



**Thüringer Ministerium  
für  
Bildung, Wissenschaft und Kultur**

**Lehrplan  
für den Erwerb  
der allgemeinen Hochschulreife**

**Chemie**

**2012**



# Inhaltsverzeichnis

1	Zur Kompetenzentwicklung im Chemieunterricht für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife.....	5
1.1	Lernkompetenzen.....	8
1.2	Naturwissenschaftliche und fachspezifische Kompetenzen.....	9
1.3	Bilinguale Module.....	12
2	Ziele des Kompetenzerwerbs in den Klassenstufen 7 bis 10.....	14
2.1	Klassenstufen 7/8.....	14
2.1.1	Stoffumwandlung – Chemische Reaktion.....	14
2.1.2	Wasser und Luft.....	15
2.1.3	Metalle und Redoxreaktionen.....	16
2.1.4	Salze, Metallhydroxide und Säuren.....	17
2.2	Klassenstufen 9/10.....	20
2.2.1	Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen.....	20
2.2.2	Alkohole, Aldehyde und Carbonsäuren.....	21
2.2.3	Systematisierung, Stickstoff und Stickstoffverbindungen.....	22
3	Ziele des Kompetenzerwerbs in der Einführungsphase der Thüringer Oberstufe für Schüler mit Realschulabschluss.....	26
3.1	Zusammenhang zwischen Atombau, chemischer Bindung, Stoffeigenschaften und chemischen Reaktionen der anorganischen Chemie.....	27
3.2	Zusammenhang zwischen Atombau, chemischer Bindung, Stoffeigenschaften und chemischen Reaktionen der organischen Chemie.....	29
4	Ziele des Kompetenzerwerbs in der Qualifikationsphase der Thüringer Oberstufe.....	31
4.1	Thermochemie.....	31
4.2	Chemische Gleichgewichte.....	33
4.3	Atommodelle, Redoxreaktionen und Elektrochemie.....	36
4.4	Chemische Bindung und organische Chemie.....	39
4.5	Natürliche und künstliche Makromolekulare.....	41
4.6	Komplexchemie und qualitative Analyse.....	43
5	Leistungseinschätzung.....	45
5.1	Grundsätze.....	45

5.2	Kriterien .....	47
5.3	Grundsätze der Leistungseinschätzung in bilingualen Modulen.....	47

# 1 Zur Kompetenzentwicklung im Chemieunterricht für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife

Unverzichtbares Element der **Allgemeinbildung** ist eine solide **naturwissenschaftliche Grundbildung** (Scientific Literacy<sup>1</sup>). Sie ist eine wesentliche Voraussetzung, um im persönlichen und gesellschaftlichen Leben sachlich richtig und selbstbestimmt entscheiden und handeln zu können, aktiv an der gesellschaftlichen Kommunikation und Meinungsbildung teilzuhaben und an der Mitgestaltung unserer Lebensbedingungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung mitzuwirken.

Die **chemische Grundbildung** liefert dazu einen wichtigen Beitrag.

Die Bedeutung der Chemie zeigt sich heute in vielen lebensnahen und praxisbezogenen Bereichen und Themen wie Pharmazie, Medizin, Land- und Forstwirtschaft, Kunststoffe, Textilindustrie, Nanotechnologie, fossile und alternative Energieträger, Umweltschutz und Klimawandel. Als wesentliche Grundlage technischer, ökologischer, medizinischer und wirtschaftlicher Entwicklungen eröffnet die Chemie Wege für die Gestaltung unserer Lebenswelt und somit zur Verbesserung unserer Lebensqualität, birgt aber zugleich Risiken.

Das Verständnis vieler Phänomene des Alltags erfordert Kenntnisse über Stoffe, deren Eigenschaften und Reaktionen.

Auch für Berufe in chemischen Arbeitsfeldern ist eine solide chemische Grundbildung eine unverzichtbare Voraussetzung.

Daraus leiten sich die Aufgaben für einen zeitgemäßen **Chemieunterricht** ab.

Der Chemieunterricht, der auf den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife<sup>2,3</sup> ausgerichtet ist, bietet dem Schüler<sup>4</sup> eine vertiefte Allgemeinbildung und eine wissenschaftspropädeutische Bildung, die für eine qualifizierte berufliche Ausbildung bzw. ein Studium vorausgesetzt werden.

Er konzentriert sich auf das Verstehen chemischer Sachverhalte und auf das Entwickeln von Basisqualifikationen, die eine Grundlage für anschlussfähiges Lernen in weiteren schulischen, beruflichen und persönlichen Bereichen sind.

Eine weitere wichtige Komponente des Chemieunterrichts ist die Studien- bzw. Berufsorientierung.

Die fachlichen Schwerpunkte leiten sich aus den Nationalen Bildungsstandards<sup>5</sup> und aus den Einheitlichen Prüfungsanforderungen für Gymnasien<sup>6</sup> (EPA) für das Fach Chemie ab. Im Fach Mensch-Natur-Technik<sup>7</sup> geschaffene Lernvoraussetzungen finden angemessene Berücksichtigung.

---

1 Deutsches PISA-Konsortium 2000, S. 65 ff.

2 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder: Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i.d.F. vom 24.10.2008).

3 Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Thüringer Schulordnung für die Grundschule, die Regelschule, die Gemeinschaftsschule, das Gymnasium und die Gesamtschule (ThürSchulO) in der aktuellen Fassung.

4 Personenbezeichnungen gelten für beide Geschlechter.

5 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, Wolters Kluwer Deutschland GmbH, München, 2005.

6 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Chemie (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004).

7 Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hrsg.): Lehrplan Mensch-Natur-Technik (MNT) für das Gymnasium, Erprobungsfassung, 2009.

Der Chemieunterricht greift zentrale Inhalte<sup>8</sup> mit dem Ziel auf, dass der Schüler

- die Bedeutung der Chemie für sich selbst, für die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Umwelt erkennt,
- Einblicke in alltagsrelevante Anwendungsbereiche der Chemie erhält, z. B. Metallgewinnung, Erdölverarbeitung, Kleidung, Baustoffe, Benzin/Diesel/alternative Energieträger, Batterien/ Akkus/Brennstoffzellen, Lebensmittel/Lebensmittelzusatzstoffe, Arzneimittel, Kosmetik, Seifen/Waschmittel/Haushaltschemikalien.
- Sachkompetenz an persönlich bzw. gesellschaftlich bedeutsamen Inhalten entwickelt, z. B. sicherer Umgang mit Stoffen im Alltag, Schutz der Gesundheit, technische Nutzung von Stoffen und Stoffumwandlungen, Rohstoff-, Energie- und Abfallproblematik, Einfluss auf den natürlichen Stoffkreislauf, Verantwortung gegenüber der Natur, Möglichkeiten zum Schutz der Umwelt,
- grundlegendes Wissen erwirbt, das ihm einerseits einen Zugang zu chemischen Sachverhalten ermöglicht und ihm andererseits hilft, unbekannte chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten zu analysieren, chemische Phänomene zu verstehen, fachliche Zusammenhänge zu erkennen und neues Fachwissen systematisch einzuordnen,
- in der Auseinandersetzung mit chemischen Fragen in verschiedenen Kontexten lernt, sein Fachwissen interdisziplinär zu verknüpfen, kumulativ zu erweitern und gezielt anzuwenden,
- die Bedeutung chemischer Kenntnisse für das sachgerechte Erklären naturwissenschaftlicher Sachverhalte und Zusammenhänge, für das Bewerten von Handlungen und Verhaltensweisen sowie für Entscheidungen versteht,
- Erkenntnisse und aktuelle Entwicklungstendenzen der Chemie versteht und sie für ihn durchschaubar und verständlich werden.

Im Zusammenhang mit diesen fachlichen Kontexten erfolgt die Entwicklung der Methodenkompetenz mit dem Ziel, dass der Schüler lernt,

- Fragen und Probleme mit chemischem Hintergrund zu formulieren und zu deren Klärung naturwissenschaftliche Erkenntnis- und Arbeitsmethoden, insbesondere das Experimentieren, anzuwenden und die Chemie als eine empirische Wissenschaft versteht, die durch naturwissenschaftliche Methoden im Wechselspiel von Empirie und Theorie ihre Ergebnisse gewinnt,
- die Bedeutung der Naturwissenschaften für ein rational fundiertes Selbst- und Weltverständnis zu erkennen,
- Methodenkritik als Instrument des wissenschaftspropädeutischen Lernens anzuwenden,
- Bewertungen auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Fachkenntnisse und unter Abwägung fachwissenschaftlicher, wirtschaftlicher, technischer, ethischer, weltanschaulicher bzw. rechtlicher Aspekte vorzunehmen, sich einen fachlich fundierten Standpunkt zu bilden und diesen zu vertreten,
- bei der Beschaffung von Informationen und der fachwissenschaftlichen Kommunikation im Chemieunterricht seine Medienkompetenz<sup>9</sup> anzuwenden bzw. weiter zu entwickeln und unter Verwendung seines Fachwissens sach- und adressatengerecht zu kommunizieren.

Der **Lehrplan** weist die für das Erreichen der allgemeinen Hochschulreife im Fach Chemie verbindlichen Kompetenzen aus. Die Kompetenzen beziehen sich auf das im Durchschnitt zu erwartende Niveau der Schülerleistungen (Regelstandards). Der Lehrplan trifft Aussagen darüber, über welche Kompetenzen der Schüler am Ende der Klassenstufe 8, der Klassenstufe 10 sowie der Qualifikationsphase verfügen soll.

Der Lehrplan ist verbindliche Grundlage für die **schulinterne Lehr- und Lernplanung**<sup>10</sup>. Die didaktisch-methodische Gestaltung des Unterrichts, die Wahl der Unterrichtsformen sowie die Anordnung von Lerninhalten obliegen dem Lehrer. Zu beachten ist grundsätzlich, dass der

8 Vgl. Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) Kiel: Projekt Chemie im Kontext, 2008.

9 Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Kursplan Medienkunde, 2010.

10 Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Leitgedanken zu den Thüringer Lehrplänen für den Erwerb der allgemein bildenden Schulabschlüsse, Kapitel 3, 2011.

Unterricht Möglichkeiten bietet, Schüler mit Lernschwierigkeiten und Schüler mit besonderen Begabungen gleichermaßen zu fördern. Fachübergreifende Themen wie auch die Bereitstellung von Lernvoraussetzungen erfordern eine gezielte Abstimmung zwischen beteiligten Fächern.

Die in Gliederungspunkt 1 ausgewiesenen Kompetenzen sind im Zusammenhang mit den in Gliederungspunkt 2 festgelegten Themen zu entwickeln. Unter 2 sind ausschließlich die Kompetenzen konkretisiert, die einen deutlichen Bezug zu den Themen haben. Bei der schulinternen Lehr- und Lernplanung ist sicherzustellen, dass die ausgewiesenen Kompetenzen an den vorgegebenen oder an selbst gewählten fachlichen Kontexten im Rahmen der Themen entwickelt werden.

Im Chemieunterricht gelten die Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht BG/GUV-SR 2003 (Regel „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“) in der aktuellen Fassung.

Mit „➤“ sind Experimente gekennzeichnet, die vom Schüler eigenständig durchzuführen sind. Dabei ist die Fähigkeit, Experimente selbstständig zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu protokollieren, schrittweise zu entwickeln.

## 1.1 Lernkompetenzen

Alle Unterrichtsfächer zielen gleichermaßen auf die Entwicklung von Lernkompetenzen, da sie eine zentrale Bedeutung für den Umgang mit komplexen Anforderungen in Schule, Beruf und Gesellschaft haben. Im Mittelpunkt steht dabei die Entwicklung der Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenzen, die einen überfachlichen Charakter aufweisen. Lernkompetenzen werden im Kontext mit geeigneten Fachinhalten entwickelt und erhalten so eine naturwissenschafts- bzw. fachspezifische Ausprägung.

### Methodenkompetenz – effizient lernen

Der Schüler kann

- Aufgaben und Probleme analysieren und Lösungsstrategien entwickeln,
- geeignete Methoden für die Lösung von Aufgaben und Probleme auswählen und anwenden sowie Arbeitsphasen zielgerichtet planen und umsetzen,
- zu einem Sachverhalt relevante Informationen aus verschiedenen Quellen (z. B. Lehrbuch, Lexika, Internet) sachgerecht und kritisch auswählen,
- Informationen aus verschiedenen Darstellungsformen (z. B. Texte, Symbole, Diagramme, Tabellen, Schemata) erfassen, diese verarbeiten und interpretieren
- Informationen geeignet darstellen und in andere Darstellungsformen übertragen,
- unter Nutzung der Methoden des forschenden Lernens Erkenntnisse über Zusammenhänge, Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten gewinnen und anwenden,
- Definitionen, Regeln und Gesetzmäßigkeiten formulieren und verwenden,
- sein Wissen systematisch strukturieren sowie Querbezüge zwischen Wissenschaftsdisziplinen herstellen,
- Arbeitsergebnisse verständlich und anschaulich präsentieren,
- Medien sachgerecht nutzen und
- Vorgehensweisen, Lösungsstrategien und Ergebnisse reflektieren.

