

**Thüringer Ministerium  
für  
Bildung, Jugend und Sport**

**Thüringer Lehrplan  
für den Erwerb  
der allgemeinen Hochschulreife**

**Chemie**

**2024**

**Inkraftsetzung des Lehrplans im Schuljahr 2025/26**

**für die Klassenstufen 7, 9 und 11**

**Herausgeber:**

**Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport**

**Werner-Seelenbinder-Straße 7  
99096 Erfurt**

## Hinweise zum Lehrplan

### Thüringer Kompetenzmodell – Bildungsstandards im Fach Chemie

- Dem Lehrplan liegt das Thüringer Kompetenzmodell <sup>1</sup> zugrunde. Es umfasst Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz. Diese prägen die Lern- und die Fachkompetenz.	→ Gliederungspunkt 1
- Die in den Bildungsstandards Chemie <sup>2,3</sup> vorgegebenen Anforderungen werden den Kompetenzbereichen des Thüringer Kompetenzmodells zugeordnet.	→ Gliederungspunkte 1.1 und 1.2

### Struktur

- Der Lehrplan beschreibt wesentliche Ziele des Chemieunterrichts.	→ Gliederungspunkt 1
- Der Lehrplan benennt die im Chemieunterricht zu entwickelnde Lern- und Fachkompetenz.	→ Gliederungspunkte 1.1 und 1.2
- Der Lehrplan weist die Fachkompetenz <sup>2,3</sup> abschlussbezogen aus: Klassenstufen 7 – 10 Kompetenzen, die die Lernenden bis zum Abschluss der Einführungsphase erwerben sollen Qualifikationsphase Kompetenzen, die die Lernenden bis zum Abschluss der Qualifikationsphase erwerben sollen	→ Gliederungspunkt 2  → Gliederungspunkt 4
- Der Lehrplan konkretisiert die Anforderungen für die Jahrgangsbzw. Doppeljahrgangsstufen: Er trifft Aussagen darüber, welche Kompetenzen Lernende bis zum Ende der Klassenstufe 8, der Klassenstufe 10 und der Klassenstufe 12 (13) erwerben sollen. Die Kompetenzen sind unter Berücksichtigung der in den Bildungsstandards festgelegten Anforderungen (→ vgl. Gliederungspunkte 2 und 4) kumulativ zu entwickeln.	→ Gliederungspunkte 2.1 und 2.2  → Gliederungspunkt 4
- Die Lernenden mit Realschulabschluss bereiten sich in der Einführungsphase auf die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe vor. Der Lehrplan weist explizit aus, welche Kompetenzen vorausgesetzt werden können und welche Kompetenzen zu erwerben sind.	→ Gliederungspunkt 3
- Der Lehrplan trifft Aussagen zur Leistungseinschätzung. Er verweist auf Operatoren, die zur Formulierung von Aufgaben geeignet sind.	→ Gliederungspunkt 5

<sup>1</sup> Leitgedanken zu den Thüringer Lehrplänen für den Erwerb der allgemein bildenden Schulabschlüsse. Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2011

<sup>2</sup> Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Chemie (MSA). Kultusministerkonferenz 2024

<sup>3</sup> Bildungsstandards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife. Kultusministerkonferenz 2020

## Umsetzung der Bildungsstandards<sup>2,3</sup> im Lehrplan

Die in beiden Bildungsstandards im Fach Chemie festgelegten Anforderungen werden in den Gliederungspunkten 2 und 4 abgebildet. Diese spiegeln sich in der für die Jahrgangs- bzw. Doppeljahrgangsstufen ausgewiesenen Sach- und Methodenkompetenz wider und prägen somit insbesondere die Fachkompetenz.

Die Kompetenzen beziehen sich auf Regelstandards (das im Durchschnitt mit Abschluss eines bestimmten Bildungsgangs zu erwartende Leistungsniveau).

## Beschreibung der Kompetenzen

Wird für die Beschreibung einer Kompetenzerwartung ein Verb verwendet, das einem Aufgabenoperator entspricht (z. B. begründen, erklären, vergleichen, interpretieren), ist es in der Bedeutung, wie unter Gliederungspunkt 5.1 ausgewiesen, zu verstehen. Für die Festlegung bestimmter Kompetenzerwartungen ist es erforderlich, darüber hinaus weitere geeignete Verben zu benutzen (z. B. anwenden, kennzeichnen).

## Verbindlichkeiten und Freiräume

- Die im Lehrplan ausgewiesenen Anforderungen sind verbindlich.
- Über die Anordnung der Lerninhalte im Unterricht innerhalb einer Jahrgangs- bzw. Doppeljahrgangsstufe entscheidet die Lehrkraft.
- Die Basiskonzepte werden unter den Gliederungspunkten 2 und 4 für die Jahrgangs- bzw. Doppeljahrgangsstufen angegeben; es erfolgt keine themengebundene Zuordnung. Es ist freigestellt, an welchen Fachinhalten die Basiskonzepte angewendet werden.
- Die Selbst- und Sozialkompetenz wird für die Jahrgangs- bzw. Doppeljahrgangsstufen ausgewiesen; es erfolgt keine themengebundene Zuordnung. Dies gestattet der Lehrkraft, für die Entwicklung der Selbst- und Sozialkompetenz geeignete Lernsituationen zu nutzen bzw. fachliche Kontexte auszuwählen.

## Festlegungen für fachpraktisches Arbeiten

Die fachpraktischen Tätigkeiten sind verpflichtend und angemessen durchzuführen, um folgende Kompetenzen zu entwickeln:

- sachgerechtes Ausführen von naturwissenschaftlichen Arbeitstechniken und -verfahren
  - zielgerichtetes Planen, selbstständiges Durchführen, Protokollieren bzw. Dokumentieren und Auswerten von Experimenten
  - sachgerechtes Verwenden der erforderlichen Geräte und Chemikalien, sachgerechte Entsorgung der Chemikalien
  - Berücksichtigen des Variablengefüges und Vornehmen von Fehlerbetrachtungen
- Anwenden der experimentellen Methode

## Sicherheit

Bei der Umsetzung der Lehrplananforderungen gelten folgende Regeln und Richtlinien (in der jeweils aktuellen Fassung):

- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RISU); Empfehlung der Kultusministerkonferenz<sup>4</sup>
- DGUV-Regel 113-018: Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen
- DGUV Information 213-098 - Stoffliste zur DGUV Regel 113-018 Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen

---

<sup>2</sup> Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Chemie (MSA). Kultusministerkonferenz 2024

<sup>3</sup> Bildungsstandards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife. Kultusministerkonferenz 2020

<sup>4</sup> [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1994/1994\\_09\\_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_09_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf) (in der aktuellen Fassung)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zur Kompetenzentwicklung im Chemieunterricht für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Lernkompetenz .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>Naturwissenschaftliche und fachspezifische Kompetenzen (Fachkompetenz) ..</b>	<b>5</b>
<b>1.3</b>	<b>Bilinguale Module .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Kompetenzerwerb in den Klassenstufen 7 – 10 .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Klassenstufen 7/8 .....</b>	<b>13</b>
2.1.1	Sach- und Methodenkompetenz .....	14
2.1.1.1	Chemie – eine Naturwissenschaft.....	14
2.1.1.2	Atombau – Periodensystem der Elemente (PSE).....	14
2.1.1.3	Molekülsubstanzen .....	15
2.1.1.4	Metalle .....	17
2.1.1.5	Säuren und saure Lösungen.....	18
2.1.1.6	Basen und basische Lösungen .....	18
2.1.1.7	Neutralisation.....	19
2.1.1.8	Salze .....	19
2.1.1.9	Systematisierung .....	19
2.1.2	Selbst- und Sozialkompetenz.....	20
<b>2.2</b>	<b>Klassenstufen 9/10 .....</b>	<b>21</b>
2.2.1	Sach- und Methodenkompetenz .....	21
2.2.1.1	Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen.....	21
2.2.1.2	Donator-Akzeptor-Prinzip.....	23
2.2.1.3	Verlauf chemischer Reaktionen .....	24
2.2.2	Selbst- und Sozialkompetenz.....	25
<b>3</b>	<b>Kompetenzerwerb in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe für Lernende mit Realschulabschluss .....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Kompetenzerwerb in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Sach- und Methodenkompetenz .....</b>	<b>38</b>
4.1.1	Atombau, chemische Bindungen .....	38
4.1.2	Energetische Betrachtungen chemischer Reaktionen .....	40
4.1.3	Kinetik und chemisches Gleichgewicht .....	42
4.1.4	Säure-Base-Gleichgewichte .....	44
4.1.5	Redoxgleichgewichte und Elektrolyse.....	47
4.1.6	Organische Chemie .....	50
4.1.7	Fette, Proteine und Kohlenhydrate .....	51
4.1.8	Kunststoffe.....	53
<b>4.2</b>	<b>Selbst- und Sozialkompetenz .....</b>	<b>54</b>
<b>5</b>	<b>Leistungseinschätzung .....</b>	<b>55</b>
<b>5.1</b>	<b>Grundsätze.....</b>	<b>55</b>
<b>5.2</b>	<b>Kriterien.....</b>	<b>58</b>
<b>5.3</b>	<b>Grundsätze der Leistungseinschätzung in bilingualen Modulen .....</b>	<b>58</b>

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

Der Chemieunterricht leistet einen wesentlichen Beitrag zur gymnasialen Ausbildung. Er bietet Lernenden eine vertiefte naturwissenschaftliche Allgemeinbildung sowie eine wissenschaftspropädeutische Bildung, gibt eine Orientierung auf Studienrichtungen und Berufe und bereitet auf ein Hochschulstudium oder auf eine sonstige berufliche Ausbildung vor.<sup>5</sup>

„**Naturwissenschaften** prägen durch ihre Denk- und Arbeitsweisen, Erkenntnisse und den daraus resultierenden Anwendungen grundlegend unsere moderne Gesellschaft und kulturelle Identität sowie die globale ökologische, ökonomische und soziale Situation. Sie sind von fundamentaler Bedeutung für das Verständnis unserer Welt und leisten einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung.“<sup>3</sup>

Eine solide **naturwissenschaftliche Grundbildung** ist deshalb unverzichtbares Element der Allgemeinbildung. Im Zentrum steht die Entwicklung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses im Sinne von „Nature of Science“.

