaltung des Chemieunterrichtes in ihrer Schule. Die Weiterentwicklung des schulinternen Fachcurriculums

stellt eine ständige gemeinsame Aufgabe der Fachkonferenz dar.

Für die Fachkonferenz Chemie ergeben sich die folgenden Aufgaben:

- Die Fachkonferenz entscheidet über die Dauer, den Umfang und die Gestaltung sowie über die Strukturierung der entsprechenden Sachgebiete der Einführungsphase durch Kontexte.
- Die Sachgebiete der Qualifikationsphase müssen in den unterschiedlichen Lerngruppen (je nach Anforderungsniveau und Stundenumfang) über die zur Verfügung stehenden Jahre sinnvoll verteilt werden. Bei der Wahl der Schwerpunkte ist die Beteiligung der Schülerinnen und Schüler sinnvoll.

| Aspekte                                  | Vereinbarungen   |
|--|--|
| <b>Unterricht</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• notwendige Absprachen zur Gestaltung von Unterrichtseinheiten in den unterschiedlichen Profilen</li> <li>• Beitrag der jeweiligen Unterrichtseinheit zum Erwerb und zur Erweiterung der prozessbezogenen Kompetenzen und des Aufbaus der Basiskonzepte</li> <li>• fächer- und themenübergreifendes Arbeiten</li> <li>• Einbeziehung außerunterrichtlicher Lernangebote und Projekte</li> </ul>  |
| <b>Fachsprache</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung von einheitlichen Bezeichnungen und Begriffen</li> <li>• Beachtung der Maßnahmen für durchgängige Sprachbildung zur Schulung der Fachsprache</li> </ul>  |
| <b>Fördern und Fordern</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschläge für Angebote für besonders leistungsstarke, motivierte beziehungsweise leistungsschwache Schülerinnen und Schüler</li> <li>• Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit hohem Förderbedarf sowie für besonders begabte Schülerinnen und Schüler</li> <li>• Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen</li> <li>• Ausgestaltung der Binnendifferenzierung</li> <li>• außerunterrichtliche Angebote für besonders interessierte Schülerinnen und Schüler</li> </ul> |
| <b>Digitale Medien / Medienkompetenz</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beitrag des Faches zur Medienkompetenz</li> <li>• Nutzung digitaler Medien im Unterricht</li> </ul>   |
| <b>Hilfsmittel</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anschaffung und Nutzung von Lehr- und Lernmaterial</li> </ul>   |
| <b>Leistungsbewertung</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätze zur Leistungsbewertung und zur Gestaltung von Leistungsnachweisen</li> </ul>   |
| <b>Überprüfung und Weiterentwicklung</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• regelmäßige Überprüfung und Weiterentwicklung getroffener Verabredungen</li> <li>• regelmäßige Absprachen über den Fortbildungsbedarf</li> </ul>  |



## 5 Leistungsbewertung

Grundlage für eine Beurteilung sowie gegebenenfalls eine Leistungsbewertung sind die von der Lehrkraft beobachteten Handlungen der Lernenden. Beurteilen bedeutet die kritische, wertschätzende und individuelle Rückmeldung auf der Grundlage von kompetenzbasierten Kriterien. In diesem Sinne stehen im Unterricht die Diagnostik und das Feedback unter Berücksichtigung des individuellen Lernprozesses im Vordergrund. Eine Bewertung lässt sich nur aus einer an Kriterien orientierten Beobachtung ableiten.

Grundsätzlich sind alle in Kapitel II.2 ausgewiesenen Kompetenzbereiche (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz) sowie das Fachwissen bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, das Erreichen der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu evaluieren. Lernerfolgsüberprüfungen sollen Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben, erworbene Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen.