### Selbst- und Sozialkompetenz – selbstregulierend und mit anderen lernen

Der Schüler kann

- Lernziele für seine eigene Arbeit und die Arbeit der Lerngruppe festlegen, Vereinbarungen treffen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- individuell und in kooperativen Lernformen lernen,
- Verhaltensziele und -regeln für sich und für die Lerngruppe vereinbaren, deren Einhaltung beurteilen und daraus Schlussfolgerungen ziehen,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- sich sachlich mit der Meinung anderer auseinandersetzen,
- den eigenen Standpunkt sach- und situationsgerecht vertreten,
- respektvoll mit anderen Personen umgehen,
- Konflikte angemessen bewältigen,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler reflektieren und einschätzen und
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
  - Eingriffe des Menschen in die belebte und unbelebte Umwelt sachgerecht zu bewerten,
  - die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse sachgerecht zu bewerten,
  - sein Weltbild weiterzuentwickeln.



## 1.2 Naturwissenschaftliche und fachspezifische Kompetenzen

Die Fächer des naturwissenschaftlichen Aufgabenfeldes gewährleisten eine solide naturwissenschaftliche Grundbildung. Bei der Bearbeitung von Fragestellungen erschließt, verwendet und reflektiert der Schüler naturwissenschaftliche Methoden und Fachwissen<sup>11,12</sup>. Die nachfolgend ausgewiesenen naturwissenschaftlichen und fachspezifischen Kompetenzen umfassen die Methodenkompetenz und die Sachkompetenz.

Die Methodenkompetenz bezieht sich insbesondere auf

- Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, also auf experimentelles und theoretisches Arbeiten,
- Kommunikation,
- Reflexion und Bewertung naturwissenschaftlicher Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten.

Die Entwicklung der Methodenkompetenz versteht sich als gemeinsame Zielsetzung aller naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer und erhält im konkreten Fach ihre fachspezifische Ausprägung. Sie wird in fachlichen Kontexten erworben.

Der Schüler kann

- geeignete Methoden der Erkenntnisgewinnung auswählen und anwenden, d. h.
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte analysieren (z. B. auf der Grundlage von Beobachtungen und Experimenten) und beschreiben,
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte vergleichen und ordnen,
  - Fachtermini klassifizieren und definieren,
  - kausale Beziehungen ableiten und naturwissenschaftliche Aussagen bzw. Entscheidungen begründen,
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte mit Hilfe von Fachwissen erklären,
  - Modellvorstellungen und Modelle entwickeln und nutzen,
  - mathematische Verfahren sachgerecht anwenden,
  - sachgerecht induktiv und deduktiv Schlüsse ziehen,
  - Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten sowie protokollieren bzw. dokumentieren,
  - Fehlerbetrachtungen vornehmen,
  - naturwissenschaftliche Arbeitstechniken sachgerecht ausführen und die dazu erforderlichen Geräte, Materialien, Chemikalien und Naturobjekte sachgerecht verwenden,
  - die Schrittfolge der experimentellen Methode anwenden
    - Fragen formulieren und Hypothesen aufstellen,
    - Beobachtungen und Untersuchungen, qualitative und quantitative Experimente zur Prüfung der Hypothesen planen, durchführen, dokumentieren und auswerten,
    - aus den Ergebnissen Erkenntnisse ableiten und die Gültigkeit der Hypothesen prüfen bzw. Fragen beantworten,

---

11 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für den Mittleren Schulabschluss in den Fächern Biologie, Chemie und Physik, Wolters Kluwer Deutschland GmbH, München, 2005.

12 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder: Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie, Chemie und Physik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004).

- kritisch reflektieren und sachgerecht bewerten, d. h.
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte mit Gesellschafts- und Alltagsrelevanz (z. B. die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, Forschungsmethoden, persönliche Verhaltensweisen)
    - aus naturwissenschaftlicher Sicht und aus weiteren Perspektiven (z. B. wirtschaftlichen, ethischen, gesellschaftlichen) unter Verwendung geeigneter Kriterien reflektieren,
    - Ergebnisse wichten und sich einen persönlichen Standpunkt bilden,
  - Informationen und Aussagen hinterfragen, auf fachliche Richtigkeit prüfen und sich eine Meinung bilden,
  
- sachgerecht kommunizieren, d. h.
  - fachlich sinnvolle Fragen, Hypothesen und Aussagen formulieren,
  - Fachinformationen aus verschiedenen Darstellungsformen (z. B. Texte, Formelsammlungen, Diagramme, Tabellen, Schemata, Formeln, Gleichungen) zielgerichtet entnehmen, auswerten bzw. interpretieren und ggf. kritisch bewerten,
  - naturwissenschaftliche Sachverhalte übersichtlich darstellen (z. B. als Skizze, Diagramm) und dabei die Fachsprache (z. B. Fachbegriffe, Formelzeichen, chemische Gleichungen) korrekt verwenden,
  - zwischen Fachsprache und Alltagssprache unterscheiden,
  - mathematische Werkzeuge (z. B. Computeralgebrasysteme CAS<sup>13</sup> bzw. Taschenrechner) sinnvoll einsetzen.

Die Sachkompetenz ist durch das Fachwissen geprägt. Es orientiert sich an Basiskonzepten, die Grundlage für das Verständnis von naturwissenschaftlichen Prinzipien bzw. Prozessen sind und der Strukturierung und Vernetzung des Fachwissens dienen.

In den Klassenstufen 7 bis 10 bezieht sich die Sachkompetenz auf folgende Basiskonzepte:

#### Stoff-Teilchen-Beziehungen

Der Schüler kann

- bedeutsame Stoffe mit ihren typischen Eigenschaften nennen und beschreiben,
- Aggregatzustände und deren Übergänge mit Hilfe des Teilchenmodells erklären,
- den Atombau mit Hilfe eines geeigneten Atommodells beschreiben,
- modellhaft den submikroskopischen Bau ausgewählter Stoffe beschreiben,
- Kräfte zwischen den Teilchen und räumliche Strukturen unter Nutzung geeigneter Bindungsmodelle interpretieren.

#### Struktur-Eigenschaft-Beziehungen

Der Schüler kann

- die Einteilung der Stoffe beschreiben und begründen (z. B. mithilfe ihrer typischen Eigenschaften, charakteristischen Merkmale, der Zusammensetzung und der Struktur der Teilchen),
- geeignete Modelle zur Deutung von Stoffeigenschaften nutzen,
- den Zusammenhang von Eigenschaften und Verwendung bedeutsamer Stoffe erläutern sowie damit verbundene Vor- und Nachteile für die Verwendung aufzeigen,
- Nachweise für ausgewählte Stoffe erläutern und durchführen.

---

<sup>13</sup> Die Verwendung von CAS erfolgt nach Einführung im Mathematikunterricht.

## Chemische Reaktion

Der Schüler kann

- die Merkmale der chemischen Reaktion „Stoffumwandlung“ und „Energieumwandlung“ im makroskopischen Betrachtungsbereich an konkreten Beispielen beschreiben,
- die Merkmale der chemischen Reaktion „Teilchenveränderung“ und „Umbau der chemischen Bindung“ im submikroskopischen Betrachtungsbereich an konkreten Beispielen beschreiben und mit Hilfe der chemischen Zeichensprache darstellen,
- den Zusammenhang zwischen den Merkmalen einer chemischen Reaktion an konkreten Beispielen aufzeigen,
- Reaktionen mit Protonenübergang und Reaktionen mit Elektronenübergang bestimmen und die Übertragung der Elementarteilchen als Donator-Akzeptor-Reaktion beschreiben,
- Wortgleichungen formulieren und Formelgleichungen erstellen,
- die Ionenschreibweise bei ausgewählten chemischen Reaktionen anwenden,
- den Einfluss der Reaktionsbedingungen auf den Verlauf chemischer Reaktionen an konkreten Beispielen beschreiben,
- ausgewählte Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen beschreiben.

## Energetische Betrachtungen bei Stoffumwandlungen

Der Schüler kann

- exotherme und endotherme Reaktionen anhand ihrer energetischen Erscheinungen erkennen und erläutern,
- die Wirkungsweise von Katalysatoren und deren Einfluss auf den Verlauf chemischer Reaktionen beschreiben.

In der Qualifikationsphase wird diese Sachkompetenz vertieft und erweitert. Der Fokus wird hier verstärkt auf Gleichgewichtsprozesse gerichtet, wobei das vertiefte Verständnis chemischer Prinzipien und Prozesse durch einen erhöhten Abstraktions- und Mathematisierungsgrad erreicht wird. Berücksichtigt werden neben Basiskonzepten auch Themenbereiche:

### Basiskonzepte

- Stoff-Teilchen-Konzept,
- Struktur-Eigenschafts-Konzept,
- Donator-Akzeptor-Konzept,
- Energiekonzept,
- Gleichgewichtskonzept.

### Themenbereiche

- Stoffe, Struktur und Eigenschaften,
- Chemische Reaktionen,
- Arbeitsweisen der Chemie,
- Lebenswelt und Gesellschaft.

### 1.3 Bilinguale Module

Bilinguale Module bezeichnen einen inhaltlich und zeitlich begrenzten Abschnitt des Sachfachunterrichts, in dem eine Fremdsprache als Arbeitssprache genutzt wird.

Gegenstand des Unterrichts bilden Inhalte und Methoden des jeweiligen Sachfaches, mehrerer Sachfächer oder gemeinsame Inhalte des Sachfaches/der Sachfächer und der Fremdsprache. Hierzu zählt auch die korrekte Verwendung von Termini in der deutschen Sprache und der Fremdsprache.

Mit dem Erwerb von Kompetenzen im Sachfach erfolgt die Festigung der allgemeinsprachlichen und der Aufbau der fachsprachlichen Kompetenz, die Synergien sowohl für den Sachfachunterricht als auch für den Fremdsprachenunterricht hervorbringen.

In den in der Rahmenstundentafel zusammengefassten Klassenstufen 9/10 werden insgesamt mindestens 50 Unterrichtsstunden bilingualer Sachfachunterricht für alle Schüler verpflichtend ausgewiesen. Diese Stunden kommen in der Regel aus den bilingual unterrichteten Fächern und der ersten Fremdsprache. Ein Unterricht von bilingualen Modulen ist darüber hinaus auch in den vorhergehenden Klassenstufen möglich. Die Lehrerkonferenz legt langfristig fest, wann, in welchem Stundenumfang, in welchem Fach bzw. in welchen Fächern und in welcher Fremdsprache bilinguale Module angeboten werden.

Als Sachfächer werden dabei alle nach der Stundentafel am Gymnasium unterrichteten Fächer außer Sprachen verstanden.

Es ist zu beachten, dass die in bilingualen Modulen vermittelten Unterrichtsinhalte nicht Gegenstand der Besonderen Leistungsfeststellung sein dürfen.

Im Rahmen von bilingualen Modulen werden die gleichen Kompetenzen entwickelt, die die Lehrpläne des jeweiligen Sachfaches bzw. der jeweiligen Sachfächer vorgeben. Nachfolgend werden die am Ende der Klassenstufe 10 vom Schüler bei der Bearbeitung von Sachfachgegenständen in der Fremdsprache erworbenen Kompetenzen beschrieben. Diese sind schulintern für die jeweils gewählten Sachfachinhalte zu konkretisieren.

<b>Klassenstufen 5 – 10</b>
<b>Sachkompetenz</b>
Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none"><li>– ausgewählte Gegenstände eines Sachfaches/mehrerer Sachfächer unter Beachtung der fachlichen und methodischen Spezifik bearbeiten,</li><li>– durch unterschiedliche Medien präsentierte, didaktisierte, adaptierte und/oder authentische fremdsprachige Texte rezipieren,</li><li>– den Inhalt dieser Texte global, selektiv oder detailliert erfassen und aufgabengemäß darstellen und verarbeiten,</li><li>– verschiedene Textsorten, z. B. Protokolle, Flussdiagramme, Formeln, im Rezeptions- bzw. Produktionsprozess nutzen,</li><li>– nicht lineare Texte, z. B. Tabellen, Mindmaps, Beschriftungen von grafischen Darstellungen, sowie gelegentlich lineare Texte, z. B. mündliche und schriftliche Berichte, Beschreibungen, Zusammenfassungen, unter Nutzung vielfältiger Hilfsmittel produzieren sowie</li><li>– Texte sprachmittelnd in der deutschen, punktuell in der Fremdsprache unter Nutzung vielfältiger Hilfsmittel produzieren.</li></ul>

## **Methodenkompetenz**

Der Schüler kann

- Situationen und Aufgabenstellungen nutzen, um Erwartungen zur Textrezeption bzw. -produktion zu entwickeln,
- fachliches, sprachliches und soziokulturelles Wissen als Verstehenshilfe nutzen,
- sachfachspezifische Methoden funktional angemessen verwenden, z. B. Erstellung eines Schaubildes auf Grundlage eines Textes, Beschriftung einer grafischen Darstellung, Protokollieren eines Experimentes,
- Informationen verdichten, z. B. in Tabellen, Mindmaps,
- Gedächtnishilfen selbstständig anfertigen, z. B. Notizen, Stichwortgerüste sowie
- altersgemäße Hilfsmittel, Medien, Quellen und Präsentationstechniken nutzen.

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- in Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit Verantwortung für die Aufgabenlösung übernehmen,
- auch bei Schwierigkeiten weiter an der Lösung der Aufgabe arbeiten,
- bei Unklarheiten nachfragen,
- texterschließende Hilfsmittel selbstständig nutzen,
- unvoreingenommen und konstruktiv mit Authentizität umgehen, d. h. Sachverhalte, Vorgänge, Personen und Handlungen aus der Perspektive anderer betrachten,
- mit anderen zusammenarbeiten und dabei Unterstützung geben und annehmen,
- über eigene Lernstrategien und Sprachhandlungen reflektieren sowie
- seine Kompetenzentwicklung einschätzen.