Eine naturwissenschaftliche Grundbildung schafft Voraussetzungen für

- das Verständnis unserer durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Lebenswelt,
- die konstruktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation über naturwissenschaftliche Fragen,
- eine sachlich fundierte Meinungsbildung sowie eine verantwortliche Entscheidungs- und Urteilsfindung in naturwissenschaftlichen Kontexten,
- einen kritischen Umgang mit Medieninhalten und das Erkennen pseudowissenschaftlicher Darstellungen bzw. Falschinformationen (z. B. „Fake Science“),
- die Entwicklung eines naturwissenschaftlich begründeten Weltbildes.

Die naturwissenschaftliche Grundbildung ist Basis für lebenslanges Lernen und leistet einen spezifischen Beitrag zur Medien-, Werte-, Verbraucher- und Demokratiebildung.

Die **Naturwissenschaft Chemie** hat heute eine hohe gesellschaftliche und persönliche Bedeutung:

Sie stellt einen erheblichen Teil des gesellschaftlichen Wissens bereit, nimmt eine Schlüsselrolle im gesellschaftlichen und technologischen Wandel ein und ist ein entscheidender Wirtschaftsfaktor. Sie schafft wesentliche Grundlagen für technische, ökologische, medizinische und wirtschaftliche Entwicklungen und eröffnet Wege für die Gestaltung unserer Lebenswelt. Die Chemie ist eine unabdingbare Voraussetzung für neue Erkenntnisse und Anwendungen in anderen Wissenschaftsbereichen wie Biologie, Pharmazie, Physik und Ingenieurwissenschaften.

Die chemische Industrie hat sich zu einem wichtigen Industriezweig entwickelt: Das Spektrum umfasst die Herstellung von Grundchemikalien (z. B. Ammoniak und Schwefelsäure) als Voraussetzung für die Herstellung von Kunststoffen und Düngemitteln, die Gewinnung und Bearbeitung von Metallen (z. B. Eisen, Kupfer, Platin, Lithium), die Entwicklung von maßgeschneiderten Materialien (z. B. leichte Materialien für den Flugzeugbau, beständige und belastbare Baustoffe, hochreine Halbleiter), den Einsatz von Brennstoffzellen, die Entwicklung und Herstellung von Kosmetika und Pharmazeutika, modernen Textilien, Bereitstellung von Zusatzstoffen für die Lebensmittelindustrie (Enzyme, Antioxidationsmittel, naturidentische Aromastoffe), das Recycling sowie Nachweisverfahren (z. B. Umweltanalytik, medizinische Diagnosen).

Erkenntnisse der Biochemie ermöglichen das Verständnis der Mechanismen von natürlich ablaufenden Prozessen, ihren Wechselwirkungen und ihrer Beeinflussung.

---

<sup>5</sup> Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (Beschluss der Kultusministerkonferenz i.d. F. vom 18.02.2021)

<sup>3</sup> Bildungsstandards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife. Kultusministerkonferenz 2020

Chemisches Wissen ist eine wesentliche Voraussetzung für das Verständnis globaler Probleme (z. B. Klimawandel, Knappheit natürlicher Ressourcen, fossile und alternative Energieträger, Umweltverschmutzung).

Dem **Unterrichtsfach Chemie** kommt dabei eine hohe Bildungsverantwortung zu:

Der Chemieunterricht fördert das Interesse an Naturwissenschaften, trägt dazu bei, die persönliche und gesellschaftliche Bedeutung der Wissenschaft Chemie bzw. ihrer Anwendungsbereiche zu verstehen und motiviert, sich mit chemischen Fragen auseinanderzusetzen.

Lernende begreifen die Chemie als Naturwissenschaft kennen, die die stoffliche Welt auf makroskopischer und submikroskopischer Ebene unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Reaktion untersucht und beschreibt. Sie erkennen, dass dabei Stoff- und Energieumwandlung durch Teilchen- und Strukturveränderungen und Umbau chemischer Bindungen eine zentrale Rolle spielen. Die Chemie liefert Erkenntnisse über den Aufbau, die Herstellung und die Eigenschaften von Stoffen sowie für den sachgerechten Umgang mit ihnen.

Sie verstehen die Chemie als empirische Wissenschaft und erkennen die zentrale Bedeutung des Experiments. Dabei sind Illustrations- und Erkundungsexperimente sowie Voraussageexperimente zur Verifizierung und Falsifizierung von Hypothesen als Schülerexperimente im Unterricht einzusetzen. Auf der Grundlage von Modellvorstellungen erlangen sie ein tieferes Verständnis über den Aufbau der Stoffe, Stoffeigenschaften und chemische Reaktionen.

Sie lernen, chemisches Wissen für die Erklärung von Sachverhalten, für ein sachgerechtes und verantwortungsvolles Urteilen, Bewerten bzw. Entscheiden zu nutzen. Der Chemieunterricht leistet somit einen wichtigen Beitrag zum systemischen, interdisziplinären bzw. multiperspektivischen Denken.

Das Unterrichtsfach Chemie kann die Fülle von Erkenntnissen und Methoden der verschiedenen Fachdisziplinen nicht abbilden. Deshalb ist mehr denn je eine Fokussierung auf grundlegendes Fachwissen, auf Prinzipien, Konzepte, Modelle, Regeln, Gesetzmäßigkeiten sowie auf Denk- und Arbeitsmethoden erforderlich. Diese Grundbildung soll Lernende motivieren, sich mit chemierelevanten Fragen auseinanderzusetzen und befähigen, naturwissenschaftliche Sachverhalte zu verstehen, mit ihrem Wissen reflektiert umzugehen und sich selbstständig neues Wissen anzueignen. An geeigneten Kontexten lernen sie, Informationen und Daten aus fachlicher Sicht kritisch zu hinterfragen.

Durch das Aufzeigen von Praxisbezügen erkennen Lernende die Bedeutung von chemischem Wissen für die Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen und für ihre Berufswahl.

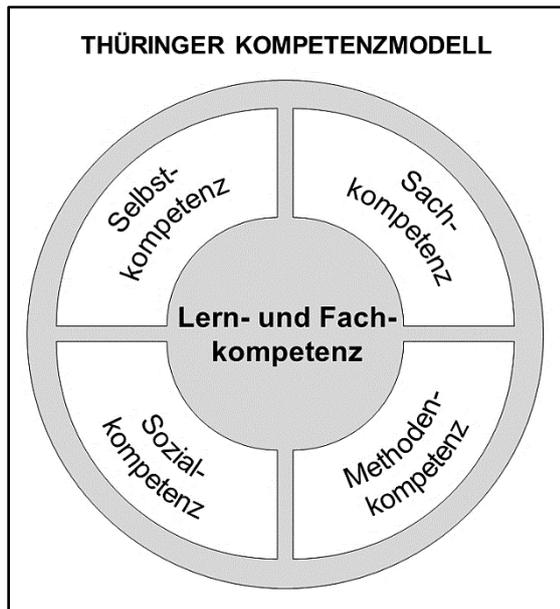
Der Erwerb der Fachsprache trägt wesentlich zur Sprachbildung bei, die eine wichtige Grundlage für die Partizipation an der modernen Wissensgesellschaft darstellt.

Das Unterrichtsfach Chemie bietet Potenzial für die digitale Bildung<sup>6</sup> (z. B. Verwendung geeigneter Apps zur Messwerterfassung und -auswertung, Einsatz digitaler Simulationen, fachliche Recherchen), die Voraussetzung für eine aktive Teilhabe am gesellschaftlichen, beruflichen und wirtschaftlichen Leben ist.

---

<sup>6</sup> Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz 2016 und Lehren und Lernen in der digitalen Welt.- die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“. Kultusministerkonferenz 2021

Dem **Lehrplan** liegt das Thüringer Kompetenzmodell<sup>1</sup> zugrunde: Das Thüringer Kompetenzmodell ist Grundlage für einen kompetenz- und standardorientierten Lehrplan, der konsequent den Blick darauf richtet, was Lernende zu einem bestimmten Zeitpunkt können sollen.



Kompetenzen bezeichnen „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften, damit die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll genutzt werden können.“<sup>7</sup>

Sie sind Grundlage für die Befähigung, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.<sup>8</sup>

Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz bedingen einander, durchdringen bzw. ergänzen sich gegenseitig und stehen in keinem hierarchischen Verhältnis zueinander.

**Sachkompetenz** umfasst die Fähigkeit, Aufgaben bzw. Probleme mithilfe fachlicher Kenntnisse und Fertigkeiten zielorientiert, sachgerecht und selbstständig zu lösen sowie Ergebnisse zu beurteilen.

**Methodenkompetenz** umfasst die Fähigkeit, adäquate Lösungsstrategien zu entwickeln, Denk- und Arbeitsweisen, Techniken und Verfahren sachbezogen und situationsgerecht auszuwählen sowie anzuwenden.

**Selbstkompetenz** umfasst die Fähigkeit, sich selbst einzuschätzen, persönliche Einstellungen zu überprüfen, Verantwortung zu übernehmen, mit Erfolgen, Misserfolgen und Konflikten umzugehen sowie ausdauernd, konzentriert und zielstrebig zu arbeiten.

**Sozialkompetenz** umfasst die Fähigkeit, soziale Beziehungen zu gestalten, situations- und adressatenadäquat zu kooperieren und zu handeln.

Lern- und Fachkompetenz sind eng miteinander verflochten:

**Lernkompetenz** wird insbesondere durch Selbst- und Sozialkompetenz sowie überfachliche Methodenkompetenz bestimmt und ist Voraussetzung für die Bewältigung unterschiedlicher Herausforderungen bzw. für langfristig erfolgreiches individuelles und kooperatives Lernen.

**Fachkompetenz** wird vorrangig durch Sachkompetenz und fachlich geprägte Methodenkompetenz bestimmt und trägt zur naturwissenschaftlichen bzw. fachspezifischen Allgemeinbildung bei.

Der Lehrplan Biologie weist die im Biologieunterricht zu erwerbenden Kompetenzen aus und ist verbindliche Grundlage für die **schulinterne Lehr- und Lernplanung**.