Für Lehrkräfte sind die Ergebnisse der begleitenden Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzerwerbs Anlass, die Zielsetzungen und Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen. Schülerinnen und Schüler erhalten Rückmeldungen zu ihrem Lernprozess und zu den erreichten Lernständen. Beide Rückmeldungen sind eine Hilfe für die Selbsteinschätzung. Die Rückmeldungen müssen auch Hinweise für das weitere Lernen enthalten. Sie dienen damit der Lenkung und Unterstützung des individuellen Lernprozesses.

Bei der Leistungsbewertung wird zwischen Unterrichtsbeiträgen und Leistungsnachweisen unterschieden.

### 5.1 Unterrichtsbeiträge

Um dem unterschiedlichen Leistungsvermögen und den unterschiedlichen Persönlichkeiten der Schülerinnen und

Schüler gerecht zu werden, aber auch, um das gesamte Spektrum der Leistungen angemessen berücksichtigen zu können, müssen im Bereich der Unterrichtsbeiträge Leistungen aus unterschiedlichen Feldern der Unterrichtsarbeit herangezogen werden. Hierzu gehören unter anderem:

#### Unterrichtsgespräch

- Teilnahme am Unterrichtsgespräch mit weiterführenden Fragestellungen
- Formulierung von Hypothesen und Problemstellungen
- Verwendung von Fachsprache
- Umgang mit Modellen

#### Aufgaben und Experimente

- Formulierung von Problemstellungen und Hypothesen
- Organisation, Bearbeitung und Durchführung
- Formulierung von Vorgehensweisen, Beobachtungen, Ergebnissen
- Ziehen von Schlussfolgerungen und Ableiten von Regeln

#### Dokumentation

- Zusammenstellung von Materialsammlungen
- Verwendung von Fachsprache
- Umgang mit Modellen
- den Anforderungen des Unterrichts entsprechende Heftführung
- geeignete Dokumentation von Versuchsergebnissen und Aufgaben
- Erstellen von Lerntagebüchern und Portfolios

#### Präsentation

- mündliche und schriftliche Darstellung von Arbeitsergebnissen
- Kurzvorträge und Referate
- Verwendung von Fachsprache
- Umgang mit Modellen
- Präsentation von Wettbewerbsbeiträgen

#### Schriftliche Überprüfungen

- Schriftliche Leistungsüberprüfungen bis zu einer Arbeitsdauer von maximal 20 Minuten (sogenannte Tests) sind gemäß Erlass als Unterrichtsbeiträge zu berücksichtigen.

Die Lehrkraft initiiert, dass die Lernenden für Unterrichtsbeiträge eine kriteriengeleitete Rückmeldung erhalten. Die Lehrkraft gewährleistet die Transparenz der Kriterien. Das kann eine gemeinsame Erarbeitung von Kriterien mit der Lerngruppe einschließen. Die Bewertung liegt in der Verantwortung der Lehrkraft.

Da die Unterrichtsbeiträge bei der Leistungsbewertung den Ausschlag geben, muss die Gewichtung einzelner Arten von Unterrichtsbeiträgen innerhalb dieses Teilbereiches transparent gestaltet werden.

## 5.2 Leistungsnachweise

Leistungsnachweise umfassen Klausuren (Klassenarbeiten) und zu Klausuren (Klassenarbeiten) gleichwertige Leistungsnachweise. Tests gelten nicht als Leistungsnachweise.

### Grundsätze für die Erstellung von Klausuren (Klassenarbeiten)

Eine Klausur (Klassenarbeit) muss so angelegt sein, dass sie eine angemessene Vorbereitung auf die Abiturprüfung darstellt. Dies wird durch die Beachtung folgender Aspekte sichergestellt:

- Gemäß den in diesen Fachanforderungen formulierten Zielen ist bei Leistungsnachweisen in Form von Klausuren (Klassenarbeiten) zu gewährleisten, dass neben der Sachkompetenz auch die Kompetenzen aus den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung angemessen berücksichtigt werden.
- Die Klausur (Klassenarbeit) als Ganzes setzt sich aus mehreren - in der Regel zwei - unabhängig voneinander bearbeitbaren Aufgaben zusammen. Jede dieser Aufgaben kann in Teilaufgaben gegliedert sein, die jedoch nicht beziehungslos nebeneinanderstehen sollen. Die Teilaufgaben einer Aufgabe sollen so unabhängig voneinander sein, dass eine Fehlleistung - insbesondere am Anfang - die weitere Bearbeitung weiterer Aufgabenteile nicht stark erschwert. Falls erforderlich, können Zwischenergebnisse in der Aufgabenstellung enthalten sein.
- Folgende Arten von Aufgaben sind unter anderem möglich: Bearbeitung eines Schüler- oder Lehrerexperiments, das im Unterricht nicht behandelt wurde; Aus-

wertung von nicht im Unterricht behandeltem Material; theoretische Anwendung erworbener Qualifikationen auf eine bisher nicht behandelte Problemstellung.

- Aufgaben, deren Lösung ausschließlich die Aufsatzform verlangt, sind nicht geeignet.
- Die Klausur (Klassenarbeit) auf erhöhtem Anforderungsniveau soll sich im Verlauf der Sekundarstufe II zunehmend auf mehrere Sachgebiete beziehen.
- Bei der Formulierung der Aufgaben sind die vorgegebenen Operatoren zu verwenden.
- Die Klausur (Klassenarbeit) muss auch Operatoren enthalten, die Erläuterungen durch Texte in angemessenem Umfang verlangen.
- In jeder Klausur (Klassenarbeit) müssen die drei Anforderungsbereiche einen angemessenen Anteil haben.

Im schulinternen Fachcurriculum werden die hier genannten Grundsätze für die Gestaltung von Klausuren (Klassenarbeiten) konkretisiert.

Für Schülerinnen und Schüler, die im Fach Chemie eine schriftliche Abiturprüfung ablegen werden, sollen Klausuren (Klassenarbeiten) im Verlauf der Sekundarstufe II zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils in der Abiturprüfung vorbereiten. In der Einführungsphase ist dabei der Gestaltungsspielraum größer; mit zunehmender Nähe zum Abitur orientieren sich die Aufgaben immer stärker am Format der Prüfungsaufgaben (siehe Abschnitt 6).

### Dauer und Anzahl

Dauer und Anzahl der Klausuren (Klassenarbeiten) in der Sekundarstufe II werden per Erlass geregelt.

### Korrektur und Rückgabe

Die Korrekturanmerkungen müssen eine Lernhilfe bieten. Die Besprechung bei der Rückgabe von Klausuren (Klassenarbeiten) darf sich nicht auf die Leistungsbewertung beschränken. Eine inhaltliche Besprechung ausgewählter fachlicher Schwerpunkte ist vorzusehen.

### Bewertung von Klausuren (Klassenarbeiten)

In der Sekundarstufe II orientiert sich die Bewertung an den Vorschriften, die für die Bewertung

der Prüfungsarbeiten im Abitur gelten. In der Einführungsphase ist dabei der Gestaltungsspielraum größer; mit zunehmender Nähe zum Abitur sind die Abiturmaßstäbe strenger anzulegen.

Da in Klausuren (Klassenarbeiten) neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Form der Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden.

#### **Gleichwertige Leistungsnachweise**

Gleichwertige Leistungsnachweise orientieren sich am Arbeitsumfang einer Klausur (Klassenarbeit) (inklusive Vor- und Nachbereitung).

Im schulinternen Fachcurriculum ist konkretisiert, welche Ersatzleistungen neben Klausuren (Klassenarbeiten) als Leistungsnachweise herangezogen werden können. Es legt formale und fachliche Anforderungen und grundsätzliche Beurteilungskriterien für gleichwertige Leistungsnachweise fest und berücksichtigt dabei wie in Klausuren (Klassenarbeiten) alle drei Anforderungsbereiche. Die Zusammenfassung mehrerer Tests zu einem gleichwertigen Leistungsnachweis ist ausgeschlossen.