## 2 Ziele des Kompetenzerwerbs in den Klassenstufen 7 bis 10

### 2.1 Klassenstufen 7/8

Den Zielbeschreibungen für die einzelnen Themenbereiche sind Ausführungen zur Lernausgangslage vorangestellt.

Sie weisen die im MNT-Unterricht am Ende der Klassenstufe 6 angestrebten Kompetenzen entsprechend dem Thüringer Lehrplan für das Fach Mensch-Natur-Technik aus, die Voraussetzung für den Chemieunterricht der Klassenstufen 7/8 sind und hier aufgegriffen werden.

Sie sind Anhaltspunkt für die Feststellung der unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Schüler, denen der Chemieunterricht in differenzierter Weise gerecht werden muss.

#### 2.1.1 Stoffumwandlung – Chemische Reaktion

##### *Lernausgangslage*

Der Schüler kann unter Anleitung

- ausgewählte Stoffe an ihren Eigenschaften erkennen und Stoffen typische Eigenschaften zuordnen,
- den Zusammenhang zwischen Körper, Stoff und Teilchen darstellen,
- Aggregatzustände ausgewählter Stoffe mit Hilfe des Kugelteilchenmodells kriteriengeleitet beschreiben,
- die Umwandlung von Stoffen an einfachen Beispielen beschreiben,
- Stoffe als Energieträger kennzeichnen,
- Verbrennungen als Stoffumwandlung unter Freisetzung von Energie beschreiben,
- einfache Experimente planen, durchführen und auswerten sowie die dazu erforderlichen Geräte benennen und sachgerecht handhaben.

#### **Klassenstufe 8**

##### **Sach- und Methodenkompetenz**

Der Schüler kann

- die Bedeutung der Chemie für verschiedene Lebensbereiche erläutern,
- ausgewählte Stoffe anhand ihrer Eigenschaften charakterisieren (z. B. Steckbrief) und erkennen,
- chemische Reaktionen und Zustandsänderungen unterscheiden,
- chemische Reaktionen als Stoff- und Energieumwandlung beschreiben und an Beispielen erläutern,
- die Veränderung der Eigenschaften durch Umgruppierung/Veränderung der Teilchen begründen,
- den Energieumsatz unter Verwendung der Begriffe exotherm und endotherm kennzeichnen,
- chemische Reaktionen mit Hilfe von Wortgleichungen beschreiben,
- Schülerexperimente unter Anleitung planen, durchführen, auswerten und protokollieren,
- das Gefahrenpotenzial von Stoffen anhand der Kennzeichnung einschätzen und die Sicherheitsbestimmungen entsprechend den Arbeitsanweisungen einhalten,
- im Schülerexperiment
  - Geräte sicher handhaben und den Brenner unter Beachtung der Sicherheitsregeln nutzen.

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- in der Arbeitsgruppe experimentieren und Verantwortung für den Arbeitsprozess übernehmen,
- entsprechend der Arbeitsanweisung sorgsam und bewusst mit Geräten und Chemikalien umgehen.

### **2.1.2 Wasser und Luft**

#### *Lernausgangslage*

Der Schüler kann unter Anleitung

- reine Stoffe und Stoffgemische vergleichen und dabei das Kugelteilchenmodell anwenden,
- den Zusammenhang zwischen Temperatur und Teilchenbewegung erläutern,
- einfache Stoffgemische trennen (Dekantieren, Eindampfen und Filtrieren) und die Wahl des Trennverfahrens mithilfe der Stoffeigenschaften begründen.

## **Klassenstufe 8**

### **Sach- und Methodenkompetenz**

#### **Wasser**

Der Schüler kann

- Wasser als reinen Stoff und Trinkwasser, Abwasser, Grundwasser und Mineralwasser als Stoffgemische charakterisieren,
- die Eigenschaften von Wasser nennen,
- die Trennmethode Dekantieren, Filtrieren, Eindampfen und Destillieren am Beispiel der Abwasserreinigung, Trinkwasseraufbereitung bzw. Herstellung von reinem Wasser erläutern,
- Trennmethode aufgrund der Stoffeigenschaften auswählen und begründen,
  - im Schülerexperiment
    - Stofftrennungen durchführen (Stoffgemische aus drei Komponenten, z. B. Wasser-Sand-Salz, Eisenspäne-Salz-Kunststoffgranulat).

#### **Luft**

Der Schüler kann

- die Luft als Stoffgemisch beschreiben, die Zusammensetzung der Luft im Diagramm darstellen und dieses erläutern,
- die Gewinnung von Stickstoff und Sauerstoff aus der Luft als Stofftrennung erläutern,
- Sauerstoff und Stickstoff anhand ihrer Eigenschaften charakterisieren,
- am Beispiel von Sauerstoff und Stickstoff den Aufbau von Molekülen aus Atomen unter Nutzung des Kugelteilchenmodells beschreiben,
- die Aussagen eines Symbols und einer Formel am Beispiel von Sauerstoff und Stickstoff nennen,
  - im Schülerexperiment
    - Sauerstoff pneumatisch auffangen,
    - Sauerstoff durch die Glimmspanprobe nachweisen.

## **Verbrennungen**

Der Schüler kann

- Verbrennungsprozesse als chemische Reaktionen erläutern und für einfache Verbrennungsvorgänge Wortgleichungen formulieren,
- die Reaktion mit Sauerstoff als Oxidation definieren,
  - im Schülerexperiment
    - die Bedingungen für das Entstehen eines Feuers überprüfen,
- Maßnahmen des Brandschutzes und der Brandbekämpfung ableiten,
- Eigenschaften von Wasserstoff nennen,
- die Herstellung und Verwendung von Wasserstoff recherchieren,
- Wasserstoff-Luft-Gemische als Knallgas benennen,
  - im Schülerexperiment
    - Wasserstoff darstellen,
    - Wasserstoff pneumatisch auffangen,
    - Wasserstoff durch die Knallgasprobe nachweisen,
- die Verbrennung von Wasserstoff als Oxidation kennzeichnen:
  - Wort- und Formelgleichung formulieren,
  - Stoffumwandlung, Energieumwandlung und Teilchenveränderung als Merkmale der chemischen Reaktion erläutern,
- die Begriffe Stoff, Stoffgemisch, Reinstoff, chemisches Element und chemische Verbindung in einem Begriffssystem ordnen und Beispiele zuordnen.

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- vereinbarte Verhaltensregeln einhalten und umsichtig experimentieren,
- sorgsam, bewusst und entsprechend der Arbeitsanweisung Geräte und Chemikalien handhaben,
- die Bedeutung chemischer Reaktionen für sich und für die Umwelt erkennen,
- das Gefahrenpotenzial chemischer Reaktionen für sich und für die Umwelt einschätzen und beachten.

### **2.1.3 Metalle und Redoxreaktionen**

#### **Klassenstufe 8**

#### **Sach- und Methodenkompetenz**

#### **Metalle, Periodensystem der Elemente**

Der Schüler kann

- die Verwendung ausgewählter Metalle und einiger Legierungen recherchieren und gemeinsame Eigenschaften der Metalle nennen,
- den Atombau der Hauptgruppenelemente mit Hilfe des BOHR'schen Atommodells beschreiben,
- die Anordnung der Elemente im PSE begründen,
- den Atombau und die Elektronenschreibweise der ersten 20 Hauptgruppenelemente aus der Stellung im PSE ableiten,



- den Bau der Metalle und die Metallbindung erläutern,
- die Zusammenhänge zwischen Bau und Eigenschaften sowie zwischen Eigenschaften und Verwendung am Beispiel von Metallen erläutern,
- im Schülerexperiment
  - Metalle oxidieren,
- Formeln für Metalloxide aus Tabellen entnehmen und Wort- und Formelgleichungen für die Oxidation der Metalle formulieren,
- das Gesetz der Erhaltung der Masse auf die Metalloxidation anwenden,
- die Stoffmenge, die molare Masse und die Masse als Größen (mit entsprechenden Einheiten) verwenden und für gegebene Beispiele berechnen,
- Massen von Ausgangsstoffen und Reaktionsprodukten bei der Metalloxidation berechnen.

### **Herstellung von Metallen**

Der Schüler kann

- die chemische Reaktion mit Sauerstoffentzug als Reduktion definieren,
- Redoxreaktionen als chemische Reaktionen mit gleichzeitiger Oxidation und Reduktion definieren,
- einfache Redoxgleichungen aufstellen sowie Teilreaktionen, Oxidationsmittel und Reduktionsmittel kennzeichnen,
- mit Hilfe der Redoxreihe der Metalle Vorhersagen zu Redoxreaktionen treffen und begründen,
- im Schülerexperiment
  - eine Redoxreaktion zur Bildung eines Metalls durchführen,
- den Hochofenprozess und eine Möglichkeit der Gewinnung von Stahl beschreiben.

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- Hilfe annehmen und geben,
- chemische Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
  - die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis sachgerecht zu bewerten.

## **2.1.4 Salze, Metallhydroxide und Säuren**

### **Klassenstufe 8**

#### **Sach- und Methodenkompetenz**

##### **Kochsalz – Natriumchlorid**

Der Schüler kann

- die Ionenbildung aus Atomen am Beispiel der Reaktion von Metallen mit Halogenen erklären,
- die Elektronenabgabe als Oxidation und die Elektronenaufnahme als Reduktion definieren,
- die Reaktion von Natrium mit Chlor als Reaktion mit Elektronenübergang/Redoxreaktion kennzeichnen,

- Vorkommen, Bedeutung und Verwendung von Natriumchlorid recherchieren,
- die Gewinnung von Kochsalz aus Sole als Stofftrennung beschreiben und mit der Bildung von Kochsalz aus Natrium und Chlor vergleichen,
- die Ionenbindung am Beispiel von Natriumchlorid erläutern und den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften am Beispiel der Halogenide darstellen,
  - im Schülerexperiment
    - die Eigenschaften von Natriumchlorid und Natriumchlorid-Lösung untersuchen,
- die Atombindung am Beispiel der Halogene erläutern und die Kenntnisse auf Sauerstoff und Stickstoff anwenden,
- am Beispiel der Reaktion von Natrium mit Chlor die Merkmale der chemischen Reaktion erläutern, d. h.
  - Stoffumwandlung,
  - Energieumwandlung,
  - Teilchenveränderung,
  - Umbau der chemischen Bindung,
- den Begriff chemische Reaktion definieren.

### **Saure und alkalische Lösungen**

Der Schüler kann

- im Schülerexperiment
  - saure und alkalische Lösungen aus dem Alltag mit Universalindikator untersuchen,
  - den pH-Wert anhand der Farbreaktion zuordnen,
- die saure, alkalische und neutrale Reaktion von Lösungen, ausgehend von den vorliegenden Ionen, begründen,
- im Schülerexperiment
  - die Reaktion von sauren mit alkalischen Lösungen aus dem Alltag durchführen,
- die Reaktion von Wasserstoff-Ionen mit Hydroxid-Ionen als Neutralisation erklären.

### **Metalloxide und Metallhydroxide**

Der Schüler kann

- im Schülerexperiment
  - die Reaktion von Magnesiumoxid oder Calciumoxid mit Wasser durchführen,
  - die gebildeten Hydroxid-Ionen mit Indikatoren nachweisen,
- im Schülerexperiment:
  - die Reaktion von Magnesium oder Calcium mit Wasser durchführen,
  - die gebildeten Hydroxid-Ionen mit Indikatoren nachweisen,
- die Reaktion der Alkalimetalle mit Wasser beschreiben,
- Eigenschaften und Verwendung einiger bedeutender Metallhydroxide erläutern,
- Verhaltensregeln für den Umgang mit Metallhydroxiden ableiten.

### **Vom Nichtmetall zur Säure**

Der Schüler kann

- den Atombau von Kohlenstoff und Schwefel beschreiben und die Eigenschaften der Nichtmetalloxide nennen,
- aus den Namen von Nichtmetalloxiden die Formeln ableiten (und umgekehrt),
- im Schülerexperiment
  - Schwefel oxidieren,
  - die entstehenden Oxide in Wasser lösen,
  - die Wasserstoff-Ionen in der Lösung nachweisen,

- den Weg vom Nichtmetall zur Säure-Lösung mit Hilfe von Reaktionsgleichungen beschreiben,
- die Entstehung von saurem Regen erläutern,
- Formeln ausgewählter Säuren nennen und die Dissoziationsgleichungen (nach ARRHENIUS) formulieren und erläutern,
- am Beispiel von Chlorwasserstoff und Wasser die polare Atombindung erklären und die Kenntnisse auf ausgewählte Moleküle anwenden,
- Eigenschaften von konzentrierten und verdünnten Säuren am Beispiel der Schwefelsäure vergleichen,
- Gefahrenhinweise und Sicherheitshinweise beim Umgang mit Säuren begründen,
- im Schülerexperiment Reaktionen von Säure-Lösungen durchführen und mit Hilfe von Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise erläutern:
  - Reaktion von Säure-Lösungen mit Metallhydroxid-Lösungen
  - Reaktion von Säure-Lösungen mit unedlen Metallen.