<sup>1</sup> Leitgedanken zu den Thüringer Lehrplänen für den Erwerb der allgemein bildenden Schulabschlüsse. Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2011

<sup>7</sup> Leistungsmessungen in Schulen. Erstellt im Auftrag der Ständigen Konferenz der KMK. F. E. Weinert (Hrsg.). Beltz, Weinheim und Basel 2001

<sup>8</sup> Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen. Sekretariat der Kultusministerkonferenz 2007

## 1.1 Lernkompetenz

Alle Unterrichtsfächer zielen gleichermaßen auf die Entwicklung von Lernkompetenz<sup>1</sup>, die eine zentrale Bedeutung für den Umgang mit komplexen Anforderungen in Schule, Ausbildung und Beruf hat. Sie ist Voraussetzung für die Bewältigung unterschiedlicher Herausforderungen und für langfristig erfolgreiches Lernen. In ihrer grundsätzlichen Funktion ist Lernkompetenz fachunabhängig und stellt ein gemeinsames (überfachliches) Anliegen aller Unterrichtsfächer dar und wird im Fachunterricht an fachlichen Kontexten erworben und kumulativ entwickelt.

### **Selbstkompetenz**

Selbstkompetenz ist Voraussetzung für individuelles und selbstregulierendes Lernen.  
(→ Die Selbstkompetenz wird im Kontext mit Fachinhalten entwickelt und wird in den Gliederungspunkten 2.1.2, 2.2.2 und 4.2 konkretisiert.)

### **Sozialkompetenz**

Sozialkompetenz ist Voraussetzung, um in kooperativen Arbeitsformen mit anderen gemeinsam zu lernen und zu kommunizieren.

(→ Die Sozialkompetenz wird im Kontext mit Fachinhalten entwickelt und wird in den Gliederungspunkten 2.1.2, 2.2.2 und 4.2 konkretisiert.)

### **Überfachliche Methodenkompetenz**

Überfachliche Methodenkompetenz zeigt sich in der Fähigkeit, adäquate Lösungsstrategien zu entwickeln, Denk- und Arbeitsweisen, Techniken und Verfahren sachbezogen und situationsgerecht auszuwählen sowie anzuwenden. Dies ist Voraussetzung für ein effizientes Lernen.

Die Lernenden können

- selbstständig und situationsbezogen Lernstrategien bzw. Lerntechniken auswählen, nutzen bzw. anwenden,
- Aufgaben- und Problemstellungen analysieren sowie Lösungsstrategien entwickeln bzw. umsetzen und dabei:
  - komplexe Sachverhalte abstrahieren (abstraktes Denken),
  - Sachverhalte aus verschiedenen Perspektiven betrachten sowie Zusammenhänge und Abhängigkeiten gleichzeitig berücksichtigen (systemisches Denken),
- gezielt recherchieren, Daten bzw. Materialien auswerten bzw. anwenden und dabei:
  - Medien, insbesondere digitale Medien, angemessen nutzen,
  - Informationen aus graphischen Darstellungen, Texten etc. entnehmen und bearbeiten,
- Arbeitsergebnisse angemessen präsentieren.

(→ Die überfachliche Methodenkompetenz spiegelt sich in der Fachkompetenz wider, vgl. 1.2.)

---

<sup>1</sup> Leitgedanken zu den Thüringer Lehrplänen für den Erwerb der allgemein bildenden Schulabschlüsse. Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2011

## 1.2 Naturwissenschaftliche und fachspezifische Kompetenzen (Fachkompetenz)

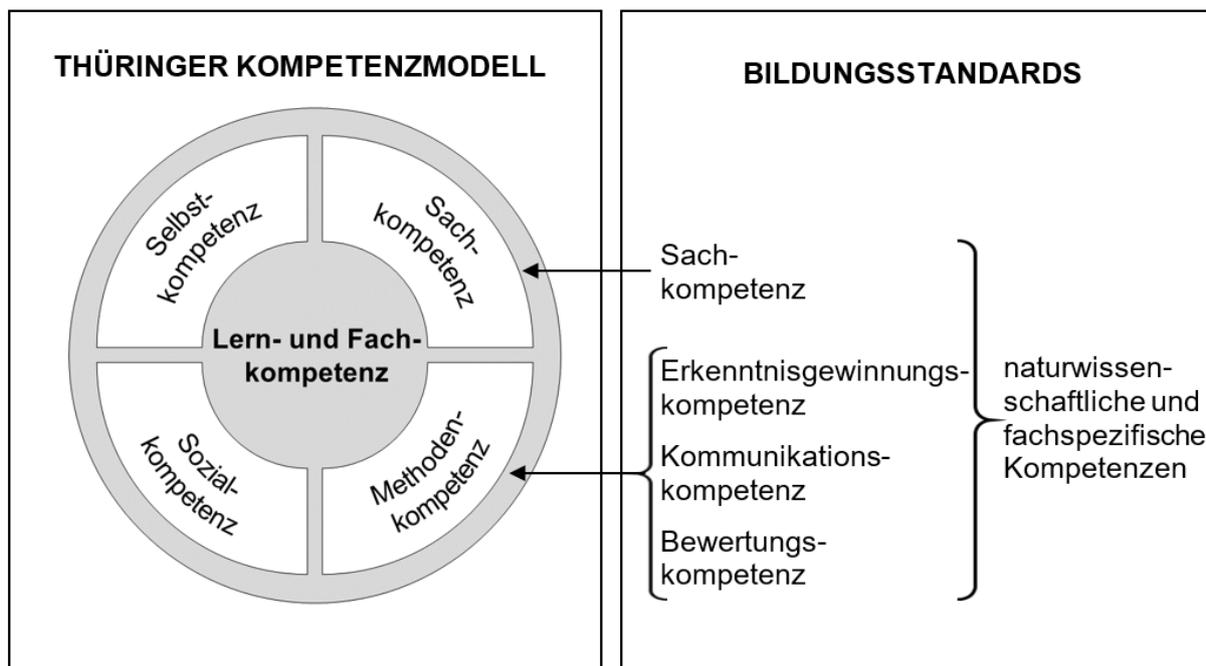
Dem Lehrplan liegt das Thüringer Kompetenzmodell zugrunde. Sach- und Methodenkompetenz werden maßgeblich von naturwissenschaftlichen bzw. fachspezifischen Kompetenzen geprägt.

Diese orientieren sich an den Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss<sup>2</sup> und an den Bildungsstandards für die allgemeine Hochschulreife<sup>3</sup>. Die naturwissenschaftlichen bzw. fachspezifischen Kompetenzen werden als Sach-, Erkenntnis-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz abgebildet und prägen die Fachkompetenz. Die Anforderungen der Bildungsstandards tragen dazu bei, die Vergleichbarkeit von Abschlüssen und die Durchlässigkeit von Bildungswegen sicherzustellen.

Die Fachkompetenz leistet einen wesentlichen Beitrag zur naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung.

In diesem Lehrplan werden die in den Bildungsstandards ausgewiesenen naturwissenschaftlichen bzw. fachspezifischen Anforderungen der Sach- und Methodenkompetenz des Thüringer Kompetenzmodells zugeordnet.

Da Kompetenzen einander bedingen, sich gegenseitig durchdringen bzw. ergänzen, wirken sich die naturwissenschaftlichen bzw. fachspezifischen Kompetenzen auch auf die Entwicklung von Selbst- und Sozialkompetenz aus.



<sup>2</sup> Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Chemie (MSA). Kultusministerkonferenz 2024

<sup>3</sup> Bildungsstandards im Fach Biologie für die allgemeine Hochschulreife. Kultusministerkonferenz 2020

## Sachkompetenz

**Sachkompetenz** zeigt sich in der Befähigung, Aufgaben bzw. Probleme mithilfe fachlicher Kenntnisse und Fertigkeiten zielorientiert, sachgerecht und selbstständig zu lösen sowie Ergebnisse zu beurteilen. Sachkompetenz umfasst Fachinhalte sowie naturwissenschaftliche bzw. fachspezifische Konzepte, Prinzipien, Theorien, Gesetzmäßigkeiten, Verfahren und Modelle wie auch die Fähigkeit, diese für die Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu nutzen.

Vielfalt und Komplexität der **Fachinhalte** werden durch das Verständnis von zugrunde liegenden naturwissenschaftlichen Prinzipien fassbarer. Sie sind eine wichtige Voraussetzung, um Gemeinsamkeiten und Regelmäßigkeiten zu erkennen, Fachwissen zu strukturieren, anzuwenden und neue Fachinhalte zu erschließen.

Naturwissenschaftliche Prinzipien werden in **Basiskonzepten** abgebildet:

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

## Naturwissenschaftlich bzw. fachspezifisch geprägte Methodenkompetenz

**Erkenntnisgewinnungskompetenz** umfasst die Anwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen, mit deren Hilfe Erkenntnisprozesse nachvollzogen bzw. gestaltet sowie Möglichkeiten und Grenzen von Erkenntnisprozessen reflektiert werden können, z. B.

- kriteriengeleitetes Analysieren und Beschreiben, Vergleichen, Begründen und Erklären, Ordnen, Klassifizieren und Definieren von Fachbegriffen,
- Anwenden der experimentellen Methode (Formulieren von Fragen und Aufstellen von Hypothesen, Planen und Durchführen von Beobachtungen, Untersuchungen und Experimenten, Interpretieren von Daten, Überprüfen der Hypothesen bzw. Beantworten der Fragen),
- Entwickeln und Anwenden von Modellen.

**Kommunikationskompetenz** umfasst die Fähigkeit, die Fachsprache, fachtypische Darstellungen und Argumentationsstrukturen zu nutzen, um fachbezogene Informationen

- zu erschließen und aufzubereiten,
- adressaten- und situationsgerecht darzustellen,
- mit anderen zu kommunizieren.

Integraler Bestandteil sind Kompetenzen des fachlichen Umgangs mit digitalen Medien und Werkzeugen<sup>6</sup>.

**Bewertungskompetenz** umfasst

- die Beurteilung chemierelevanter Sachverhalte und Informationen (Sachverhalte analysieren, fachliche Informationen bzw. Daten recherchieren, Quellen hinsichtlich Herkunft und Vertrauenswürdigkeit prüfen, ein Sachurteil fällen),
- die Meinungsbildung unter Einbeziehung des Sachurteils und unter Beachtung von Werten, Normen bzw. Interessen (geeignete fachliche sowie überfachliche Bewertungskriterien, z. B. ökonomische, soziale, ökologische, politische Aspekte festlegen, Handlungsoptionen gegeneinander abwägen, Entscheidungen treffen),
- das Reflektieren von Entscheidungsprozessen und Folgen.