## 6 Die Abiturprüfung

Für die Abiturprüfung gelten die Vorgaben der Kultusministerkonferenz nach Maßgabe dieser Bestimmungen. Grundlage für die Abiturprüfung sind die in den Fachanforderungen des Faches Chemie beziehungsweise des Faches Naturwissenschaften der Sekundarstufe I und die in den Fachanforderungen des Faches Chemie der Sekundarstufe II beschriebenen Kompetenzen.

Auf der Grundlage der Fachanforderungen erlässt das zuständige Ministerium Regelungen für die Durchführung der Abiturprüfungen, die auch thematische Vorgaben enthalten können.

Die Abiturprüfung im Fach Chemie findet nach Maßgabe der geltenden Verordnungen auf erhöhtem beziehungsweise auf grundlegendem Anforderungsniveau statt.

Unterschiedliche Anforderungen in der Prüfungsaufgabe auf grundlegendem und auf erhöhtem Anforderungsniveau ergeben sich vor allem im Hinblick auf die Komplexität des Gegenstands, im Grad der Differenzierung und der Abstraktion der Inhalte, im Anspruch an die Beherrschung der Fachsprache, der Mathematisierung und der Methoden sowie bezüglich Selbstständigkeit bei der Lösung der Aufgaben.

Eine **Prüfungsaufgabe** der Abiturprüfung ist die Gesamtheit aller Aufgaben, die ein Prüfling zu bearbeiten hat. Sie erwächst aus dem Unterricht in der Sekundarstufe II mit dem Schwerpunkt auf der Qualifikationsphase. Die Prüfungsaufgabe setzt sich aus unabhängig voneinander bearbeitbaren Aufgaben zusammen.

Jede **Aufgabe** zeichnet sich durch einen thematischen Zusammenhang aus, der sich auf einen oder mehrere Inhaltsbereiche bezieht. Die Aufgabenstellung ermöglicht eine Auseinandersetzung mit einem komplexen Sachverhalt. Jede Aufgabe kann in begrenztem Umfang in Teilaufgaben gegliedert sein. Jede Aufgabe berücksichtigt alle drei Anforderungsbereiche. Bei der

Formulierung der Aufgaben werden die angegebenen Operatoren verwendet.

**Teilaufgaben** können den Komplexitätsgrad einer Aufgabe reduzieren und den Aufgabenlösungsprozess strukturieren. Die Teilaufgaben stehen nicht beziehungslos nebeneinander, sind jedoch so unabhängig voneinander, dass eine Fehlleistung in einer Teilaufgabe nicht die weitere Bearbeitung der Aufgabe ausschließt. Falls erforderlich, können Zwischenergebnisse in der Aufgabenstellung enthalten sein. Die Aufgliederung in Teilaufgaben soll nicht so detailliert sein, dass dadurch ein Lösungsweg zwingend vorgezeichnet wird.

Die **Inhalte der Prüfungsaufgabe** müssen den curricularen Vorgaben der Qualifikationsphase entnommen sein und dürfen sich nicht nur auf ein Schulhalbjahr beschränken. Für die Lösung der Prüfungsaufgabe werden Kompetenzen aus vorangegangenen Schuljahren vorausgesetzt.

Der Schwerpunkt der zu erbringenden Prüfungsleistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III in einem angemessenen Verhältnis zu berücksichtigen, wobei Anforderungsbereich I stärker als III zu gewichten ist.

Auf der Grundlage der Fachanforderungen erlässt das zuständige Ministerium Regelungen für die Durchführung der Abiturprüfungen, die auch thematische Vorgaben enthalten können.

### 6.1 Die schriftliche Abiturprüfung

Die Prüfungsaufgabe für die schriftliche Abiturprüfung hat drei Aufgaben, die jeweils den gleichen Zeitumfang beanspruchen und die gleiche Anzahl von Bewertungseinheiten aufweisen. Die Aufgabenstellung ermöglicht eine Auseinandersetzung mit einem komplexen Sachverhalt. Die Anforderungen in der schriftlichen Abiturprüfung nehmen in komplexer Weise Bezug auf die vier Kompetenzbereiche (vergleiche Kapitel 2.1), drei Basiskonzepte (vergleiche Kapitel 2.2) und vier Inhaltsbereiche (vergleiche Kapitel 3).