### **Salze**

Der Schüler kann

- Salze als Ionensubstanzen charakterisieren,
- im Schülerexperiment Eigenschaften von Salzen nachweisen:
  - Löslichkeit,
  - elektrische Leitfähigkeit der wässrigen Lösungen,
  - hohe Schmelztemperatur,
- Formeln für Salze aufstellen und mit Hilfe der Ionenladungen begründen,
- Vorkommen und Bedeutung ausgewählter Salze beschreiben,
- im Schülerexperiment
  - Halogenid-Ionen mit Silbernitrat-Lösung nachweisen,
- den Nachweis von Halogenid-Ionen als Fällungsreaktion beschreiben und die Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise formulieren,
- Bau und Eigenschaften von Säuren, Metallhydroxiden und Salzen nach ARRHENIUS vergleichen.

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- selbstständig und in kooperativen Lernformen arbeiten,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- adressatengerecht kommunizieren,
- die Verhaltensregeln beim Umgang mit Säuren und Metallhydroxiden einhalten.

## 2.2 Klassenstufen 9/10

### 2.2.1 Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen

#### Klassenstufe 10

#### Sach- und Methodenkompetenz

##### Kohlenstoff und Carbonate

Der Schüler kann

- die Modifikationen des Kohlenstoffs nennen und an diesen den Zusammenhang zwischen Bau und Eigenschaften erklären,
- Steckbriefe für die Oxide des Kohlenstoffs erstellen,
- im Schülerexperiment
  - Kohlenstoffdioxid nachweisen,
  - Carbonate (unter Verwendung des Kohlenstoffdioxidnachweises) nachweisen,
- natürliche Bildungs- und Zerfallsprozesse von Carbonaten und Hydrogencarbonaten beschreiben und auf dieser Grundlage den Kohlenstoffkreislauf anhand einer einfachen Modell-darstellung erläutern.

##### Erdgas und Erdöl

Der Schüler kann

- Erdgas, Erdöl und Kohle als fossile Energieträger kennzeichnen,
- Ursachen und Folgen der Erhöhung der Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre erläutern,
- ökonomische und ökologische Konsequenzen von Förderung und Transport von Erdgas und Erdöl diskutieren,
- die Kenntnisse über Stoffgemische und Stofftrennung am Beispiel der fraktionierten Destillation von Erdöl anwenden,
- anhand der Summenformeln, Strukturformeln und vereinfachten Strukturformeln den Molekülbau der gasförmigen Alkane beschreiben,
- im Schülerexperiment
  - Brennbarkeit und Löslichkeit ausgewählter Alkane untersuchen,
  - die Verbrennungsprodukte Wasser und Kohlenstoffdioxid nachweisen,
- den Zusammenhang zwischen Bau, Eigenschaften und Verwendung wichtiger Alkane erläutern (z. B.: Methan – Erdgas, Propan und Butan – Flüssiggas, Octan – Benzin, Decan – Diesel, Octadecan – Kerzenparaffin),
- den Zusammenhalt der Alkanmoleküle mit Hilfe der van-der-Waals-Kräfte erklären,
- Alkane bis Decan und einfache verzweigte Alkane benennen und die Systematik bei der Nomenklatur organischer Verbindungen anwenden,
- Bau und Eigenschaften isomerer Alkane an einem Beispiel vergleichen,
- Verbrennung, Substitution und Eliminierung als typische Reaktionen der Alkane nennen und begründen sowie entsprechende Wort- und Formelgleichungen entwickeln,
- die Merkmale der homologen Reihe am Beispiel der Alkane beschreiben,
- das katalytische Cracken beschreiben und die Herstellung von Benzin und Diesel erläutern,
- Verbrennung und Addition als typische Reaktionen der Alkene nennen und begründen sowie entsprechende Wort- und Formelgleichungen entwickeln,

- im Schülerexperiment
  - Mehrfachbindungen nachweisen,
- einfache stöchiometrische Berechnungen zur Ermittlung des Volumens von Ausgangsstoffen bzw. Reaktionsprodukten durchführen,
- die Polymerisation von Ethen und Propen beschreiben,
- Herstellung, Verwendung und Recycling der Polymerisate Polyethylen PE und Polypropylen PP erläutern,
- die Merkmale der Reaktionsarten Substitution, Addition und Eliminierung erläutern.

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- Meinungen und Auffassungen anderer tolerieren und den eigenen Standpunkt unter Einbeziehung von Fachkenntnissen artikulieren und vertreten,
- chemische Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
  - Eingriffe des Menschen in die Natur sachgerecht zu bewerten,
  - die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis sachgerecht zu bewerten.

## **2.2.2 Alkohole, Aldehyde und Carbonsäuren**

### **Klassenstufe 10**

#### **Sach- und Methodenkompetenz**

##### **Ethanol – ein Alkohol**

Der Schüler kann

- Bau, Eigenschaften und Herstellung von Ethanol beschreiben,
- die Hydroxylgruppe als funktionelle Gruppe kennzeichnen,
- im Schülerexperiment
  - Brennbarkeit und Löslichkeit von Ethanol untersuchen,
  - Ethanol-Lösung und Natriumhydroxid-Lösung vergleichen,
- den Zusammenhalt der Ethanol-Moleküle mithilfe der Wasserstoffbrückenbindung erklären,
- die Wirkung von Ethanol („Alkohol“) als Genussmittel und Suchtmittel beurteilen,
- Bedeutung und Verwendung weiterer Alkohole nennen.

##### **Aldehyde und Carbonsäuren**

- die katalytische, partielle Oxidation von Ethanol zu Ethanal und Ethansäure erklären,
- die Aldehydgruppe und die Carboxylgruppe als funktionelle Gruppen kennzeichnen,
- im Schülerexperiment
  - Propanol-Lösung am Kupfer-Katalysator zu Propanal-Lösung oxidieren,
  - Propanal durch Reaktion mit Schiff's Reagens als Alkanal nachweisen,
- die Herstellung von Ethansäure durch Biokatalyse beschreiben,

- im Schülerexperiment
  - Ethansäure und Salzsäure vergleichen,
  - die Reaktionen der Ethansäure mit einem unedlen Metall und einer Metallhydroxid-Lösung durchführen,
- Vorkommen, Bedeutung bzw. Verwendung ausgewählter Carbonsäuren recherchieren,
- die Reaktion von Alkoholen mit Carbonsäuren zu Estern beschreiben sowie Wort- und Formelgleichung formulieren,
- im Schülerexperiment
  - einen Fruchttester herstellen.

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- in kooperativen Lernformen arbeiten,
- Verantwortung für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- Hilfe annehmen und geben,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren.

## **2.2.3 Systematisierung, Stickstoff und Stickstoffverbindungen**

### **Klassenstufe 10**

### **Sach- und Methodenkompetenz**

Der Schüler kann

- den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung eines Elements im PSE erläutern,
- Aussagen zum Atombau und zu den Eigenschaften der Teilchen (Atom, Ion, Molekül) des Stickstoffs aus dem PSE ableiten,
- die Reaktion von Stickstoff mit Wasserstoff mit Hilfe von Oxidationszahlen als Redoxreaktion beschreiben,
- Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Ammoniak nennen,
- Gegenstromprinzip, kontinuierliche Prozessführung und Kreislaufprinzip als allgemeine technische Prinzipien am Beispiel der technischen Durchführung der Ammoniaksynthese erklären,
- den Einfluss von Reaktionsbedingungen sowie die Wirkung von Katalysatoren am Beispiel der Ammoniaksynthese erläutern,
- die historischen Leistungen von HABER und BOSCH bewerten,
- im Schülerexperiment
  - Ammoniak nachweisen,
- die Reaktion mit Protonenübergang am Beispiel der Reaktionen von Ammoniak mit Wasser und mit Chlorwasserstoff erläutern,
- Basen als Protonenakzeptoren und Säuren als Protonendonatoren kennzeichnen,
- das Donator-Akzeptor-Prinzip am Beispiel bekannter Säure-Base-Reaktionen beschreiben und mit der chemischen Zeichensprache darstellen,

- im Schülerexperiment
  - Bildung und Zerfall von Ammoniumchlorid untersuchen,
- Steckbriefe für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid erstellen,
- die Redoxreaktion am Beispiel des Ostwaldverfahrens bis zur Herstellung der Salpetersäure erklären und die Kenntnisse über Oxidationszahlen anwenden,
- Eigenschaften und Verwendung von Salpetersäure recherchieren,
- Eigenschaften von konzentrierter und verdünnter Salpetersäure vergleichen,
- im Schülerexperiment
  - verdünnte Salpetersäure mit Natronlauge neutralisieren,
- die Merkmale der chemischen Reaktion am Beispiel der Neutralisation erläutern:
  - Stoffumwandlung,
  - Energieumwandlung,
  - Teilchenveränderung,
  - Umbau der chemischen Bindung,
- Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Nitraten nennen,
- den Herstellungsweg vom Stickstoff zum Ammoniumnitrat darstellen,
- die Merkmale der Reaktionsarten Redoxreaktion und Reaktion mit Protonenübergang am Beispiel der Herstellung von Ammoniumnitrat aus Stickstoff erläutern,
- Nachweisreaktionen für Ionen systematisieren,
- im Schülerexperiment
  - Ionen nachweisen:  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ .

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- unter Berücksichtigung ökologischer, sozialer und ökonomischer Aspekte persönliche Standpunkte bilden,
- eine Gesprächskonzeption entwickeln, den eigenen Standpunkt artikulieren und ihn sach- und situationsgerecht vertreten,
- chemische Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
  - Eingriffe des Menschen in die Natur sachgerecht zu bewerten.

Inhaltliche Linienführung – Grundlagen aus MNT und Klassenstufen 7/8 <sup>14, 15</sup>						
Kl.		Chem.Reaktion, Reaktionsarten	Modellvorstellungen: Teilchen, Atombau, Bindung	experimentelle Tätigkeit	Chemische Zeichensprache, chemisches Rechnen	Alltags- und Praxisrelevanz
5/6	MNT	Verbrennung als Stoff- und Energieumwandlung ohne Begriff „chemische Reaktion“	Kugelteilchenmodell	Stoffeigenschaften und Stofftrennung, Verbrennungen, Protokoll, Brenner o. ä.		Stoffe als Energieträger
7/8	2.1.1 Stoffumwandlung – chemische Reaktion	Stoff- und Energieumwandlung, Teilchenveränderung	Kugelteilchenmodell	Protokoll, Brenner	Wortgleichung	Bedeutung Chemie, Gefahrensymbole, Gefahrstoffe
	2.1.2 Wasser und Luft	Stoff- und Energieumwandlung, Teilchenveränderung, Oxidation	Atom und Molekül (ohne chemische Bindung)	Stofftrennung, Sauerstoff, Wasserstoff, pneumatisches Auffangen	Aussagen von Symbolen und Formeln, Wort- und Formelgleichung	Trinkwasser, Abwasser, Feuer, Brandschutz, Verwendung von Sauerstoff und Wasserstoff
	2.1.3 Metalle und Redoxreaktionen (Nichtmetalle nur <sup>14</sup> )	Oxidation, Reduktion, Redoxreaktion	Bohrsches Atommodell, PSE, Außenelektronen, Metallbindung (nur <sup>15</sup> )	Oxidation, Reduktion, Redoxreaktionen von Metallen/Metalloxiden	Formeln für Oxide (nur <sup>14</sup> ) / für Metalloxide (nur <sup>15</sup> ) recherchieren, Stoffmenge, molare Masse, Masseberechnung	Verwendung von Metallen und Legierungen, Verwendung von Nichtmetallen (nur <sup>14</sup> ), Hochofenprozess, Stahlherstellung
	2.1.4 Salze, Metallhydroxide und Säuren	Redoxreaktion als Elektronenübergang (nur <sup>15</sup> ), Dissoziation, Fällungsreaktion (nur <sup>15</sup> ), Stoff- und Energieumwandlung, Teilchenveränderung, Umbau der chemischen Bindung	Ionenbildung, Ionenbindung, Atombindung, polare Atombindung (nur <sup>15</sup> )	Leitfähigkeit, Löslichkeit, Nachweis von: Halogenid-Ionen (nur <sup>15</sup> ), Chlorid-Ionen (nur <sup>14</sup> ), Wasserstoff-Ionen, Hydroxid-Ionen, Neutralisation	Formeln von Salzen, Hydroxiden und Säuren nennen (nur <sup>14</sup> ) und aufstellen (nur <sup>15</sup> ), Dissoziationsgleichungen (Arrhenius), Ionenschreibweise, Anwenden der Masseberechnung	Haushaltschemikalien, Gefahrensymbole, Salze im Alltag, Saurer Regen

\* In 15 ist das Thema „Nichtmetalle“ unter „Säuren“ integriert; in 14 erfolgt Betrachtung der „Nichtmetalle“ als Stoffgruppe.