---

<sup>6</sup> Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz 2016 sowie Lehren und Lernen in der digitalen Welt - die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“. Kultusministerkonferenz 2021

### 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 wird bilingualer Sachfachunterricht für alle Lernenden 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 von den Lernenden bei der Bearbeitung von Sachfachgegenständen in der Fremdsprache erworbenen Kompetenzen beschrieben. Diese sind schulintern für die jeweils gewählten Sachfachinhalte zu konkretisieren.

#### **Sachkompetenz**

Die Lernenden können

- ausgewählte Gegenstände eines Sachfaches/mehrerer Sachfächer unter Beachtung der fachlichen und methodischen Spezifik bearbeiten
- durch unterschiedliche Medien präsentierte, didaktisierte, adaptierte und/oder authentische fremdsprachige Texte rezipieren
- den Inhalt dieser Texte global, selektiv oder detailliert erfassen und aufgabengemäß darstellen und verarbeiten
- verschiedene Textsorten, z. B. Protokolle, Flussdiagramme, Formeln, im Rezeptions- bzw. Produktionsprozess nutzen
- 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
- Texte sprachmittelnd in der deutschen, punktuell in der Fremdsprache unter Nutzung vielfältiger Hilfsmittel produzieren

## **Methodenkompetenz**

Die Lernenden können

- 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
- Hilfsmittel, Medien, Quellen und Präsentationstechniken nutzen

## **Selbst- und Sozialkompetenz**

Die Lernenden können

- 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
- ihren Kompetenzerwerb einschätzen

## 2 Kompetenzerwerb in den Klassenstufen 7 – 10

Die bis zum Abschluss der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe zu entwickelnde Fachkompetenz (→ vgl. Gliederungspunkt 1.2) orientiert sich an den Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss<sup>2</sup>. Die Anforderungen der Bildungsstandards sind beim Erwerb von Fachkompetenz generell zu beachten.

### Sachkompetenz

<b>S 0 Beschreiben chemischer Sachverhalte</b>
Die Lernenden können
S 0 einen chemischen Sachverhalt sowohl auf makroskopischer und submikroskopischer Ebene als auch auf der Ebene der Repräsentationen beschreiben

<b>S 1 Die makroskopische Ebene</b>
Die Lernenden können
S 1.1 zwischen Reinstoffen und Stoffgemischen sowie Elementen und Verbindungen unterscheiden
S 1.2 Ordnungssysteme für Stoffe nennen und nutzen
S 1.3 Stoffeigenschaften nutzen, um Stoffe zu klassifizieren oder zu identifizieren
S 1.4 den Zusammenhang von äußeren Bedingungen und Stoffeigenschaften beschreiben
S 1.5 chemische Reaktionen als Einheit von Stoff- und Energieumwandlungen beschreiben
S 1.6 die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben
S 1.7 Möglichkeiten der Beeinflussung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen beschreiben
S 1.8 verschiedene Energieformen unterscheiden

<b>S 2 Die submikroskopische Ebene</b>
Die Lernenden können
S 2.1 modellhaft den submikroskopischen Bau ausgewählter Reinstoffe und Stoffgemische beschreiben
S 2.2 Atome, Ionen und Moleküle unterscheiden
S 2.3 den Bau von Atomen mithilfe eines differenzierten Atommodells beschreiben
S 2.4 Bindungstypen unterscheiden und erklären
S 2.5 räumliche Strukturen von Teilchen auf Basis eines Bindungsmodells beschreiben
S 2.6 Wechselwirkungen zwischen Teilchen erklären
S 2.7 makroskopische Eigenschaften von Stoffen auf submikroskopischer Ebene begründen
S 2.8 Donator-Akzeptor-Vorgänge auf submikroskopischer Ebene beschreiben
S 2.9 Stoffumwandlungen hinsichtlich des Umbaus chemischer Bindungen deuten

<sup>2</sup> Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Chemie (MSA). Kultusministerkonferenz 2024

### S 3 Die Ebene der Repräsentation

Die Lernenden können

- S 3.1 Bedeutungen und Aussagen chemischer Symbole und Formeln nennen und zur Beschreibung chemischer Sachverhalte nutzen
- S 3.2 chemische Reaktionen stöchiometrisch korrekt unter Verwendung der Formelsprache beschreiben und Reaktionsgleichungen aufstellen
- S 3.3 den energetischen Verlauf chemischer Reaktionen beschreiben

Naturwissenschaftliche Prinzipien werden in Basiskonzepten (→ vgl. Gliederungspunkt 1.2) abgebildet. In den Jahrgangs- bzw. Doppeljahrgangsstufen 7/8, 9 und 10 sind die Basiskonzepte unter Beachtung der nachfolgend ausgewiesenen Aspekte an geeigneten Inhalten systematisch zu betrachten:

#### Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

Die Art, Anordnung und Wechselwirkung der Teilchen bestimmen die Struktur und die Eigenschaften eines Stoffes und können daher durch ein Basiskonzept inhaltlich kohärent beschrieben werden. Dabei werden Phänomene auf der makroskopischen Ebene und deren Deutung auf der submikroskopischen Ebene konsequent unterschieden.

In diesem Basiskonzept werden vor allem folgende Aspekte betrachtet:

- Stoffeigenschaften
- Klassifizierung von Stoffen
- Verwendungsmöglichkeiten
- Atombau
- chemische Bindung
- Wechselwirkungen von Teilchen

#### Konzept der chemischen Reaktion

Chemische Reaktionen spielen in der Chemie eine zentrale Rolle.

In diesem Basiskonzept werden vor allem folgende Aspekte betrachtet:

- Kennzeichen chemischer Reaktionen
- Beeinflussung chemischer Reaktionen
- Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen
- Donator-Akzeptor-Vorgänge

#### Energiekonzept

Energetische Betrachtungen spielen eine wichtige Rolle zur Beschreibung von Teilchen- und Stoffumwandlungen.

In diesem Basiskonzept werden vor allem folgende Aspekte betrachtet:

- Energieformen und -umwandlung
- endotherme und exotherme Reaktionen
- Wirkung von Katalysatoren

## Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methodenkompetenz

### Erkenntnisgewinnungskompetenz

<b>E 1 Erkenntnisse mithilfe von Experimenten gewinnen</b>
Die Lernenden können
E 1.1 Fragestellungen und Hypothesen erkennen und entwickeln, die mithilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten bzw. zu prüfen sind
E 1.2 Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen planen und diese fachgerecht durchführen
E 1.3 eigene und fremde Untersuchungen, qualitative und quantitative Experimente mit Blick auf die zu klärende Fragestellung nachvollziehen
E 1.4 in Untersuchungen und insbesondere in chemischen Experimenten, relevante Daten, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, erheben
E 1.5 in erhobenen oder recherchierten Daten Trends, Strukturen und Zusammenhänge erfassen, diese erklären und geeignete Schlussfolgerungen, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, ziehen

<b>E 2: Modelle im Rahmen der Erkenntnisgewinnung nutzen</b>
Die Lernenden können
E 2.1 zwischen Sach- und Denkmodellen unterscheiden
E 2.2 Modelle und Modellexperimente als notwendige Hilfsmittel zur Erklärung und Vorhersage von Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene erkennen
E 2.3 den submikroskopischen Aufbau der Materie mithilfe von Struktur- und Bindungsmodellen beschreiben
E 2.4 mathematische Modelle zur Beschreibung chemischer Sachverhalte anwenden
E 2.5 Modelle zur Erklärung chemischer Sachverhalte auswählen
E 2.6 Aussagen und Passung von Modellen diskutieren

<b>E 3: über Erkenntnisgewinnung reflektieren</b>
Die Lernenden können
E 3.1 deduktive und induktive Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung unterscheiden
E 3.2 das Denken in Modellen und das Experimentieren als zentrale Methoden der Erkenntnisgewinnung in der Chemie erfassen
E 3.3 Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Chemie, Physik und Biologie benennen
E 3.4 den wechselseitigen Einfluss von gesellschaftlich-sozialen Rahmenbedingungen und wissenschaftlichem Arbeiten exemplarisch beschreiben
E 3.5 zur Erkenntnis gelangen, dass sich naturwissenschaftliche Aussagen auf Basis neuer Informationen ändern können

## Kommunikationskompetenz

<b>K 1: Informationen erschließen</b>
Die Lernenden können
K 1.1 zu chemischen Sachverhalten in unterschiedlichen, auch digitalen, Quellen recherchieren
K 1.2 Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit prüfen
K 1.3 relevante Informationen mit Blick auf die Fragestellung auswählen

<b>K 2: Informationen aufbereiten</b>
Die Lernenden können
K 2.1 Zusammenhänge zwischen Alltagsphänomenen und chemischen Sachverhalten herstellen
K 2.2 auswählen, auf welche Weise fachliche Inhalte sach-, adressaten- und situationsgerecht weitergegeben werden
K 2.3 Alltags-, Fach- und Formelsprache, Modelle und/oder andere Repräsentationen, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, ineinander überführen
K 2.4 die Formelsprache als ein Werkzeug der Verknüpfung zwischen makroskopischer und submikroskopischer Ebene nutzen

<b>K 3: Dokumentieren und Argumentieren</b>
Die Lernenden können
K 3.1 den Verlauf und die Ergebnisse ihrer fachlichen Arbeit, Überlegung oder Recherche adressatenbezogen, auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, dokumentieren und präsentieren
K 3.2 chemische Sachverhalte beschreiben, veranschaulichen und strukturiert erklären
K 3.3 fachlich folgerichtig argumentieren
K 3.4 ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten fachlich begründet vertreten und Einwände reflektieren
K 3.5 die Urheberschaft beachten, verwendete Quellen belegen und Zitate kennzeichnen

## Bewertungskompetenz

<b>B 1: Sachverhalte und Informationen kriteriengeleitet beurteilen</b>
Die Lernenden können
B 1.1 zur Bewertung von Sachverhalten und Informationen unterschiedliche Kriterien (z. B. naturwissenschaftlich, ökonomisch, normativ, sozial) unterscheiden
B 1.2 zur Bewertung von Sachverhalten und Informationen naturwissenschaftliche Kriterien nutzen und diese zu anderen Kriterien in Beziehung setzen
B 1.3 Aspekte gesellschaftsrelevanter Fragen und Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten

<b>B 2: Meinungen bilden und Entscheidungen treffen</b>
Die Lernenden können
B 2.1 naturwissenschaftliche Kriterien zur Entwicklung von Handlungsoptionen nutzen, diese zu anderen Kriterien in Beziehung setzen und abwägen
B 2.2 begründete Entscheidungen unter Berücksichtigung fachlicher Kriterien treffen
B 2.3 auf der Grundlage von Informationen zu Gefahren und zur Sicherheit beim Umgang mit Chemikalien und Geräten angemessene Maßnahmen ableiten
B 2.4 die Bedeutung chemischer Kenntnisse für Anwendungsbereiche und Berufsfelder bewerten

<b>B 3: Entscheidungsprozesse und deren Folgen reflektieren</b>
---

Die Lernenden können
----------------------

B 3.1 zur Reflexion von Entscheidungen naturwissenschaftliche Kriterien nutzen und diese zu anderen Kriterien in Beziehung setzen
---

B 3.2 Entscheidungen in Hinblick auf Handlungsresultate analysieren
---

Der Erwerb der Kompetenzen erfolgt an konkreten Inhalten. Die verbindlich vorgegebenen inhaltlichen Aspekte beziehen sich auf folgende Schwerpunkte und werden im Lehrplan präzisiert:

- Aufbau und Eigenschaften von Stoffen und Teilchen
- Chemische Reaktion
- Energie

## **2.1 Klassenstufen 7/8**

### **Lernvoraussetzungen aus dem Fach Mensch-Natur-Technik (MNT)<sup>9</sup>**

Die Lernenden können an geeigneten Beispielen unter Anleitung
---

- Reinstoffe und Stoffgemische unterscheiden
--

- ausgewählte Reinstoffe und ihre typischen Eigenschaften nennen
--

- Aggregatzustände mithilfe des Kugelteilchenmodells beschreiben, den Zusammenhang zwischen Temperatur und Teilchenbewegung erläutern
---

- Verbrennungen als Beispiel für Stoffumwandlung unter Freisetzung von Energie beschreiben und Stoffe als Energieträger kennzeichnen
--

- ausgewählte chemische Sachverhalte beschreiben, vergleichen, ordnen, erläutern, begründen, bewerten
---

- den Zusammenhang von Stoffeigenschaften und dem Trennen von Stoffgemischen (Dekantieren, Eindampfen und Filtrieren) erläutern
---

- Experimente angeleitet durchführen und auswerten sowie die dazu erforderlichen Geräte benennen und sachgerecht handhaben
--

---

<sup>9</sup> Thüringer Lehrplan Mensch-Natur-Technik für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife; Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport 2015

Nachfolgend ausgewiesene Kompetenzen sind bis Abschluss der Klassenstufe 8 zu entwickeln. Dabei ist die unter 2 beschriebene Fachkompetenz zu berücksichtigen.

## 2.1.1 Sach- und Methodenkompetenz

### 2.1.1.1 Chemie – eine Naturwissenschaft

<b>Stoffe und Stoffumwandlungen</b>
Die Lernenden können
– die Chemie als Naturwissenschaft kennzeichnen
– die Bedeutung der Chemie für verschiedene Lebensbereiche erläutern
– ausgewählte Stoffe anhand ihrer Eigenschaften charakterisieren und erkennen
– das Gefahrenpotenzial von Stoffen anhand der Kennzeichnung einschätzen und die Sicherheitsbestimmungen entsprechend der Arbeitsanweisung einhalten
– chemische Reaktionen und physikalische Vorgänge anhand der Stoffumwandlung unterscheiden
– den energetischen Verlauf bei chemischen Reaktionen beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieformen (chemische, elektrische, thermische Energie und Strahlungsenergie) und deren Umwandlungen</li> <li>• Energieschemata für exotherme und endotherme Reaktionen</li> <li>• Aktivierungsenergie</li> </ul>
– Stoff- und Energieumwandlung als Merkmal der chemischen Reaktion kennzeichnen
– die Wirkung eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie beschreiben und im Energieschema darstellen
– Wortgleichungen für chemische Reaktionen formulieren (Bestimmen von Ausgangsstoffen und Reaktionsprodukten, Bedeutung des Reaktionspfeils)
<b>Das Experiment als Methode zur Erkenntnisgewinnung</b>
Die Lernenden können
– die Bedeutung des Experiments erläutern
– ein Versuchsprotokoll erstellen
– Geräte benennen sowie Bau und Funktionsweise eines Brenners beschreiben
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Energieumwandlungen bei chemischen Reaktionen unter Anleitung planen, durchführen und auswerten</li> <li>• Geräte sicher handhaben und den Brenner unter Beachtung der Sicherheitsregeln nutzen</li> </ul>

### 2.1.1.2 Atombau – Periodensystem der Elemente (PSE)

Die Lernenden können
– den Atombau anhand folgender Modelle beschreiben und die Bedeutung von Modellen erläutern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kugelteilchenmodell</li> <li>• Kern-Hülle-Modell</li> <li>• Schalenmodell</li> </ul>
– den Aufbau eines Atoms aus Protonen, Neutronen und Elektronen beschreiben
– den Begriff chemisches Element definieren und das Elementsymbol als Kurzschreibweise verwenden

<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Stoffmenge <math>n</math> und die molare Masse <math>M</math> definieren sowie Berechnungen durchführen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• molare Massen unter Verwendung des PSE</li> <li>• Masse, molare Masse und Stoffmenge für Elemente und Verbindungen</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Ordnungsprinzipien des PSE beschreiben</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung des Elements im PSE erläutern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordnungszahl</li> <li>• Periodennummer</li> <li>• Hauptgruppennummer</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- für die ersten 20 Elemente des PSE die Besetzung der Schalen im Energieniveauschema darstellen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Elektronen der äußersten Schale als Valenzelektronen benennen und die LEWIS-Formeln der Atome von Hauptgruppenelementen angeben</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Elemente aufgrund ihrer Stellung im PSE den Metallen und Nichtmetallen zuordnen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Begriffe Ion (Anion, Kation) und Molekül definieren und die Bildung der Ionen mit der Oktettregel erklären</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Aussagen chemischer Symbole und Formeln angeben</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die chemische Zeichensprache als international einheitliche Schreibweise kennzeichnen</li> </ul>

### 2.1.1.3 Molekülsubstanzen

<b>Sauerstoff</b>
Die Lernenden können
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Anteil von Sauerstoff im Stoffgemisch Luft angeben</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten von Sauerstoff nennen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Sauerstoff-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekülformel</li> <li>• Elektronenpaarbindung</li> <li>• Anwenden der Oktettregel</li> <li>• Valenzstrichformel</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Verbrennung als chemische Reaktion mit Sauerstoff (Oxidation) kennzeichnen und das Reaktionsprodukt als Oxid bezeichnen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Glimmspanprobe als Nachweis für Sauerstoff beschreiben</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Begriff chemische Verbindung definieren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Namen ausgewählter Metalloxide und Nichtmetalloxide aus den Formeln ableiten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionsgleichungen (Wort- und Formelgleichungen) für Oxidationsreaktionen formulieren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bedingungen für das Entstehen eines Feuers nennen sowie Maßnahmen des Brandschutzes und der Brandbekämpfung ableiten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauerstoff durch die Glimmspanprobe nachweisen</li> <li>• Eisen verbrennen</li> </ul> </li> </ul>
<b>Wasserstoff</b>
Die Lernenden können
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Bau des Wasserstoff-Moleküls beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekülformel</li> <li>• Elektronenpaarbindung</li> <li>• Valenzstrichformel</li> </ul> </li> </ul>

- Eigenschaften von Wasserstoff nennen
- den Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Verwendungen des Wasserstoffs erläutern
- Wasserstoff-Luft-Gemische als Knallgas benennen und die Knallgasprobe beschreiben
- die Oxidation von Wasserstoff unter Verwendung des Kugelteilchenmodells als chemische Reaktion darstellen, die Teilchenänderung beschreiben und als Merkmal der chemischen Reaktion kennzeichnen
- Wasserstoff als Energieträger beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieabgabe bei der Oxidation von Wasserstoff</li> <li>• Zersetzung des Wassers als Umkehrreaktion zur Synthese von Wasser aus den Elementen (Wort- und Formelgleichung)</li> <li>• Wasserstofftechnologie, Bedeutung eines Katalysators</li> </ul>
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstoff herstellen</li> <li>• Wasserstoff pneumatisch auffangen</li> <li>• Wasserstoff durch die Knallgasprobe nachweisen</li> </ul>
<b>Wasser</b>
Die Lernenden können
- Wasser als Reinstoff charakterisieren und vom umgangssprachlich genutzten Begriff Wasser (z. B. Trinkwasser, Mineralwasser) abgrenzen
- das Wasser-Molekül als Dipolmolekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valenzstrichformel</li> <li>• polare Elektronenpaarbindung</li> <li>• Differenz der Elektronegativitätswerte <math>\Delta EN</math></li> <li>• Kennzeichnung der Partialladungen (<math>\delta+</math>, <math>\delta-</math>)</li> </ul>
- die polare und die unpolare Elektronenpaarbindung unterscheiden
- Wasserstoffbrücken als zwischenmolekulare Wechselwirkung beschreiben
- aus der Struktur des Wasser-Moleküls Eigenschaften des Wassers ableiten
- den nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser (z. B. im Haushalt) bewerten
➤ Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löseverhalten verschiedener Stoffe in Wasser (z. B. Emulsion, Suspension, Lösung) vergleichen</li> </ul>
<b>Systematisierung</b>
Die Lernenden können
- die Begriffe Stoff, Reinstoff (chemisches Element, chemische Verbindung) und Stoffgemisch (Emulsion, Suspension, Lösung, Nebel, Rauch) definieren, in einem Begriffssystem ordnen und Beispiele nennen
- Molekülsubstanzen als Stoffgruppe kennzeichnen
- die Bildung von Molekülen als Möglichkeit zur Erreichung einer stabilen Außenschale (Oktettregel) beschreiben
- Aussagen von Formeln und Symbolen auf Teilchen- und Stoffebene unterscheiden