Der Schwerpunkt jeder Aufgabe bezieht sich auf eines der in den Fachanforderungen genannten Sachgebiete (vergleiche Kapitel 3). Die Prüfungsaufgabe muss mindestens drei der vier in der Oberstufe behandelten Sachgebiete.

Im Zentrum der Aufgaben steht die Überprüfung des chemischen Verständnisses.

Es sind unter anderem folgende Arten von Aufgaben möglich:

- **Materialgebundene Aufgaben:**  
Bei der materialgebundenen Aufgabe geht es um die Erläuterung, Auswertung, Kommentierung, Interpretation und Bewertung fachspezifischer Materialien (zum Beispiel Texte, Abbildungen, Tabellen, Messreihen, Filme, Versuchsergebnisse, Graphen, Simulationen, Diagramme, dokumentierte Experimente).
- **Fachpraktische Aufgaben:**  
Die fachpraktische Aufgabe schließt zusätzlich zur materialgebundenen Aufgabe die Gewinnung von Beobachtungen und Daten sowie gegebenenfalls die Planung der Datengewinnung ein.

Aufgaben, deren Lösung ausschließlich die Aufsatzform verlangt, sind nicht geeignet.

Für die Beurteilung der Prüfungsleistungen sind sowohl die rein formale Lösung als auch das zum Ausdruck gebrachte chemische Verständnis maßgebend. Daher sind erläuternde, kommentierende und begründende Texte unverzichtbarer Bestandteil der Prüfungsleistung. Dies gilt auch für die Dokumentation im Falle des Einsatzes digitaler Werkzeuge.

Mangelnde Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeiten in Zeichnungen oder unzureichende oder falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Text sind als fachliche Fehler zu werten.

Für die Bewertung kommt den folgenden Kriterien besonderes Gewicht zu:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen fachspezifischen Kompetenzen,

- Verständnis für fachspezifische Probleme sowie die Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen, darzustellen und Sachverhalte zu beurteilen,
- Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemstellungen, Reflexionsfähigkeit und Kreativität der Lösungsansätze,
- Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und Fachmethoden,
- Schlüssigkeit der Argumentation, Verständlichkeit und Qualität der Darstellung (Gedankenführung, Klarheit in Aufbau und Sprache, fachsprachlicher Ausdruck).

Die Benotung der Arbeiten erfolgt nach einem vorgegebenen Bewertungsschlüssel.

## 6.2 Die mündliche Abiturprüfung

Die mündliche Prüfungsaufgabe besteht aus zwei Aufgaben, deren Schwerpunkte sich auf mindestens zwei Sachgebiete beziehen. Die Prüfungsaufgabe ist so zu gestalten, dass mehrere Kompetenzbereiche berücksichtigt werden, sodass fachspezifisches und methodisches Arbeiten in der Sekundarstufe II hinreichend erfasst wird. Die Aufgaben dürfen keine inhaltliche Wiederholung von Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung sein und sich nicht nur auf die Themen eines Halbjahres der Qualifizierungsphase beziehen. Bei Aufgaben mit einem experimentellen Anteil kann die Vorbereitungszeit von der Abiturprüfungskommission bis auf höchstens eine Stunde verlängert werden.

Beide Aufgaben sollen etwa denselben Zeitumfang an der mündlichen Prüfung in Anspruch nehmen und sind bei der Beurteilung gleich zu gewichten. Neben dem Vortrag der Ergebnisse ihrer Vorbereitung müssen die Prüflinge in einem Prüfungsgespräch ergänzende oder weitergehende Kenntnisse und Fähigkeiten nachweisen und dabei Kompetenzen aus unterschiedlichen Kompetenzbereichen zeigen. Jede Aufgabe muss so angelegt sein, dass sie vom Anspruchsniveau her eine Bewertung innerhalb der gesamten Notenskala zulässt.