14 Lehrplan für den Erwerb des Hauptschul- und des Realschulabschlusses

15 Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife



Inhaltliche Linienführung – Klassenstufen 9/10						
Kl.		Chem. Reaktion, Reaktionsarten	Modellvorstellungen: Teilchen, Atombau, Bindung	experimentelle Tätigkeit	Chemische Zeichensprache, chemisches Rechnen	Alltags- und Praxisrelevanz
9/10	2.2.1 Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen	Katalysator als Hilfsstoff Addition, Substitution, Eliminierung, Polymerisation	Modifikationen des Kohlenstoffs, Einfach- und Mehrfachbindung, Molekülmodelle, Makromoleküle, Van der Waals-Bindung,	Substitution,  Nachweise: Kohlenstoffdioxid, Carbonate, Mehrfachbindung,	Summenformel, vereinfachte Strukturformel, Strukturformel,  Volumenberechnung, Anwendung der Massenberechnung,	Graphit und Diamant, Benzin, Diesel,  Treibhauseffekt, Klimawandel, ökonomische und ökologische Konsequenzen von Förderung, Transport und Nutzung des Erdöls
	2.2.2 Alkohole, Aldehyde und Carbonsäuren	partielle, katalytische Oxidation	funktionelle Gruppen,  Wasserstoffbrücken	Verbrennung von Ethanol, katalytische Oxidation von Propanol, Nachweis der Aldehydgruppe, typische Reaktionen der Ethansäure	Anwendung der Massen- und Volumenberechnung	Alkoholische Getränke,  Brennstoff Super E10, Essig im Haushalt, Aroma- und Konservierungsstoffe, Carbonsäuren aus biologischer und medizinischer Sicht
	2.2.3 Systematisierung, Stickstoff und Stickstoffverbindungen	Redoxreaktion (Oxidationszahlen), Protolyse – Brönsted, Wirkungsweise Katalysator	Oxidationszahl, Hydronium-Ionen und Ammonium-Ionen	Darstellung von Ammoniumsalzen, Neutralisation verdünnter Salpetersäure  Nachweis von Ammoniak und Ammonium-Ionen,	Ionenschreibweise: Protonenübergang	Luftschadstoffe, saurer Regen, Abgaskatalysator  Düngemittel  Feuerwerk

### 3 Ziele des Kompetenzerwerbs in der Einführungsphase der Thüringer Oberstufe für Schüler mit Realschulabschluss

Die Ausführungen in diesem Kapitel gelten für Schüler der Klassenstufe 11S des Gymnasiums, der Klassenstufe 11 der Integrierten Gesamtschule, der Einführungsphase (Klassenstufe 11) des beruflichen Gymnasiums und der Einführungsphase am Kolleg. Die Einführungsphase hat die Aufgabe, Schüler auf die Qualifikationsphase vorzubereiten.

Der Chemieunterricht greift die Kompetenzen auf, die der Schüler mit dem Realschulabschluss erworben hat. Diese Kompetenzen werden gezielt weiter entwickelt, um das für die Klassenstufe 10 im Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife festgelegte Niveau zu erreichen.

Der Lehrplan für die Einführungsphase der Thüringer Oberstufe für Schüler mit Realschulabschluss weist die Kompetenzen aus,

- die der Schüler mit dem Realschulabschluss erworben hat und die im Chemieunterricht aufgegriffen werden ➔ und
- die der Schüler entsprechend den Anforderungen des Lehrplans für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife neu erwirbt bzw. inhaltlich vertieft 🔍.

#### Sachkompetenz

Der Schüler kann

- den Zusammenhang zwischen Atombau, chemischer Bindung, Stoffeigenschaften und chemischen Reaktionen beschreiben bzw. erklären.

Das erfordert insbesondere:

- Wiederholen bzw. Reproduzieren von Fachkenntnissen:
  - Atombau, PSE,
  - Merkmale chemischer Reaktionen,
  - Säure- Base- Definition nach ARRHENIUS,
  - Kohlenwasserstoffe.
- Erweitern von Fachkenntnissen:
  - chemische Sachverhalte auf Teilchenebene,
  - chemische Bindungen,
  - Fachsprache( Formeln und Reaktionsgleichungen),
  - Stöchiometrie,
  - Donator- Akzeptor- Prinzip bei Reaktionen mit Elektronen- bzw. Protonenübergang,
  - Stoffklassen der organischen Chemie, funktionelle Gruppen,
  - Reaktionen organischer Stoffe.

#### Methodenkompetenz

Im Kontext mit den ausgewiesenen chemischen Inhalten soll der Schüler die im Zusammenhang mit dem Realschulabschluss erlernten fachübergreifenden und naturwissenschaftlichen / fachspezifischen Methoden wiederholen, weitere Methoden erlernen und diese selbstständig anwenden. Besonderer Wert ist auf die Entwicklung folgender Kompetenzen zu legen:

Der Schüler kann

- Aufgabenstellungen analysieren und unter Beachtung der Anforderungen (z. B. Operator) lösen,
- Problemstellungen erkennen, analysieren und Lösungsstrategien entwickeln,
- Informationen aus verschiedenen Darstellungsformen (z. B. Texte, Symbole, Diagramme, Tabellen, Schemata) erfassen, diese verarbeiten, darstellen und interpretieren sowie Informationen in andere Darstellungsformen umsetzen,

- sein Wissen systematisch strukturieren, sowie Querbezüge zwischen Wissenschaftsdisziplinen herstellen,
- naturwissenschaftliche Arbeitstechniken sachgerecht ausführen,
- Protokollieren,
- die Schrittfolge der experimentellen Methode anwenden.

### **Sozial- und Selbstkompetenz**

Die Sozial- und Selbstkompetenz ist im fachlichen Kontext zielgerichtet weiterzuentwickeln.

Der Schüler kann insbesondere

- Verantwortung für sein Lernen und für seine Lernergebnisse übernehmen,
- selbstständig und in kooperativen Arbeitsformen lernen,
- seine Vorgehensweise beim Analysieren und Lösen von Aufgaben sowie beim Präsentieren von Arbeitsergebnissen reflektieren,
- seinen eigenen Lernfortschritt einschätzen und Schlussfolgerungen für sein Lernen ziehen.

Um den Anforderungen der Einführungsphase der Thüringer Oberstufe für Schüler mit Real- schulabschluss im Fach Chemie gerecht zu werden, wurden Themenbereiche ausgewählt, die

- die Anwendung, Vertiefung/Erweiterung und Systematisierung der genannten Fachinhalte,
- eine gezielte Weiterentwicklung der Methodenkompetenz und
- die Entwicklung der ausgewiesenen Selbst- und Sozialkompetenz ermöglichen.

Der Lehrplan ist offen für die Beachtung individueller Besonderheiten in der Kompetenzentwicklung der Schüler.

## **3.1 Zusammenhang zwischen Atombau, chemischer Bindung, Stoffeigenschaften und chemischen Reaktionen der anorganischen Chemie**

<b>Klassenstufe 11</b>
<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>
<b>Atombau und PSE</b> Der Schüler kann <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Einteilung von Stoffen beschreiben ☺:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinstoff - Stoffgemisch,</li> <li>• chemische Elemente - chemische Verbindungen,</li> <li>• Metalle - Nichtmetalle,</li> </ul> </li> <li>– den Atombau von Hauptgruppenelementen mithilfe des BOHR'schen Atommodells beschreiben ☺,</li> <li>– den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung der Elemente im PSE erläutern ☺:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl und Lage der Elementarteilchen,</li> <li>• Anzahl der Außenelektronen,</li> <li>• Ionenladungen.</li> </ul> </li> </ul>

## Chemische Bindung, Stoffeigenschaften und Reaktionen

Der Schüler kann

- typische Eigenschaften der Metalle und Nichtmetalle nennen ☺ und diese mithilfe der chemischen Bindungen erklären:
  - Metallbindung ☹,
- unpolare Atombindung (Bildung von Molekülen) ☹,
- die Bildung von Metall- und Nichtmetalloxiden aus den Elementen beschreiben:
  - Wort- und Formelgleichungen ☺,
  - Aufstellen von Formeln der Oxide ☹.
- chemische Reaktionen der Oxide mit Wasser erklären:
  - Wort- und Formelgleichungen,
  - polare Atombindung im Wassermolekül, Dipol, Wasserstoffbrücken ☹,
- Reaktionen von Säure- und Base- Lösungen erklären:
  - Ionenbindung in Hydroxiden und polare Atombindung in Säuren ☹,
  - Dissoziation nach Arrhenius ☺,
- Atom-, Metall- und Ionenbindung vergleichen ☹,
- im Schülerexperiment
  - Oxide herstellen ☺,
  - Säure- und Baselösungen aus Oxiden herstellen und den pH-Wert mit Indikatoren ermitteln ☺.

## Chemische Reaktionen: Neutralisation und Redoxreaktion

Der Schüler kann

- die Neutralisation als Reaktion mit Protonenübergang darstellen:
  - Nachweis der Wasserstoff- und Hydroxid-Ionen durch Indikatoren ☺,
  - Donator-Akzeptor-Prinzip ☹,
  - Wort- und Formelgleichungen ☹,
- chemische Reaktionen zur Bildung von Salzen beschreiben und als Redoxreaktionen kennzeichnen ☹:
  - Redoxreaktionen als chemische Reaktionen mit Elektronenübergang,
  - einfache Redoxgleichungen mit Teilreaktionen,
  - Oxidationsmittel und Reduktionsmittel,
  - Oxidationszahlen,
- am Beispiel von Neutralisation und Redoxreaktion die Merkmale der chemischen Reaktion erläutern:
  - Stoffumwandlung ☺,
  - Energieumwandlung ☺,
  - Teilchenveränderung ☹,
  - Umbau der chemischen Bindung ☹,
- Masse- und Volumenberechnungen durchführen:
  - Zusammenhang von Stoffmenge, molarer Masse und Masse ☺,
  - Zusammenhang von Stoffmenge, molarem Volumen und Volumen ☹,
  - Avogadro- Konstante ☹,
- im Schülerexperiment
  - Natronlauge mit Salzsäure neutralisieren ☺,
  - Salze aus Metallen und Metalloxiden herstellen ☹.

## Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- in der Arbeitsgruppe experimentieren und Verantwortung für den Arbeitsprozess übernehmen,
- das Gefahrenpotenzial chemischer Reaktionen für sich und für die Umwelt einschätzen und beachten.

## 3.2 Zusammenhang zwischen Atombau, chemischer Bindung, Stoffeigenschaften und chemischen Reaktionen der organischen Chemie

### Klassenstufe 11

#### Sach- und Methodenkompetenz

##### Organische Verbindungen mit Kohlenstoff und Wasserstoff im Molekül

Der Schüler kann

- die Stellung des Elementes Kohlenstoff im PSE erläutern ☞ und die Bindigkeit des Kohlenstoffs daraus ableiten ☞,
- Kohlenwasserstoffe nach Struktur und Bindungsverhältnissen ordnen:
  - kettenförmig und ringförmig ☞,
  - gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe ☞,
- die Molekülstruktur kettenförmiger Alkane ☞, Alkene ☞, Alkine ☞ beschreiben:
  - Namen und Formeln,
- Eigenschaften und typische chemische Reaktionen mithilfe der Molekülstruktur erklären:
  - Aggregatzustand, Löslichkeit, Brennbarkeit ☞,
  - Addition ☞, Substitution ☞, Eliminierung ☞,
  - Wort- und Formelgleichungen.

##### Organische Verbindungen mit funktionellen Gruppen am Beispiel von Ethanol, Ethanal und Ethansäure

Der Schüler kann

- die Molekülstruktur von Ethanol, Ethanal, Ethansäure beschreiben:
  - Hydroxyl- ☞, Aldehyd- ☞, Carboxylgruppe ☞ als funktionelle Gruppen,
  - Polarität der funktionellen Gruppen ☞,
- Eigenschaften und Reaktionen von Ethanol, Ethanal, Ethansäure mithilfe der Molekülstruktur erläutern ☞:
  - Löslichkeit und Aggregatzustand ☞,
  - partielle Oxidation von Ethanol zu Ethanal und Ethansäure ☞:
    - Wirkungsweise eines Katalysators,
    - Oxidationszahlen,
  - Dissoziation der Ethansäure nach ARRHENIUS ☞,
  - Reaktion von Ethansäure mit Ethanol ☞,
  - Wort- und Formelgleichungen,

➤ im Schülerexperiment<sup>16</sup>

- Propanol-Lösung am Kupfer-Katalysator zu Propanal-Lösung oxidieren Ⓢ,
- Propanal durch Reaktion mit Schiff's Reagens als Alkanal nachweisen Ⓢ,
- die Reaktionen der Ethansäure mit einem unedlen Metall Ⓢ und einer Metallhydroxid-Lösung Ⓢ durchführen,
- den pH- Wert der Ethansäure mit Indikatoren ermitteln Ⓢ,
- Ethansäureethylester herstellen Ⓢ.

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- chemische Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
  - die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis sachgerecht zu bewerten,
- entsprechend der Arbeitsanweisung mit Geräten und Chemikalien bewusst umgehen.

---

16 Verwendung von Propanol und Propanal aufgrund der geltenden Richtlinien BG/GUV-SR 2003

## 4 Ziele des Kompetenzerwerbs in der Qualifikationsphase der Thüringer Oberstufe

Der Chemieunterricht in der Qualifikationsphase ist insbesondere darauf ausgerichtet, dass der Schüler

- sich mit aktuellen chemisch bedeutsamen Problemstellungen auseinandersetzt und dabei Einblicke in fachwissenschaftliche Sachverhalte, Erkenntnisse, fachwissenschaftliche Strukturen und Methoden gewinnt,
- die Komplexität und Interdisziplinarität der Naturwissenschaften erkennt sowie fachübergreifende Bezüge herstellen kann,
- grundlegendes chemisches Fachwissen und naturwissenschaftliche Methoden sicher anwenden kann,
- Fragestellungen, Theorien und Methoden unter wissenschaftlichen und erkenntnistheoretischen Gesichtspunkten reflektieren kann,
- sein Lernen selbstständig und verantwortungsvoll planen, gestalten und reflektieren kann,
- seine Kommunikations- und Medienkompetenz selbstständig anwenden kann.