## 2.1.1.4 Metalle

<b>Metalle</b>
Die Lernenden können
– Metalle als Reinstoffe und Legierungen als Stoffgemische kennzeichnen
– den Bau der Metalle (Metall-Ionen, Elektronengas) und die Metallbindung beschreiben
– Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften sowie zwischen Eigenschaften und Verwendung von Metallen und Legierungen erläutern
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte Eigenschaften von Metallen (elektrische Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Verformbarkeit) untersuchen</li> </ul>
<b>Metalloxe als Ionensubstanzen</b>
Die Lernenden können
– die Oxidation von Metallen als chemische Reaktion mit Sauerstoff charakterisieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindungsänderung als Merkmal einer chemischen Reaktion</li> <li>• Wort- und Formelgleichungen</li> </ul>
– die Ionenbildung am Beispiel von Magnesiumoxid beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Oktettregel</li> <li>• Elektronenabgabe bzw. -aufnahme</li> <li>• Ladungsbestimmung anhand der Protonen- und Elektronenzahl</li> </ul>
– den Begriff Ionenbindung definieren
– Formeln für Metalloxe aufstellen
– Aussagen von Formeln und Symbolen auf Teilchen- und Stoffebene unterscheiden
– das Gesetz von der Erhaltung der Masse auf chemische Reaktionen anwenden
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Metall oxidieren</li> </ul>
<b>Herstellung der Metalle</b>
Die Lernenden können
– die Reduktion von Metalloxiden als chemische Reaktion unter Sauerstoffabgabe charakterisieren
– die Redoxreaktion als Sauerstoffübertragung am Beispiel der Metallgewinnung aus Metalloxiden beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wort- und Formelgleichungen</li> <li>• Kennzeichnung von Oxidation und Reduktion als Teilreaktion</li> <li>• Donator-Akzeptor-Vorgänge</li> </ul>
– die Herstellung von Roheisen im Hochofen beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wort- und Formelgleichung für den Gesamtprozess</li> <li>• Gegenstromprinzip, kontinuierliche Prozessführung</li> <li>• Energiebedarf</li> <li>• Umweltaspekte</li> </ul>
– Bedingungen für Korrosion nennen
– Maßnahmen des Korrosionsschutzes von Eisen ableiten und die Bedeutung des Korrosionsschutzes erläutern
– Stahl als Veredelungsprodukt von Roheisen beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altmetalle als Wertstoffressource zur Stahlherstellung</li> <li>• Verwendung von Stahl</li> </ul>
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Metalloxid mit Kohlenstoff reduzieren</li> </ul>

### 2.1.1.5 Säuren und saure Lösungen

Die Lernenden können
– Formeln und Namen ausgewählter Säuren sowie deren Säurerest-Ionen ( $\text{Cl}^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ ) nennen
– Säuren und saure Lösungen unterscheiden: <ul style="list-style-type: none"><li>• Säuren als Molekülsubstanzen</li><li>• Dissoziation in wässriger Lösung zu Wasserstoff-Ionen und Säurerest-Ionen (ARRHENIUS)</li><li>• Dissoziationsgleichungen</li><li>• Verhaltensregeln beim Umgang</li></ul>
– Eigenschaften saurer Lösungen nennen: <ul style="list-style-type: none"><li>• charakteristische Färbung von Indikatoren (pH-Wert &lt; 7)</li><li>• ätzende Wirkung</li><li>• elektrische Leitfähigkeit</li><li>• Reaktion mit unedlen Metallen und Carbonaten</li></ul>
– die Bildung saurer Lösungen aus Nichtmetallen sowie aus Nichtmetalloxiden beschreiben und Wort- und Formelgleichungen formulieren
– die Verwendung von sauren Lösungen an Beispielen erläutern
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"><li>• Schweflige Säure ausgehend von Schwefel herstellen und mit Indikator untersuchen</li><li>• die elektrische Leitfähigkeit von sauren Lösungen prüfen</li></ul>

### 2.1.1.6 Basen und basische Lösungen

Die Lernenden können
– die Namen ausgewählter Metallhydroxide nennen und Formeln aufstellen
– Basen und basische Lösungen unterscheiden: <ul style="list-style-type: none"><li>• Metallhydroxide als Ionensubstanzen</li><li>• Dissoziation in wässriger Lösung zu Hydroxid-Ionen und Metall-Kationen (ARRHENIUS)</li><li>• Dissoziationsgleichungen</li><li>• Verhaltensregeln beim Umgang</li></ul>
– Eigenschaften basischer Lösungen nennen: <ul style="list-style-type: none"><li>• charakteristische Färbung von Indikatoren (pH-Wert &gt; 7)</li><li>• ätzende Wirkung</li><li>• elektrische Leitfähigkeit</li></ul>
– die Bildung basischer Lösungen aus Metallen sowie aus Metalloxiden beschreiben und Wort- und Formelgleichungen formulieren
– die Verwendung von Basen und basischen Lösungen an Beispielen erläutern
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"><li>• Calciumhydroxid-Lösung ausgehend von Calcium herstellen und mit Indikator untersuchen</li></ul>

### 2.1.1.7 Neutralisation

Die Lernenden können
- den Begriff Neutralisation definieren: <ul style="list-style-type: none"><li>• Reaktion von sauren und basischen Lösungen</li><li>• Reaktion von Wasserstoff- und Hydroxid-Ionen</li></ul>
- Neutralisationen als Wort- und Ionengleichung formulieren
- die Bedeutung der Neutralisation an ausgewählten Beispielen erläutern
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"><li>• eine Neutralisation mit Farbindikator durchführen</li></ul>

### 2.1.1.8 Salze

Die Lernenden können
- Formeln für Salze unter Berücksichtigung der Ionenladungen aufstellen
- Vorkommen und Verwendung ausgewählter Salze nennen
- den Bau des Ionengitters beschreiben
- den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften (Verformbarkeit, elektrische Leitfähigkeit, Schmelztemperatur) erläutern
- das Lösen von Salzen als chemische Reaktion kennzeichnen (Hydratation)
- die Bildung von Salzen beschreiben und Wort- und Formelgleichungen formulieren
- Fällungsreaktionen als Nachweisreaktionen von Ionen ( $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ ) beschreiben
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"><li>• die elektrische Leitfähigkeit von Salzkristallen und Salzlösungen untersuchen</li><li>• <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math> durch Fällungsreaktionen nachweisen</li></ul>

### 2.1.1.9 Systematisierung

Die Lernenden können
- Teilchenarten vergleichen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Atom</li><li>• Molekül</li><li>• Ion</li></ul>
- Bindungsarten vergleichen: <ul style="list-style-type: none"><li>• unpolare und polare Elektronenpaarbindung</li><li>• Metallbindung</li><li>• Ionenbindung</li></ul>
- Stoffgruppen vergleichen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Metalle</li><li>• Molekülsubstanzen</li><li>• Ionensubstanzen</li></ul>
- Merkmale chemischer Reaktionen an Beispielen erläutern: <ul style="list-style-type: none"><li>• Stoff- und Energieumwandlung</li><li>• Teilchenänderung und Umbau chemischer Bindungen</li></ul>

## 2.1.2 Selbst- und Sozialkompetenz

Die Entwicklung der nachfolgend ausgewiesenen Selbst- und Sozialkompetenz erfolgt in geeigneten Lernsituationen:

Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- individuell und in kooperativen Lernformen arbeiten und in diesem Kontext               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernziele formulieren und ihre Lernergebnisse einschätzen</li> <li>• Verhaltensregeln festlegen bzw. einhalten und das Verhalten reflektieren</li> <li>• Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen</li> <li>• zielstrebig lernen</li> <li>• Hilfe annehmen und geben</li> </ul> </li> </ul>	
- mit Erfolgen und Misserfolgen angemessen umgehen	
- mit Konflikten angemessen umgehen	
- ihre Meinung begründet einbringen und sich für andere Meinungen offen zeigen	
- sachgerecht kommunizieren	
- respektvoll mit anderen Personen umgehen	

Die Entwicklung der nachfolgend ausgewiesenen Selbst- und Sozialkompetenz erfolgt anhand geeigneter fachlicher Kontexte:

Die Lernenden können	
- Fachwissen angemessen anwenden, um	Kontexte, z. B.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sich einen eigenen Standpunkt zu bilden und diesen begründet zu vertreten</li> <li>• verantwortungsvoll zu entscheiden bzw. zu handeln</li> </ul>	Brandbekämpfung, Wasserstoff-technologie, Korrosionsschutz, saure und basische Lösungen im Haushalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Chemie als empirische Wissenschaft zu verstehen und die Vorläufigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse anzuerkennen</li> </ul>	Überprüfen von Hypothesen anhand von Daten aus Experimenten Weiterentwicklung des PSE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ein naturwissenschaftlich geprägtes Weltbild zu entwickeln</li> </ul>	Bedeutung von Modellen (z. B. Atommodelle), Verständnis von Zusammenhängen (Periodensystem der Elemente) Gewinnung von Daten aus Experimenten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pseudowissenschaftliche Darstellungen und Falschinformationen zu erkennen</li> </ul>	irreführende Produktbeschreibungen in Werbung und sozialen Medien (z. B. „pH-neutral“, „ohne Chemie“), fehlerhafte Verwendung der Fachsprache im Alltag (z. B. „natriumarmes Mineralwasser“)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Gefahrstoffen sachgemäß umzugehen</li> </ul>	Einschätzung des Gefahrenpotenzials von Stoffen anhand der Kennzeichnung, z. B. Lagerung und Gebrauch von Haushaltschemikalien

## 2.2 Klassenstufen 9/10

Nachfolgend ausgewiesene Kompetenzen sind bis Abschluss der Klassenstufe 10 zu entwickeln. Dabei ist die unter 2 beschriebene Fachkompetenz zu berücksichtigen.