Bei der Bewertung sollen vor allem folgende Kriterien berücksichtigt werden:

**6 Die Abiturprüfung**

- Adäquate Präsentation der Ergebnisse für die gestellte Aufgabe in einem strukturierten, prägnanten, anhand von Aufzeichnungen frei gehaltenen Kurzvortrag,
- Erfassen von Fachfragen und Führung eines themengebundenen Gesprächs,
- Grad der Flexibilität und Beweglichkeit im Umgang mit unterschiedlichen Inhaltsbereichen und Basiskonzepten,
- Nachweis eigenständiger sach- und problemgerechter Beurteilungsfähigkeit,
- Einordnung in größere fachliche und gegebenenfalls überfachliche Zusammenhänge,
- Verwendung einer präzisen, differenzierten, stilistisch angemessenen, adressaten- und normengerechten Ausdrucksweise unter adäquater Berücksichtigung der Fachsprache,
- Klarheit und Verständlichkeit der Darstellung.

Kommt ein Prüfling im Verlauf der mündlichen Prüfung nicht über die reine Reproduktion gelerntem Wissen hinaus, so kann die Note nicht besser als „ausreichend (4 Punkte)“ sein. Soll die Leistung mit „sehr gut“ beurteilt werden, so muss dem Prüfungsgespräch ein eigenständiger Vortrag vorausgehen. Im Vortrag oder im Verlauf des Gesprächs müssen in diesem Fall dann auch Leistungen im Anforderungsbereich III erbracht werden.

**6.3 Die Präsentationsprüfung**

Die Präsentationsprüfung muss aus dem Unterricht der Qualifikationsphase erwachsen. Sie kann eine fachübergreifende Themenstellung umfassen, muss aber den Schwerpunkt im Fach Chemie haben. Die Bedingungen für eine Präsentationsprüfung als fünfte

Prüfungskomponente richten sich nach den geltenden Rechtsvorschriften.

**6.4 Die besondere Lernleistung**

Schülerinnen und Schüler können gemäß den geltenden Rechtsvorschriften eine besondere individuelle Lernleistung, die im Rahmen oder Umfang von zwei aufeinander folgenden Schulhalbjahren erbracht wird, in das Abitur einbringen. „Besondere Lernleistungen“ können sein:

- eine Jahres- oder Seminararbeit,
- die Ergebnisse eines umfassenden, auch fachübergreifenden Projektes oder Praktikums,
- ein umfassender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb in Bereichen, die schulischen Referenzfächern zugeordnet werden können.

Eine solche „besondere Lernleistung“ ist schriftlich zu dokumentieren, ihre Ergebnisse stellt die Schülerin oder der Schüler in einem Kolloquium dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen.

# IV Anhang

## 1 Operatorenliste

Im Folgenden werden Operatoren erläutert, die in Aufgaben für die Fächer Biologie, Chemie und Physik häufig vorkommen. Die genannten Operatoren werden in den Aufgaben der Abituraufgabenpools der jeweiligen Erläuterung entsprechend verwendet. Die Verwendung eines Operators, der im Folgenden nicht genannt wird, ist möglich, wenn aufgrund der standardsprachlichen Bedeutung dieses Operators in Verbindung mit der Aufgabenstellung davon auszugehen ist, dass die jeweilige Aufgabe im Sinne der Aufgabenstellung bearbeitet werden kann (zum Beispiel „durchführen“: Führen Sie das Experiment durch.).