### Hinweise zur Auswahl von Themen und Themenbereichen

#### Erhöhtes Anforderungsniveau

Der Themenbereich 4.5 „Natürliche und künstliche Makromolekulare“ ist ausschließlich für den Unterricht im erhöhten Anforderungsniveau vorgesehen.

Die Schule wählt aus diesem Themenbereich entweder das Thema „Struktur und Reaktion der Kohlenhydrate und Proteine“ oder das Thema „Struktur und Reaktionen der Kunststoffe“ zur Bearbeitung aus.

#### Grundlegendes Anforderungsniveau

Von den Themenbereichen 4.1 „Thermochemie“ und 4.6 „Komplexchemie und qualitative Analyse“ ist ein Themenbereich von der Schule zur Bearbeitung auszuwählen.

Der Themenbereich 4.5 ist nicht Gegenstand des Unterrichts im grundlegenden Anforderungsniveau.

### 4.1 Thermochemie

<b>Klassenstufe 12</b>	
<b>Grundlegendes Anforderungsniveau</b>	<b>Erhöhtes Anforderungsniveau</b>
<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>	
<p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Merkmale chemischer Reaktionen erläutern,</li> <li>– Energieumwandlungen bei chemischen Reaktionen beschreiben,</li> <li>– chemische Reaktionen als System beschreiben und zwischen offenen, geschlossenen und abgeschlossenen Systemen unterscheiden,</li> <li>– den Satz von HESS exemplarisch an einem Beispiel ableiten,</li> <li>– Reaktionsenthalpien mit Hilfe der Bildungsenthalpien als molare Größen berechnen,</li> <li>– die Grundlagen der Kalorimetrie erläutern,</li> </ul>	

➤ im Schülerexperiment

- Reaktionsenthalpien bei einfachen Reaktionen kalorimetrisch bestimmen:
  - Neutralisationsenthalpie,
  - Löseenthalpie,

- den Zusammenhang zwischen Löseenthalpie, Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie erklären und für einfache Beispiele grafisch darstellen,
- die Begriffe Volumenarbeit, Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie erläutern,
- den Ersten Hauptsatz der Thermodynamik an Beispielen erläutern,
- den Zusammenhang von Energie, Enthalpie und Volumenarbeit mit Hilfe einfacher Grafiken qualitativ darstellen,
- die Effizienz von verschiedenen Brennstoffen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten bei gegebenen Heizwerten beurteilen,

➤ im Schülerexperiment

- Reaktionsenthalpien bei einfachen Reaktionen kalorimetrisch bestimmen:
  - Neutralisationsenthalpie,
  - Löseenthalpie,
  - Bildungsenthalpie,

- mit nichtmolaren Größen arbeiten,
- die Heizwerte von Brennstoffen berechnen,
- den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik erläutern und anwenden:
  - den Begriff Entropie definieren,
  - die Bedingungen für den Verlauf chemischer Reaktionen erläutern,
  - die freie Reaktionsenthalpie berechnen,
  - den Zusammenhang zwischen freier Reaktionsenthalpie, Temperatur und Reaktionsrichtung erläutern.

## Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- selbstständig arbeiten,
- Ziele für seine eigene Arbeit festlegen und deren Umsetzung realistisch beurteilen,
- den eigenen Standpunkt artikulieren und ihn sach- und situationsgerecht vertreten,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten.



## 4.2 Chemische Gleichgewichte

<b>Klassenstufe 12</b>	
<b>Grundlegendes Anforderungsniveau</b>	<b>Erhöhtes Anforderungsniveau</b>
<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>	
<b>Verlauf chemischer Reaktionen</b>	
Der Schüler kann	
– die Stoffmengenkonzentration definieren und an praktischen Beispielen aus gegebenen Größen bzw. Messwerten berechnen ( $n$ , $m$ , $M$ , $V$ , $V_m$ ),	
– die Reaktionsgeschwindigkeit definieren und Messmethoden zu ihrer Ermittlung beschreiben,	
– den Verlauf einer chemischen Reaktion mit Hilfe der Stoßtheorie erklären und in einem $c$ - $t$ -Diagramm darstellen,	
	– Geschwindigkeitsgleichungen für Reaktionen erster Ordnung aufstellen,
– die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur und Konzentration erklären sowie verschiedene Diagramme dazu erstellen und interpretieren,	
– die Begriffe Katalysator und Katalyse definieren und die Wirkungsweise von Katalysatoren beschreiben,	
– Wirkungsweise und Umweltaspekte von Autoabgaskatalysatoren erläutern,	
➤ im Schülerexperiment	
• die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration und Katalysator untersuchen.	
<b>Chemisches Gleichgewicht</b>	
Der Schüler kann	
– umkehrbare Reaktionen beschreiben und die Einstellung chemischer Gleichgewichte in abgeschlossenen Systemen erläutern,	
– die Merkmale chemischer Gleichgewichte erläutern:	
• unvollständiger Stoffumsatz,	
• gleiche Reaktionsgeschwindigkeit von Hin- und Rückreaktion,	
• Konstanz der Konzentrationsverhältnisse,	
• Einstellbarkeit von beiden Seiten,	
– den Unterschied zu statischen Gleichgewichten beschreiben,	
– die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach LE CHATELIER erläutern und in geeigneten Diagrammen darstellen,	
➤ im Schülerexperiment	
• ein Modellexperiment zur Einstellung chemischer Gleichgewichte durchführen,	
• die Abhängigkeit der Gleichgewichtslage von Temperatur und Konzentration untersuchen,	

- den Begriff Gleichgewichtskonstante ( $K_c$ ,  $K_p$ ) erläutern,
- das MWG für verschiedene Gleichgewichte formulieren,
- Gleichgewichtskonstanten ( $K_c$ ,  $K_p$ ) aus Stoffumsätzen berechnen,
- Stoffumsätze bei gegebener Konstante für Reaktionen mit einer Stöchiometriedifferenz gleich Null berechnen.

### Säure-Base-Gleichgewichte

Der Schüler kann

- Säuren und Basen nach ARRHENIUS als Stoffklassen definieren und die Definition auf Beispiele anwenden,
- Säuren und Basen nach BRÖNSTED als Teilchen definieren und am Beispiel von entsprechenden Molekülen und Ionen erläutern (Donator-Akzeptor-Konzept),
- Reaktionen einiger Stoffe mit Wasser unter Verwendung des Teilchenmodells mit der BRÖNSTED-Theorie erklären und die korrespondierenden Säure-Base-Paare zuordnen,
- den Begriff Ampholyt definieren und entsprechende Teilchen als Ampholyte kennzeichnen,
- die saure und basische Reaktion von Salz-Lösungen mit Hilfe der BRÖNSTED-Theorie qualitativ erklären,
- die Autoprotolyse des Wassers als Säure-Base-Reaktion erläutern und den Zusammenhang zwischen pH, pOH und  $K_w$  nennen,
- die mathematische Definition des pH-Wertes erläutern, bei vollständiger Protolyse pH-Werte berechnen sowie Konzentrationen aus dem pH-Wert berechnen,

➤ im Schülerexperiment

- Säure-Base-Reaktionen durchführen, z. B. unter Verwendung folgender Stoffe:
  - Chlorwasserstoff, Ammoniak und Wasser,
  - Metalloxid, Metallhydroxid und Säurelösung, saure Salze, basische Salze und Wasser,

- das Massenwirkungsgesetz auf die Autoprotolyse des Wassers anwenden und das Ionenprodukt des Wassers herleiten,
- Säure- und Base-Konstanten unter Anwendung des Prinzips von LE CHATELIER interpretieren,
- die logarithmischen Werte pH, pOH,  $pK_S$ ,  $pK_B$  und  $pK_W$  über das Massenwirkungsgesetz mathematisch herleiten,
- pH-Werte von Lösungen schwacher Säuren und Basen nach folgenden Beziehungen berechnen:

$$c(H_3O^+) = \sqrt{K_S \cdot c_0} \quad c(OH^-) = \sqrt{K_B \cdot c_0}$$

- die Zusammensetzung und Herstellung von Säure-Base-Puffern beschreiben,
- die Wirkung von Puffern als korrespondierende Säure-Base-Gleichgewichte erklären,

- Puffer quantitativ erfassen:
  - die Beziehung  $\text{pH} = \text{pK}_S$  für Puffergemische im Konzentrationsverhältnis  $c_S : c_B = 1 : 1$  ableiten,
  - die Abhängigkeit des Pufferbereiches von der Pufferbase und Puffersäure erläutern,
  - die Pufferkapazität über die Konzentration von der Pufferbase und Puffersäure erklären,
- die Bedeutung von Puffern in biologischen Systemen erläutern:
  - Sauerstofftransport im Blut,
  - Boden-pH-Wert,
- im Schülerexperiment
  - Maßlösungen starker und schwacher Säuren und Basen herstellen,
  - pH-Werte messen und die Ergebnisse mit den entsprechenden Berechnungen vergleichen,
  - Säure-Base-Puffer herstellen und die Pufferwirkung nachweisen.

### **Titrationen**

Der Schüler kann

- Indikatorreaktionen als Protolysegleichgewichte erläutern,
  - Indikatorfärbung bei Zweifarbindikatoren mit Hilfe des Prinzips von LE CHATELIER beschreiben,
  - die Maßanalyse als quantitatives Verfahren erläutern, die mathematischen Zusammenhänge ableiten sowie Konzentrationen und Massen in Analysen-Lösungen berechnen,
  - im Schülerexperiment
    - Konzentrationsbestimmungen durch Titration starker Säuren und Basen mit Farbindikatoren durchführen,
- 
- Titrationskurven aus Messwerten erstellen,
  - den pH-Sprung am Äquivalenzpunkt erläutern,
  - geeignete Farbindikatoren in Abhängigkeit von der Säure- und Basen-Stärke auswählen,
  - unter Beachtung der Sonderstellung von Hydronium- und Hydroxid-Ionen die elektrische Leitfähigkeit der Elektrolyte mit den Ionenbeweglichkeiten erklären,
  - Titrationskurven bei konduktometrischen und potentiometrischen Titrationen starker und schwacher Säuren und Basen skizzieren und interpretieren,
  - elektrochemische Indikationsverfahren mit der Farbindikation vergleichen,

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete Farbindikatoren wählen und Konzentrationsbestimmungen durch Titration von Säuren und Basen verschiedener Stärke durchführen,</li> <li>• konduktometrische und potentiometrische Titrations durchführen.</li> </ul> </li> </ul>
--	---

### Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- selbstständig und in kooperativen Lernformen arbeiten,
- Lern- und Arbeitszeiten planen,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler einschätzen und ein Feedback geben,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Eingriffe des Menschen in die belebte und un belebte Umwelt sachgerecht zu bewerten,
  - die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis sachgerecht zu bewerten.

## 4.3 Atommodelle, Redoxreaktionen und Elektrochemie

<b>Klassenstufe 12</b>	
<b>Grundlegendes Anforderungsniveau</b>	<b>Erhöhtes Anforderungsniveau</b>
<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>	
<b>Atommodelle</b>	
Der Schüler kann	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kenntnisse über Atombau, Protonen, Neutronen, Elektronen mit Bezug zum PSE systematisieren,</li> <li>– die historische Entwicklung von Atommodellen unter Berücksichtigung der umgebenden historischen, philosophischen und technischen Bedingungen beschreiben,</li> <li>– Möglichkeiten und Grenzen von Modellen erörtern,</li> <li>– Elektronenkonfigurationen mit Haupt- und Unterniveaus bei Hauptgruppenelementen und Nebengruppenelementen angeben und dabei das Energieprinzip, die HUND'sche Regel und das PAULI-Prinzip anwenden,</li> <li>– am Beispiel einiger Haupt- und Nebengruppenelemente mögliche Oxidationsstufen ableiten, die Stabilität diskutieren und die Grenzen des Modells erläutern,</li> <li>➤ im Schülerexperiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flammenfärbung mit Hilfe einiger Salze erzeugen,</li> </ul> </li> <li>– die Entstehung von Linienspektren erläutern,</li> </ul>	

## Redoxreaktionen ausgewählter Haupt- und Nebengruppenelemente

Der Schüler kann

- Oxidationszahlen als Modell und Hilfsmittel zur Beschreibung von Elektronenübergängen erläutern sowie Oxidationszahlen in anorganischen und organischen Verbindungen bestimmen,
- Redoxreaktionen in wässrigen Lösungen am Beispiel von Eisen- und Manganverbindungen beschreiben und die Reaktionsgleichungen über korrespondierende Redoxpaare entwickeln,
- die Analogie der Redoxreaktion zur Säure-Base-Reaktion an exemplarischen Beispielen erläutern (Donator-Akzeptor-Konzept),
- für qualitative Nachweise genutzte Redoxreaktionen erläutern:
  - Chlor mit Iodid-Stärkepapier,
- für qualitative Nachweise genutzte Redoxreaktionen erläutern:
  - Chlor mit Iodid-Stärkepapier,
  - $\text{Mn}^{2+}$  über Oxidation,  $\text{MnO}_4^-$  über Reduktion,
- die Kenntnisse über Redoxreaktionen auf den Hochofenprozess und die Stahlherstellung anwenden,
- im Schülerexperiment
  - Redoxreaktionen von Eisen- und Manganverbindungen durchführen,
  - Chlor mit Iodid-Stärke-Papier nachweisen,
- das Boudouard-Gleichgewicht diskutieren,
- die Herstellung eines weiteren Metalls (z. B. Kupfer, Nickel, Zink, o. ä.) beschreiben,
- den Einfluss des pH-Wertes auf den Verlauf von Redoxreaktionen erläutern,
- die Wirkung von Schwermetallverbindungen auf biologische Systeme erklären,
- Möglichkeiten der Abwasserreinigung durch Fällungs- und Redoxreaktionen diskutieren,
- im Schülerexperiment
  - Redoxreaktionen weiterer Elemente der 4. und 5. Periode durchführen,
  - die pH-Wert - Abhängigkeit von Redoxreaktionen untersuchen.