| Operator                       | Erläuterung   |
|--------------------------------|---|
| <b>ableiten</b>                | auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen   |
| <b>abschätzen</b>              | durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben   |
| <b>analysieren</b>             | wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten<br><i>Chemie zusätzlich:</i> einen Sachverhalt experimentell prüfen |
| <b>aufstellen, formulieren</b> | chemische Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen (Wort- oder Formelgleichungen) oder Reaktionsmechanismen entwickeln  |
| <b>Hypothesen aufstellen</b>   | eine Vermutung über einen unbekanntem Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird   |
| <b>angeben, nennen</b>         | Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben  |
| <b>auswerten</b>               | Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen  |
| <b>begründen</b>               | Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen   |
| <b>berechnen</b>               | Die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen.   |
| <b>beschreiben</b>             | Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren                                   |
| <b>beurteilen</b>              | Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.  |
| <b>bewerten</b>                | Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.   |
| <b>darstellen</b>              | Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen                           |
| <b>diskutieren</b>             | Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen   |

Fortführung der Tabelle »

## 1 Einheitliche Operatorenliste

| Operator                      | Erläuterung   |
|-------------------------------|---|
| <b>erklären</b>               | einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt   |
| <b>erläutern</b>              | einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen  |
| <b>ermitteln</b>              | ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen   |
| <b>herleiten</b>              | mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen   |
| <b>interpretieren, deuten</b> | naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen |
| <b>ordnen</b>                 | Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen  |
| <b>planen</b>                 | zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren  |
| <b>skizzieren</b>             | Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen  |
| <b>untersuchen</b>            | Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen   |
| <b>vergleichen</b>            | Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten   |
| <b>zeichnen</b>               | Objekte grafisch exakt darstellen   |



## 2 Inhalte gemäß Bildungsstandards

Im Folgenden sind die zentralen Inhalte aufgeführt, über die die Lernenden entsprechend der Beschlüsse der Kommission der ländergemeinsamen Bildungsstandards zum Zeitpunkt des Erwerbs der Allgemeinen Hochschulreife verfügen sollen. Die Inhalte werden den folgenden **vier Inhaltsbereichen** zugeordnet:

- „Stoffe, Strukturen, Eigenschaften“
- „Chemische Reaktionen“
- „Arbeitsweisen“
- „Lebenswelt und Gesellschaft“

Die folgenden Inhalte sind Grundlage für die Erstellung von Aufgaben im Rahmen der Prüfung für die Allgemeine Hochschulreife.

Einige der zentralen Inhalte werden bereits in der Sekundarstufe I vermittelt.

**Konkrete Aussagen, wie die den vier Inhaltsbereichen zugeordneten Inhalte in den Unterricht integriert werden können, liefert das Kapitel 3. Dort sind die Inhalte den Sachgebieten und Themenbereichen der Einführungs- und Qualifikationsphase zugeordnet.**

### 2.1 Stoffe, Strukturen, Eigenschaften

#### 2.1.1 Verbindungen mit funktionellen Gruppen

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau  | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrfachbindungen</li> <li>• Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxy-, Estergruppe</li> <li>• Aminogruppe</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• aromatisches System               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mesomerie</li> </ul> </li> </ul> |

#### 2.1.2 Chemische Bindung

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau   | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronenpaarbindung</li> <li>• Ionenbindung</li> <li>• Metallbindung               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elektronengasmodell</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• koordinative Bindung               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ z. B. zwischen Metallkationen und freien Elektronenpaaren</li> </ul> </li> </ul> |

#### 2.1.3 Strukturen ausgewählter organischer und anorganischer Stoffe

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau   | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen (einschließlich Ionen-Dipol-Wechselwirkungen)</li> <li>• Ionengitter               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ keine Gittertypen</li> </ul> </li> <li>• Metallgitter               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ keine Gittertypen</li> </ul> </li> <li>• Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chiralität               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ asymmetrisch substituiertes Kohlenstoffatom</li> </ul> </li> <li>• Nanostrukturen               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Zusammenhang zwischen einer Nanostruktur und einer Oberflächeneigenschaft (exemplarisch)</li> </ul> </li> </ul> |