## Galvanische Zellen

Der Schüler kann

- die Entstehung der elektrochemischen Doppelschicht an einer Metallelektrode in einer Salzlösung und die Bildung eines Elektrodenpotentials erklären,
- den Aufbau galvanischer Zellen erläutern:
  - Funktionen von Elektroden, Elektrolytlösungen und Stromschlüssel,
  - Anode als Ort der Oxidation, Kathode als Ort der Reduktion, Polung,
- Potentialdifferenzen bei Standardbedingungen berechnen,
- den Zusammenhang zwischen Elektrodenpotential, elektrochemischer Spannungsreihe, korrespondierenden Redoxpaaren und Verlauf von Redoxreaktionen erläutern,
- im Schülerexperiment
  - Reaktionen von Metallen mit Säure- und Metallsalz-Lösungen in Abhängigkeit vom Elektrodenpotential untersuchen,
  - die Funktion eines DANIELL-Elements untersuchen,

<ul style="list-style-type: none"> <li>– den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise von Alkali-Mangan-Batterien und Brennstoffzellen unter Beachtung des Energiekonzepts erklären,</li> <li>– die chemischen Reaktionen im Blei-Akkumulator erläutern sowie die Probleme des Recyclings diskutieren,</li> </ul> <p>➤ im Schülerexperiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise eines Bleiakkumulators untersuchen,</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– das Funktionsprinzip von Batterien und Akkumulatoren vergleichen,</li> <li>– die Umweltrelevanz wiederaufladbarer elektrochemischer Elemente diskutieren,</li> <li>– die Bildung von Lokalelementen und die Sauerstoffkorrosion erklären,</li> <li>– die Bedingungen für die Korrosion erläutern,</li> <li>– mehrere Möglichkeiten des Korrosionsschutzes ableiten,</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die wirtschaftliche Bedeutung des Korrosionsschutzes erläutern,</li> </ul> <p>➤ im Schülerexperiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Korrosion am Eisen untersuchen und die dabei gebildeten Eisen(II)-Ionen und Hydroxid-Ionen nachweisen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Potentiale und Potentialdifferenzen bei unterschiedlichen Konzentrationen und pH-Werten mithilfe der Nernst-Gleichung bei konstanter Temperatur berechnen,</li> <li>– den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise von Zink/Kohle-Elementen, Alkali-Mangan-Batterien und Brennstoffzelle unter Beachtung des Energiekonzepts erklären,</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Funktion von Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren und Lithium-Ionen-Akkumulator beschreiben,</li> </ul> <p>➤ im Schülerexperiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsweise einer Alkali-Mangan-Batterie <b>oder</b> eines Zink-Kohle-Elements untersuchen,</li> <li>• die Funktionsweise eines Bleiakkumulators untersuchen,</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Bildung von Lokalelementen, die Sauerstoffkorrosion und die Säurekorrosion erklären,</li> <li>– Korrosionsschutz durch elektrochemische Reaktionen mit Opferanoden beschreiben und Reaktionsgleichungen dazu entwickeln,</li> </ul> <p>➤ im Schülerexperiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Korrosion am Eisen untersuchen und die dabei gebildeten Eisen(II)-Ionen und Hydroxid-Ionen nachweisen,</li> <li>• die Korrosion an Lokalelementen mit verschiedenen Metallen untersuchen.</li> </ul>
<p><b>Elektrolyse</b></p> <p>Der Schüler kann</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Elektrolyse als erzwungene Redoxreaktion beschreiben,</li> <li>– die Schmelzflusselektrolyse zur Aluminiumherstellung erklären,</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– den Aufschluss von Bauxit erläutern,</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Elektrolyse von Wasser und ausgewählten Salzlösungen erläutern,</li> <li>– die Zersetzungsspannung von Elektrolyten erklären,</li> <li>– galvanische Zellen und Elektrolysezellen vergleichen,</li> <li>– die chemischen Grundlagen für die Kupferraffination und die Chlor-Alkali-Elektrolyse erläutern,</li> </ul> <p>➤ im Schülerexperiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Salz- und Säure-Lösungen elektrolysieren und Reaktionsprodukte exemplarisch nachweisen,</li> <li>• ein Modellexperiment zur Chlor-Alkali-Elektrolyse oder zur Kupfer-Raffination durchführen,</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Membran-Verfahren und Diaphragma-Verfahren erläutern und vergleichen,</li> <li>– den Zusammenhang zwischen Stoffmenge und elektrischer Ladung beschreiben,</li> <li>– das Faraday-Gesetz zur Berechnung von Größen (<math>m</math>, <math>V</math>, <math>I</math>, <math>t</math>, <math>W</math>) bei Elektrolysen anwenden.</li> </ul>
--	--

### Selbst- und Sozialkompetenz

Der Schüler kann

- in kooperativen Lernformen arbeiten,
- Verantwortung für den eigenen und für den gemeinsamen Arbeitsprozess übernehmen,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler einschätzen und ein Feedback geben, seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis sachgerecht zu bewerten,

## 4.4 Chemische Bindung und organische Chemie

<b>Klassenstufe 12</b>	
<b>Grundlegendes Anforderungsniveau</b>	<b>Erhöhtes Anforderungsniveau</b>
<b>Sach- und Methodenkompetenz</b>	
<b>Bindungsmodelle</b>	
Der Schüler kann	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Merkmale der Metallbindung, der Ionenbindung, der unpolaren und polaren Atombindung, der Van-der-Waals-Kräfte und der Wasserstoffbrückenbindung in einer Übersicht darstellen und an Beispielen erläutern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung stabiler Elektronenkonfigurationen,</li> <li>• elektrostatische Anziehungskräfte und Ausbildung von Ionengittern,</li> <li>• Valenzstrichformeln organischer und anorganischer Verbindungen,</li> <li>• Molekülgeometrie unter Anwendung des Elektronenpaarabstoßungsmodells,</li> <li>• Dipolmoleküle,</li> <li>• Ableiten der Eigenschaften für entsprechende Stoffe,</li> </ul> </li> <li>– den Zusammenhang zwischen chemischer Bindung und Eigenschaften bei Molekülsubstanzen erklären: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polarität,</li> <li>• Schmelz- und Siedetemperaturen,</li> <li>• Löslichkeit und Dissoziation,</li> </ul> </li> <li>➤ im Schülerexperiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löslichkeit und elektrische Leitfähigkeit von Molekülsubstanzen, Ionensubstanzen und Metallen untersuchen.</li> </ul> </li> </ul>	

## Stoffklassen und Reaktionen in der organischen Chemie

Der Schüler kann

- Bindungsverhältnisse und Strukturen von Alkanen, Alkenen, Alkoholen, Aldehyden und Carbonsäuren in einer Übersicht darstellen, funktionelle Gruppen kennzeichnen, Vertreter der Stoffklassen benennen und die typischen Reaktionsarten Substitution, Addition und Eliminierung zuordnen sowie das Struktur-Eigenschafts-Konzept anwenden,
  - die Mechanismen der Reaktionsarten radikalische Substitution ( $S_R$ ) und elektrophile Addition ( $A_E$ ) an je einem Beispiel erläutern,
- die Reaktionen des Ethanols erläutern:
  - Bildung von Alkoholaten,
  - partielle Oxidation mit Kaliumpermanganat-Lösung,
  - Veresterung mit Ethansäure,
  - Eliminierung zu Ethen und Ethanal in Abhängigkeit vom Katalysator,
- die Struktur des Benzolmoleküls und den aromatischen Zustand beschreiben,
- die Stabilität des Benzolmoleküls gegenüber Additionsreagenzien begründen,
- die Substitution am Benzolmolekül an einem Beispiel erläutern,
- die Umweltrelevanz und gesundheitliche Risiken aromatischer Stoffe bewerten,
  - den Mechanismus der elektrophilen Substitution ( $S_E$ ) am Benzol erläutern,
- im Schülerexperiment
  - eine Esterbildung durchführen,
  - Ethanol durch saure Kaliumpermanganat-Lösung oxidieren,
- im Schülerexperiment
  - eine Esterbildung durchführen,
  - Ethanol durch saure Kaliumpermanganat-Lösung oxidieren,
  - elektrophile Substitution von Brom an Anisol durchführen.

## Struktur und Reaktionen der Ester, Fette und Tenside

Der Schüler kann

- die Struktur von Estern beschreiben und Namen und Formeln angeben,
- die Molekülstruktur von Fetten erläutern und Fette den Estern zuordnen,
- am Beispiel der Fette den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften erklären,
- im Schülerexperiment
  - C=C-Doppelbindungen in Fettmolekülen nachweisen,
  - die Löslichkeit von Fetten untersuchen,
- die Fetthärtung durch Hydrierung erklären und die Bedeutung der Reaktion in der Lebensmittelindustrie erläutern,
- die Fettspaltung und deren Bedeutung erläutern:
  - enzymatische Fettspaltung – Verdauung,
  - basenkatalysierte Fettspaltung – Verseifung,
- den Bau von Seifen als Tensidteilchen beschreiben,
- Bildung, Struktur und Wirkung anionischer Tenside beim Waschvorgang und in Emulsionen erklären,
- die Bedeutung des umweltschonenden Umgangs mit Waschmitteln hinsichtlich der Inhaltsstoffe und Dosierung erörtern,
- im Schülerexperiment
  - Eigenschaften der Tenside (Oberflächenspannung, Löseverhalten) untersuchen,
  - eine Seife herstellen
  - Eigenschaften einer Seifenlösung untersuchen.



## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- selbstständig und in kooperativen Lernformen arbeiten,
- den eigenen Standpunkt artikulieren und ihn sach- und situationsgerecht vertreten,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler einschätzen und ein Feedback geben,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten,
  - Eingriffe des Menschen in die belebte und unbelebte Umwelt sachgerecht zu bewerten.

## **4.5 Natürliche und künstliche Makromolekulare**

Von den Themen „Struktur und Reaktionen der Kohlenhydrate und Proteine“ und „Struktur und Reaktionen der Kunststoffe“ ist eines zur Bearbeitung auszuwählen.

### **Klassenstufe 12**

#### **Erhöhtes Anforderungsniveau**

#### **Sach- und Methodenkompetenz**

##### **Struktur und Reaktionen der Kohlenhydrate und Proteine**

Der Schüler kann

- Kohlenhydrate in einer Übersicht den Mono-, Di- und Polysacchariden zuordnen:
  - Glucose, Fructose,
  - Maltose, Saccharose,
  - Amylose, Amylopektin, Cellulose,
- die Bildung der Ringformen von  $\alpha$ -D-Glucose und  $\beta$ -D-Glucose aus der Kettenform mit Strukturformeln beschreiben,
- die Bildung von Di- und Polysacchariden aus Monosacchariden mit vereinfachten Strukturformeln beschreiben und die Reaktionsart bestimmen,
- die reduzierende Wirkung von Glucose und Maltose erklären,
- den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften am Beispiel der Polysaccharide erläutern,
- die Bedeutung von Kohlenhydraten in Natur und Technik an zwei Beispielen erläutern:
  - industrielle Zuckerherstellung aus Zuckerüben oder Zuckerrohr,
  - Zucker und Zuckeraustauschstoffe in Lebensmitteln,
  - Herstellung und Verwendung von Cellulosederivaten,
  - Nutzung von Stärke und Cellulose als nachwachsende Rohstoffe,
  - Herstellung von Papier und Baumwollfasern,
- im Schülerexperiment
  - Glucose, Maltose und Saccharose auf reduzierende Wirkung untersuchen,
  - Löslichkeit der Polysaccharide vergleichen,
  - Stärkenachweis durchführen,
- die prinzipielle Struktur der Aminosäuren mit Formeln beschreiben,

- die Eigenschaften der Aminosäuren unter Anwendung der Säure-Base-Theorie erklären:
  - Bildung von Zwitterionen,
  - Reaktion mit Salzsäure und Natronlauge,
- die Bildung von Dipeptiden und Polypeptiden aus Aminosäuren beschreiben, die Peptid-Gruppen kennzeichnen und die Reaktionsart bestimmen,
- die Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur der Proteine beschreiben,
- die Bedeutung von Proteinen an zwei Beispielen erläutern:
  - Wirkung von Enzymen beim Stoffwechsel,
  - Wirkung von Enzymen in Waschmitteln,
  - Desinfektion durch Denaturierung, silberhaltige Verbandsmaterialien,
  - Naturfasern: Haare, Seide, Wolle,
- im Schülerexperiment
  - Reaktionen der Proteine durchführen:
    - Xanthoproteinreaktion,
    - Biuretreaktion,
    - Denaturierung.

### **Struktur und Reaktionen der Kunststoffe**

Der Schüler kann

- den Zusammenhang von Struktur und Eigenschaften am Beispiel der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere beschreiben,
- den Zusammenhang von Eigenschaften und Verwendung am Beispiel der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere erläutern,
- die Bildung synthetischer Makromolekularer durch Polymerisation erläutern, z. B.:
  - Polyethylen PE, Polypropylen PP, Polystyrol PS, Synthetikgummi,
- die Bildung synthetischer Makromolekularer durch Polykondensation erläutern, z. B.:
  - Polyethylenterephthalat PET, Polyamid PA6, PA66, Polycarbonat,
- die Bildung synthetischer Makromolekularer durch Polyaddition erläutern, z. B.:
  - Polyurethane PUR,
- die radikalische und die elektrophile Polymerisation vergleichen, z.B. Herstellung von Polyethylen und Polystyrol,
- die Reaktionsarten Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition vergleichen,
- die prinzipiellen Eigenschaften der Polymerisate, Polykondensate und Polyaddukte aus der Struktur ableiten,
- an einem Beispiel das Prinzip der „maßgeschneiderten Kunststoffe“ erläutern,
- die Kenntnisse über Makromolekulare auf Copolymerisate anwenden,
- werkstoffliches und rohstoffliches Recycling und energetische Verwendung von Kunststoffabfällen erläutern,
- Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren des Kunststoffrecyclings gegenüberstellen,
- ökonomische und ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings bewerten,
- im Schülerexperiment
  - einen Kunststoff herstellen, z. B.:
    - Polyurethan (Bauschaum),
    - Nylon (PA66),
    - aus Glycerin und Citronensäure,

- Eigenschaften von Kunststoffen untersuchen:
    - Dichte im Vergleich zu Wasser,
    - Verhalten beim Erwärmen,
    - Löslichkeit in Wasser und anderen Lösungsmitteln,
    - Beständigkeit gegenüber Säuren und Laugen,
- ein Modellexperiment zum Kunststoffrecycling durchführen.

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- seinen eigenen und den Lernfortschritt der Mitschüler einschätzen und ein Feedback geben,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis sachgerecht zu bewerten,
  - Entscheidungen im Alltag sachgerecht zu treffen und sich entsprechend zu verhalten.

## **4.6 Komplexchemie und qualitative Analyse**

### **Klassenstufe 12**

#### **Grundlegendes Anforderungsniveau**

#### **Erhöhtes Anforderungsniveau**

### **Sach- und Methodenkompetenz**

Der Schüler kann

- das Lösen von Salzen in Wasser im submikroskopischen Betrachtungsbereich beschreiben,
- die Hydratation und die Bildung von Wasserkomplexen bei Salzen der Nebengruppenelemente beschreiben und die Komplexe benennen,
- den Aufbau von Komplexen erläutern,
- die koordinative Bindung in Komplexen beschreiben,
- den Ligandenaustausch mit der Entstehung energetisch günstigerer Komplexe begründen,
- das Gleichgewichtskonzept auf den Ligandenaustausch anwenden,
- Komplexreaktionen als qualitativen Nachweis verschiedener Metallionen erläutern und anwenden,
- qualitative Fällungsnachweise erläutern und in verkürzter Ionenschreibweise formulieren:
  - Chlorid-, Bromid-, Iodid-, Sulfat- und Carbonat-Ionen,
  - Unterscheidung der Halogenid-Ionen durch Komplexbildung,
- im Schülerexperiment
  - Bildung und Zerfall von Wasserkomplexen untersuchen,
  - Ligandenaustauschreaktionen durchführen,
  - $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ -Ionen auch in Kombination mit anderen Ionen nachweisen,
- die Bedeutung von Komplexreaktionen für technische Prozesse und in biologischen Systemen an je einem Beispiel beschreiben, z. B.:
  - fotografischer Prozess (Schwarz-Weiß-Fotografie),
  - Metallgewinnung durch Cyanidlaugerei,
  - Funktion von Hämoglobin und Chlorophyll,
  - Bestimmung der Wasserhärte und Möglichkeiten der Wasserenthärtung,

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– die Kenntnisse über Säure-Base-Reaktionen auf hydratisierte Metallionen anwenden und die saure Reaktion entsprechender Salzlösungen erklären,</li> <li>➤ im Schülerexperiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysen durch Kombination von Fällungsnachweisen mit Nachweisreaktionen aus der Komplex- und Redoxchemie planen und durchführen.</li> </ul> </li> </ul>
--	--

### **Selbst- und Sozialkompetenz**

Der Schüler kann

- selbstständig und in kooperativen Lernformen arbeiten,
- Lern- und Arbeitszeiten planen,
- situations- und adressatengerecht kommunizieren,
- seine naturwissenschaftlichen sowie fachspezifischen Kenntnisse bewusst nutzen, um
  - Eingriffe des Menschen in die belebte und unbelebte Umwelt sachgerecht zu bewerten,
  - die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis sachgerecht zu bewerten.

## 5 Leistungseinschätzung

Bis zur Veröffentlichung einer fachlichen Empfehlung des Thüringer Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur gelten folgende Ausführungen.

### 5.1 Grundsätze

Eine pädagogisch fundierte Leistungseinschätzung ist insbesondere darauf gerichtet, dass der Schüler

- seinen eigenen Lernprozess reflektieren und seine Leistungen einschätzen kann,
- zum Lernen motiviert wird, seine Lernbereitschaft entwickelt und Eigenverantwortung für sein Lernen übernimmt,
- individuelles und gemeinsames Lernen reflektieren kann und entsprechende Schlüsse zieht,
- das unterschiedliche Leistungsvermögen innerhalb einer Lerngruppe reflektieren kann,
- Hilfe annimmt und Mitschüler beim Lernen unterstützt.

Die Leistungseinschätzung<sup>17</sup> umfasst die Einschätzung der individuellen Leistungsentwicklung des Schülers sowie die Einschätzung und Benotung von Leistungen, die grundsätzlich an den Lehrplanziele gemessen werden.

Sie bezieht sich auf fachlich-inhaltliche, sozial-kommunikative, methodisch-strategische und persönliche Dimensionen des Lernens. Entsprechend dem ganzheitlichen Kompetenzansatz der Thüringer Lehrpläne werden in die Leistungseinschätzung die verschiedenen Kompetenzbereiche angemessen einbezogen.

Die Bewertung und Benotung orientiert sich an den im Lehrplan ausgewiesenen Zielbeschreibungen für die Kompetenzbereiche. Bei der Leistungsbewertung sind die folgenden Anforderungsbereiche<sup>18,19</sup> angemessen zu berücksichtigen. Die Anforderungsbereiche bilden insbesondere den Grad der Selbstständigkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben sowie den Grad der Komplexität der gedanklichen Verarbeitungsprozesse ab.

Der Anforderungsbereich I umfasst

- das Reproduzieren von Sachverhalten aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang und
- das Verwenden geübter Methoden und Arbeitstechniken in einem begrenzten Gebiet in einem wiederholenden Zusammenhang.

Im Chemieunterricht gehören dazu

- Beschreiben von bekannten Stoffen, Stoffklassen, Reaktionen und Modellvorstellungen in der Fachsprache,
- Durchführen von Versuchen nach geübten Verfahren mit bekannten Geräten und Erstellen von Versuchsprotokollen.

---

17 Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Leitgedanken zu den Thüringer Lehrplänen für den Erwerb der allgemein bildenden Schulabschlüsse, Kapitel 4, 2011.

18 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für den Mittleren Schulabschluss im Fach Chemie, Wolters Kluwer Deutschland GmbH, München, 2005.

19 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Chemie (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004).

Der Anforderungsbereich II umfasst

- das selbstständige Auswählen, Strukturieren und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem bekannten Kontext und
- das selbstständige Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen bei veränderten Fragestellungen oder veränderten Sachzusammenhängen.

Im Chemieunterricht gehören dazu

- Verbalisieren quantitativer und qualitativer Aussagen chemischer Formeln und Reaktionsgleichungen,
- Planen, Durchführen, Protokollieren und Auswerten von Experimenten nach vorgegebener Fragestellung.

Der Anforderungsbereich III umfasst

- das Analysieren vielschichtiger Problemstellungen, das Bearbeiten mit dem Ziel, selbstständig Lösungswege und Lösungsansätze aufzuzeigen und
- das begründete Auswählen, Modifizieren und selbstständige und sachgerechte Anwenden von Methoden und Arbeitstechniken in neuen Kontexten sowie das Entwickeln und Anwenden von Modellen.

Im Chemieunterricht gehören dazu

- Entwickeln geeigneter Experimente zur Lösung von Frage- und Problemstellungen: selbstständiges Planen, Durchführen, Dokumentieren/Protokollieren und Auswerten von Untersuchungen und Experimenten; Durchführung von Fehlerbetrachtungen,
- sachlich fundiertes Bewerten gesellschaftlich relevanter Themen aus verschiedenen Perspektiven und Reflexion der eigenen Position.

Die Bewertung der individuellen Leistung des Schülers bezüglich der erreichten Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz erfolgt anhand geeigneter Aufgaben und Lernsituationen in individuellen und kooperativen Lernformen. Dabei gelten die rechtlich verbindlichen Festlegungen für Leistungsnachweise und -bewertungen<sup>20,21,22</sup>.

Grundlage sind schriftliche, mündliche und praktische Leistungsermittlungen, z. B.

- schriftliche und mündliche Leistungskontrollen, Klassenarbeiten, Kursarbeiten,
- experimentelle Tätigkeiten und geeignete Dokumentationen (z. B. Protokolle),
- Mitarbeit im Unterricht,
- Präsentationen.

---

20 Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Thüringer Schulgesetz in der aktuellen Fassung.

21 Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Thüringer Schulordnung für die Grundschule, die Regelschule, die Gemeinschaftsschule, das Gymnasium und die Gesamtschule (ThürSchulO) in der aktuellen Fassung.

22 Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Durchführungsbestimmung zur Thüringer Oberstufe am Gymnasium, an der Gesamtschule, am beruflichen Gymnasium und Kolleg, Verwaltungsvorschrift in der aktuellen Fassung.

## 5.2 Kriterien

Der Leistungsbewertung liegen transparente und für Schüler nachvollziehbare Kriterien zu Grunde.

Die Kriterien werden entsprechend den zu bewertenden Kompetenzen und der Form der Leistungsermittlung angemessen festgelegt und konkretisiert:

Produktbezogene Kriterien, z. B.

- Aufgabenadäquatheit,
- fachliche Richtigkeit und Vollständigkeit,
- logische Struktur der Darstellung,
- sprachliche Korrektheit unter Verwendung der Fachsprache, z. B. Fachbegriffe, chemische Zeichensprache,
- sachgerechte und kritische Nutzung von Informationen, z. B. aus Lehrbüchern, Zeitungen, Fernsehen, Internet,
- Begrenzung der Darstellung auf das Erforderliche,
- angemessene formale Gestaltung.

Prozessbezogene Kriterien, z. B.

- Qualität des Arbeitsprozesses unter Berücksichtigung des Zeitmanagements, z. B. beim Planen, Durchführen, Auswerten und Dokumentieren/Protokollieren von Experimenten,
- sachgerechtes und sicheres Ausführen von Arbeitstechniken, z. B. Einhalten der Sicherheitsbestimmungen, Experimentieren, qualitative und quantitative Analyse,
- Effizienz des methodischen Vorgehens, z. B. bei der Lösung einer komplexen Aufgabe, bei der Erfüllung einer experimentellen Aufgabe,
- Reflexion und Dokumentation des Vorgehens, z. B. Beschreibung der Planung und Protokollierung eines Experiments.

Präsentationsbezogene Kriterien, z. B.

- inhaltliche Qualität der Darstellung,
- klare Strukturierung,
- adressaten- und situationsgerechte Darstellung,
- sinnvolle Nutzung von Medien, z. B. PowerPoint, Experimentalvortrag, Modelle,
- ausgewogenes Zeitmanagement.

## 5.3 Grundsätze der Leistungseinschätzung in bilingualen Modulen

In bilingualen Modulen steht die Leistungsbewertung nicht im Vordergrund. Der Schwerpunkt liegt in der Auseinandersetzung mit dem Sachfachgegenstand in der Fremdsprache.

Im Fall einer Bewertung basiert diese auf der fachlichen Leistung, da die Unterrichtsgegenstände der bilingualen Module dem Sachfach zugeordnet sind. Eine mögliche Bewertung erfolgt daher in dem jeweiligen Sachfach durch Ziffernnoten und gegebenenfalls eine verbale Leistungseinschätzung.

Der Lehrer muss sicherstellen, dass die Schüler den Unterrichtsstoff verstanden haben. Für den Schüler darf aufgrund von Sprachproblemen kein Nachteil bei der Leistungsbewertung entstehen.

Leistungserhebungen erfolgen in der Regel in der jeweiligen Fremdsprache. Der Schüler kann auf die deutsche Sprache zurückgreifen, wenn ihm die mündliche bzw. schriftliche Darstellung des behandelten Gegenstandes nicht im gewünschten Umfang in der Fremdsprache möglich ist.