## 2.1.4 Natürliche und synthetische Stoffe

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau   | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffe</li> <li>• Fette oder Proteine oder Kohlenhydrate</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein zusätzlicher Inhalt: Fette, Proteine, Kohlenhydrate oder Farbstoffe</li> </ul> |

## 2.2 Chemische Reaktionen

## 2.2.1 Protonenübergänge

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau  | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>• Säure-Base-Konstanten <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ qualitative Betrachtung</li> </ul> </li> <li>• pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen (bei vollständiger Protolyse)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Konstanten <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ quantitative Betrachtung</li> </ul> </li> <li>• pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen (bei nicht vollständiger Protolyse)</li> <li>• Puffersysteme</li> </ul> |

## 2.2.2 Elektronenübergänge

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau   | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübergang</li> <li>• elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>• Berechnung der Zellspannung</li> <li>• elektrochemische Spannungsquellen</li> <li>• Elektrolyse</li> <li>• Korrosion <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Metallkorrosion</li> <li>◦ Korrosionsschutz (Opferanode)</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nernst-Gleichung <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Konzentrationszelle</li> <li>◦ Berechnungen ohne Temperaturabhängigkeit</li> </ul> </li> <li>• Faraday-Gesetze</li> <li>• Überspannung</li> </ul> |

## 2.2.3 Reaktionsmechanismen in der organischen Chemie

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau  | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• radikalische Substitution</li> <li>• elektrophile Addition</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nucleophile und elektrophile Substitution <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ bei elektrophiler Substitution: Erstsabstitution an Aromaten</li> </ul> </li> </ul> |

## 2.2.4 Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau   | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsgeschwindigkeit               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Abhängigkeiten und Stoßtheorie</li> </ul> </li> <li>• Katalyse</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Enthalpie               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kalorimetrie</li> <li>◦ Berechnung von Standard-Reaktionsenthalpien</li> </ul> </li> <li>• Satz von Hess</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2. Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Entropie</li> <li>• freie Enthalpie</li> <li>• Gibbs-Helmholtz-Gleichung</li> </ul> |

## 2.2.5 Gleichgewichtsreaktionen

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau  | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ qualitative Betrachtung</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ quantitative Betrachtung</li> </ul> </li> <li>• Löslichkeitsgleichgewichte               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ qualitative Betrachtung</li> </ul> </li> </ul> |

## 2.3 Arbeitsweisen

## 2.3.1 Qualitative Analyse

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau  | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis von Ionen und funktionellen Gruppen               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prinzipien von Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Flammenfärbung, Gasentwicklung)</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromatografie               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ermittlung und Interpretation von <math>R_f</math>-Werten</li> </ul> </li> </ul> |

## 2.3.2 Quantitative und instrumentelle Analyse

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau                                   | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Titration (mit Umschlagspunkt)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Titration (mit Titrationskurve)               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Berechnungen von charakteristischen Punkten der Titrationskurve</li> </ul> </li> <li>• Redox Titration</li> <li>• ein Verfahren der instrumentellen Analyse (z. B. Konduktometrie, potentiometrische pH Messung, Fotometrie, Polarimetrie)</li> </ul> |

## 2.3.3 Synthesen

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau                                     | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estersynthese</li> <li>• Kunststoffsynthese</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanistische Betrachtung der Estersynthese</li> <li>• Mechanistische Betrachtung einer Kunststoffsynthese               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ radikalische Polymerisation</li> </ul> </li> </ul> |

## 2.4 Lebenswelt und Gesellschaft

## 2.4.1 Aktuelle Technologien und chemische Produkte

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau  | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• moderne Werkstoffe</li> <li>• Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>• Recycling</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanomaterialien</li> <li>• ein technisches Syntheseverfahren</li> </ul> |

## 2.4.2 Ökonomische und ökologische Aspekte der Chemie

| Inhalte für das grundlegende und erhöhte Anforderungsniveau  | Zusätzliche Inhalte für das erhöhte Anforderungsniveau  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• Recycling</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiespeicherung</li> <li>• Wertstoffkreisläufe</li> </ul> |