### 2.2.1 Sach- und Methodenkompetenz

#### 2.2.1.1 Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen

<b>Kohlenstoff und Kohlenstoffoxide</b>
Die Lernenden können
– den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung des Kohlenstoffs im PSE erläutern
– Diamant und Graphit als Modifikationen des Kohlenstoffs nennen und an diesen den Zusammenhang zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung erläutern
– das Kohlenstoffdioxid-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"><li>• Valenzstrichformel</li><li>• polare Elektronenpaarbindung</li><li>• kein Dipolmolekül</li></ul>
– Kohlenstoffdioxid und Kohlenstoffmonoxid gegenüberstellen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenschaften</li><li>• Bildung durch vollständige bzw. unvollständige Verbrennung</li></ul>
– die Bedeutung des Kohlenstoffdioxids in der Natur (z. B. Fotosynthese, Treibhausgas) beschreiben
– Maßnahmen zur Reduzierung von Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre nennen
– den Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Calciumhydroxid-Lösung beschreiben
– molares Volumen $V_m$ definieren
– stöchiometrische Masse- und Volumenberechnungen durchführen und Formelgleichungen quantitativ interpretieren
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"><li>• Kohlenstoffdioxid mit Calciumhydroxid-Lösung nachweisen</li></ul>
<b>Kohlenwasserstoffe</b>
Die Lernenden können
– anorganische von organischen Verbindungen abgrenzen
– den Begriff Kohlenwasserstoff definieren
– den Molekülbau der n-Alkane als gesättigte Kohlenwasserstoffe beschreiben: <ul style="list-style-type: none"><li>• C-C-Einfachbindung als Strukturmerkmal</li><li>• Summenformel, Valenzstrichformel und Halbstrukturformel</li></ul>
– die Merkmale der homologen Reihe auf die n-Alkane anwenden: <ul style="list-style-type: none"><li>• übereinstimmende Strukturmerkmale</li><li>• Erweiterung um „CH<sub>2</sub>“-Molekülgruppe</li><li>• allgemeine Summenformel</li></ul>
– van-der-Waals-Kräfte als zwischenmolekulare Wechselwirkungen beschreiben

<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften der n-Alkane erläutern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche Siedetemperaturen</li> <li>• ähnliche chemische Eigenschaften</li> <li>• Löslichkeit in unpolaren und polaren Lösemitteln (hydrophil, hydrophob, lipophil, lipophob)</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang von Eigenschaften und Verwendung ausgewählter n-Alkane erläutern (z. B. Methan – Erdgas, Propan und Butan – Flüssiggas, Octan – Benzin, Decan – Diesel, Octadecan – Kerzenparaffin)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- n-Alkane bis n-Decan und verzweigte Alkane benennen und dabei die Nomenklatur-Regeln nach IUPAC anwenden</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Begriff Isomer definieren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionen der Alkane beschreiben und Reaktionsgleichungen formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• vollständige und unvollständige Verbrennung</li> <li>• Substitution</li> <li>• Eliminierung</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Molekülbau von Ethen und Ethin als Vertreter ungesättigter Kohlenwasserstoffe beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• C-C-Doppelbindung bzw. C-C-Dreifachbindung als funktionelle Gruppe</li> <li>• Valenzstrichformel und Halbstrukturformel</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionen der Alkene und Alkine beschreiben und Reaktionsgleichungen formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennung</li> <li>• Addition</li> <li>• Polymerisation</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwendung und Recycling von Polymerisaten (z. B. Polyethylen PE und Polypropylen PP) erläutern</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennbarkeit und Löslichkeit ausgewählter Alkane untersuchen</li> <li>• die C-C-Mehrfachbindung mit Bromwasser nachweisen</li> </ul> </li> </ul>

**Bis Abschluss der Klassenstufe 10** ist nachfolgend ausgewiesene Sach- und Methodenkompetenz zu entwickeln. Dabei ist die unter 2 beschriebene Fachkompetenz zu berücksichtigen.

<b>Alkohole und Carbonsäuren</b>
Die Lernenden können
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Herstellung von Ethanol beschreiben und Reaktionsgleichungen formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• durch Addition</li> <li>• durch alkoholische Gärung</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Ethanol-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valenzstrichformel</li> <li>• Hydroxygruppe als funktionelle Gruppe</li> <li>• Kennzeichnen von Partialladungen</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- aus der Struktur des Ethanol-Moleküls Eigenschaften von Ethanol (z. B. Löslichkeit in polaren und unpolaren Lösungsmitteln) ableiten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertreter der homologen Reihe der Alkanole und einfache Alkohole benennen sowie die Nomenklatur-Regeln nach IUPAC anwenden</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedeutung und Verwendung von Alkoholen nennen, z. B. Ethanol, Propan-1,2,3-triol (Glycerin), Hexan-1,2,3,4,5,6-hexol (Sorbit)</li> </ul>

- die Herstellung von Ethansäure durch Essigsäuregärung beschreiben und die Reaktionsgleichung formulieren
- das Ethansäure-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valenzstrichformel</li> <li>• Carboxygruppe als funktionelle Gruppe (Acidität)</li> <li>• Kennzeichnen von Partialladungen</li> </ul>
- Ethansäure-Lösung als saure Lösung charakterisieren (pH-Wert, Salzbildungsreaktion)
- Vorkommen, Bedeutung bzw. Verwendung ausgewählter Carbonsäuren recherchieren
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften saurer Lösungen am Beispiel der Ethansäure-Lösung untersuchen (z. B. Reaktionen mit unedlem Metall und mit Calciumcarbonat)</li> </ul>

### 2.2.1.2 Donator-Akzeptor-Prinzip

<b>Ammoniak</b>
Die Lernenden können
- Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Ammoniak nennen
- das Ammoniak-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valenzstrichformel</li> <li>• Kennzeichnen von Partialladungen</li> <li>• Dipolmolekül</li> </ul>
<b>Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED</b>
Die Lernenden können
- Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen beschreiben
- BRØNSTED-Basen als Protonenakzeptoren und BRØNSTED-Säuren als Protonendonatoren kennzeichnen und vom ARRHENIUS-Konzept abgrenzen (Teilchenebene - Stoffebene)
- das Oxonium-Ion ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) als BRØNSTED-Säure und das Hydroxid-Ion ( $\text{OH}^-$ ) als BRØNSTED-Base kennzeichnen
- das Donator-Akzeptor-Prinzip am Beispiel folgender Säure-Base-Reaktionen beschreiben, die Reaktionsgleichungen formulieren, den Protonenübergang kennzeichnen und korrespondierende Säure-Base-Paare angeben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chlorwasserstoff-Moleküle mit Wasser-Molekülen</li> <li>• Ammoniak-Moleküle mit Wasser-Molekülen</li> <li>• Chlorwasserstoff-Moleküle mit Ammoniak-Molekülen</li> </ul>
- den Nachweis der Ammonium-Ionen beschreiben
- den Begriff Ampholyt definieren und das Wasser-Molekül als Ampholyt kennzeichnen
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ammonium-Ionen nachweisen</li> <li>• Bildung und Zerfall von Ammoniumchlorid untersuchen</li> </ul>

<b>Redoxreaktionen</b>
Die Lernenden können
– Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktion beschreiben
– Oxidationsmittel als Elektronenakzeptoren und Reduktionsmittel als Elektronendonatoren kennzeichnen
– Oxidationszahlen (römische Zahlzeichen) definieren und als Hilfsmittel zur Kennzeichnung des Elektronenübergangs nutzen
– das Donator-Akzeptor-Prinzip am Beispiel verschiedener Redoxreaktionen beschreiben und Reaktionsgleichungen formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung der Teilreaktionen und des Elektronenübergangs</li> <li>• Angabe korrespondierender Redoxpaare</li> <li>• Änderung der Oxidationszahlen</li> </ul>
– Aussagen zum Redoxverhalten der Metalle aus der Redoxreihe (Elektronenaffinität) ableiten
– das grundlegende Prinzip der Galvanischen Zelle am Beispiel des DANIELL-Elements beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• räumliche Trennung der Teilreaktionen</li> <li>• Elektrolyt-Lösungen</li> <li>• geschlossener Stromkreislauf</li> <li>• Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie</li> </ul>
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein DANIELL-Element aufbauen und einen Energiewandler (z. B. LED) anschließen</li> </ul>

### 2.2.1.3 Verlauf chemischer Reaktionen

Die Lernenden können
– Merkmale chemischer Reaktionen an Beispielen beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Energieumwandlung</li> <li>• Teilchenänderung und Umbau chemischer Bindungen</li> </ul>
– das Gesetz von der Erhaltung der Masse auf chemische Reaktionen mit vollständigem Stoffumsatz anwenden und einfache stöchiometrische Berechnungen (Masse und Volumen) durchführen
– die Reaktionsgeschwindigkeit an einem Beispiel beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturabhängigkeit</li> <li>• Konzentrationsabhängigkeit</li> <li>• Zerteilungsgrad der Ausgangsstoffe</li> <li>• Katalyse</li> </ul>
– den Verlauf der Reaktion im Konzentrations-Zeit-Diagramm darstellen
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Modellexperiment zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Konzentration der Ausgangsstoffe und der Zeit (vollständiger Reaktionsumsatz) durchführen</li> </ul>

## 2.2.2 Selbst- und Sozialkompetenz

Die Entwicklung der nachfolgend ausgewiesenen Selbst- und Sozialkompetenz erfolgt in geeigneten Lernsituationen.

Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- individuell und in kooperativen Lernformen arbeiten und in diesem Kontext               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernziele formulieren, Lernprozesse strukturieren, ihre Lernergebnisse einschätzen bzw. Schlussfolgerungen ziehen</li> <li>• Verhaltensregeln festlegen und einhalten sowie ihr Verhalten reflektieren</li> <li>• Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen</li> <li>• zielstrebig lernen</li> <li>• Hilfe annehmen und geben</li> </ul> </li> </ul>	
- mit Erfolgen und Misserfolgen angemessen umgehen ohne sich durch Misserfolge demotivieren bzw. vom Ziel abbringen zu lassen	
- Kompromissbereitschaft zeigen sowie mit Konflikten angemessen umgehen	
- ihre Meinung begründet einbringen, sich für andere Meinungen offen zeigen bzw. sich mit anderen Positionen sachlich auseinandersetzen	
- sach-, situations- und adressatengerecht kommunizieren	
- respektvoll mit anderen Personen umgehen	

Die Entwicklung der nachfolgend ausgewiesenen Selbst- und Sozialkompetenz erfolgt anhand geeigneter fachlicher Kontexte:

Die Lernenden können	
- Fachwissen angemessen anwenden, um	Kontexte, z. B.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen aus Printmedien und digitalen Medien (u. a. Suchmaschinenergebnisse, auch Informationen aus KI-generierten Materialien) vor allem hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit sachkritisch zu prüfen</li> <li>• Sachverhalte zu bewerten</li> <li>• sich einen eigenen Standpunkt zu bilden und diesen begründet zu vertreten</li> <li>• verantwortungsvoll zu entscheiden und zu handeln sowie Entscheidungen und Verhalten kritisch zu reflektieren</li> </ul>	Bedeutung von Kohlenstoffdioxid in der Natur, Herstellung und Recycling von Polymerisaten, Konsum von Kunststoffen, Energieeffizienz durch Katalyse
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Chemie als empirische Wissenschaft zu verstehen und die Vorläufigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse anzuerkennen</li> </ul>	Überprüfen von Hypothesen anhand von Daten aus Experimenten  Weiterentwicklung von Theorien und Modellvorstellungen (z. B. Säure-Base-Theorie nach ARRHENIUS und BRØNSTED)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ein naturwissenschaftlich geprägtes Weltbild zu entwickeln</li> </ul>	Verständnis des Zusammenhangs von Stoff- und Teilchenebene  Verständnis der Energieumwandlung und des Donator-Akzeptor-Konzepts  Gewinnung von Daten aus Experimenten

<ul style="list-style-type: none"> <li>• pseudowissenschaftliche Darstellungen und Falschinformationen zu erkennen</li> </ul>	<p>natürlicher und anthropogen erzeugter Treibhauseffekt, Polymerisate – Verwendung und Recycling (z. B. kompostierbare Bio-Kunststoffe), Angabe von Inhaltsstoffen bei Nahrungsergänzungsmitteln (z. B. „Fluor in Zahnpasta“)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Gefahrstoffen sachgemäß umzugehen</li> </ul>	<p>saure und basische Lösungen, organische Lösungsmittel</p>

### 3 Kompetenzerwerb in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe für Lernende mit Realschulabschluss

Die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe dient der Vorbereitung der Qualifikationsphase. Für Lernende mit Realschulabschluss bildet die Klasse 11S im 12-jährigen Bildungsgang bzw. die Klassenstufe 11 in den 13-jährigen Bildungsgängen die Einführungsphase.

Die linke Tabellenspalte enthält die Fachkompetenz, die Lernende mit dem Realschulabschluss (Klassenstufen 9/10) erworben haben ☞ (Sie ist im Lehrplan für den Erwerb des Realschulabschlusses und im Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife identisch ausgewiesen). Die rechte Tabellenspalte enthält die in der 11S zusätzlich zu erwerbende Fachkompetenz ☛ (Diese ist ausschließlich im Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife ausgewiesen.). Die unter 2.2.2 festgelegte Selbst- und Sozialkompetenz ist zu entwickeln bzw. anzuwenden.

#### Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen

mit dem Realschulabschluss erworbene Fachkompetenz ☞	in der Einführungsphase zusätzlich zu erwerbende Kompetenzen ☛
<b>Kohlenstoff und Kohlenstoffoxide</b>	
Die Lernenden können	
– den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung des Kohlenstoffs im PSE erläutern	
– Diamant und Graphit als Modifikationen des Kohlenstoffs nennen und an diesen den Zusammenhang zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung erläutern	
– den Molekülbau von Kohlenstoffdioxid (polare Atombindungen, aber kein Dipol) beschreiben	
– Kohlenstoffdioxid und Kohlenstoffmonoxid gegenüberstellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften</li> <li>• Bildung durch vollständige bzw. unvollständige Verbrennung</li> </ul>	
– die Bedeutung des Kohlenstoffdioxids in der Natur (z. B. Fotosynthese, Treibhausgas) beschreiben	
– Maßnahmen zur Reduzierung von Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre nennen	
– den Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Calciumhydroxid-Lösung beschreiben	
– molares Volumen $V_m$ definieren	
	– stöchiometrische Masse- und Volumenberechnungen durchführen und Formelgleichungen quantitativ interpretieren

- den technischen Kalkkreislauf und die Bedeutung von Kalk für die Baustoffindustrie erläutern sowie die Wortgleichungen der Reaktionen formulieren	
- im Schülerexperiment: • Kohlenstoffdioxid mit Calciumhydroxid-Lösung nachweisen	
<b>Kohlenwasserstoffe</b>	
Die Lernenden können	
- anorganische von organischen Verbindungen abgrenzen	
- den Begriff Kohlenwasserstoffe definieren	
- den Molekülbau der n-Alkane als gesättigte Kohlenwasserstoffe beschreiben: • C-C-Einfachbindung als Strukturmerkmal • Summenformel, Valenzstrichformel und Halbstrukturformel	
- die Merkmale der homologen Reihe auf die n-Alkane anwenden: • übereinstimmende Strukturmerkmale • Erweiterung um „CH <sub>2</sub> “-Molekülgruppe • allgemeine Summenformel	
- van-der-Waals-Kräfte als zwischenmolekulare Wechselwirkungen beschreiben	
- den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften der n-Alkane erläutern: • unterschiedliche Siedetemperaturen • ähnliche chemische Eigenschaften	• Löslichkeit in unpolaren und polaren Lösemitteln (hydrophil, hydrophob, lipophil, lipophob)
- den Zusammenhang von Eigenschaften und Verwendung ausgewählter Alkane erläutern (z. B. Methan – Erdgas, Propan und Butan – Flüssiggas, Octan – Benzin, Decan – Diesel, Octadecan – Kerzenparaffin)	
- n-Alkane bis n-Decan und verzweigte Alkane benennen und dabei die Nomenklatur-Regeln nach IUPAC anwenden	
	- den Begriff Isomer definieren
- Reaktionen der Alkane beschreiben und Reaktionsgleichungen formulieren: • vollständige und unvollständige Verbrennung • Substitution • Eliminierung	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ethen und Ethin als Vertreter ungesättigter Kohlenwasserstoffe beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valenzstrichformel</li> <li>• C-C-Doppelbindung bzw. -Dreifachbindung als funktionelle Gruppe</li> <li>• Verbrennung und Addition als charakteristische Reaktionen</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionen der Alkene und Alkine beschreiben und Reaktionsgleichungen formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennung</li> <li>• Addition</li> <li>• Polymerisation (am Beispiel von Ethen und Propen)</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwendung und Recycling der Polymerisate Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) erläutern</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennbarkeit und Löslichkeit ausgewählter Alkane untersuchen</li> <li>• Eigenschaften verschiedener Kunststoffe untersuchen (z. B. Dichte gegenüber Wasser, Reaktion mit sauren, basischen sowie Salz-Lösungen)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die C-C-Mehrfachbindung mit Bromwasser nachweisen</li> </ul>
<b>Alkohole und Carbonsäuren</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Herstellung von Ethanol beschreiben und die Reaktionsgleichung formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• durch alkoholische Gärung</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durch Addition</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Ethanol-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valenzstrichformel</li> <li>• Hydroxygruppe als funktionelle Gruppe</li> <li>• Kennzeichnen von Partialladungen</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- aus der Struktur des Ethanol-Moleküls Eigenschaften von Ethanol (Siedetemperatur, Löslichkeit in Wasser) ableiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aus der Struktur des Ethanol-Moleküls Eigenschaften von Ethanol (z. B. Löslichkeit in polaren und unpolaren Lösungsmitteln) ableiten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>die Destillation von Wein zu Branntwein beschreiben</i></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertreter der homologen Reihe der Alkanole und einfache Alkohole benennen und die Nomenklatur-Regeln nach IUPAC anwenden</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedeutung und Verwendung weiterer Alkohole nennen, z. B. Propan-1,2,3-triol (Glycerin), Hexan-1,2,3,4,5,6-hexol (Sorbit)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Herstellung von Ethansäure durch Essigsäuregärung beschreiben und die Reaktionsgleichung formulieren</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Ethansäure-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valenzstrichformel</li> <li>• Carboxygruppe als funktionelle Gruppe</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Ethansäure-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carboxygruppe als funktionelle Gruppe (Acidität)</li> <li>• Kennzeichnen von Partialladungen</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ethansäure-Lösung als saure Lösung charakterisieren (pH-Wert)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ethansäure-Lösung als saure Lösung charakterisieren (pH-Wert, (Salzbildungsreaktion))</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorkommen, Bedeutung bzw. Verwendung ausgewählter Carbonsäuren recherchieren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ethanol (Löslichkeit, pH-Wert) untersuchen</i></li> <li>• Eigenschaften saurer Lösungen am Beispiel der Ethansäure-Lösung untersuchen (z. B. <i>pH-Wert</i>, Reaktionen mit unedlem Metall und mit Calciumcarbonat)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften saurer Lösungen am Beispiel der Ethansäure-Lösung untersuchen (z. B. Reaktionen mit unedlem Metall und mit Calciumcarbonat)</li> </ul> </li> </ul>

### Donator-Akzeptor-Prinzip

mit dem Realschulabschluss erworbene Fachkompetenz ☞	in der Einführungsphase zusätzlich zu erwerbende Kompetenzen ☜
<b>Ammoniak</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Ammoniak nennen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Ammoniak-Molekül beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valenzstrichformel</li> <li>• Kennzeichnen von Partialladungen</li> <li>• Dipolmolekül</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>die Herstellung von Ammoniak im Synthesofen nach dem Haber-Bosch-Verfahren erläutern, Reaktionsbedingungen nennen und die Arbeitsprinzipien beschreiben</i></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Nachweis der Ammonium-Ionen beschreiben</li> </ul>	
<b>Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionen mit Protonenübergang beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chlorwasserstoff- mit Ammoniak-Molekülen (Herstellung von Ammoniumchlorid)</li> <li>• Ammoniak- mit Wasser-Molekülen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen beschreiben</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BRØNSTED-Basen als Protonenakzeptoren und BRØNSTED-Säuren als Protonendonatoren kennzeichnen und vom ARRHENIUS-Konzept abgrenzen (Teilchenebene-Stoffebene)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Oxonium-Ion <math>\text{H}_3\text{O}^+</math> als BRØNSTED-Säure und das Hydroxid-Ion <math>\text{OH}^-</math> als BRØNSTED-Base kennzeichnen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Donator-Akzeptor-Prinzip am Beispiel folgender Säure-Base-Reaktionen beschreiben, die Reaktionsgleichungen formulieren, den Protonenübergang kennzeichnen und korrespondierende Säure-Base-Paare angeben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chlorwasserstoff - mit Wasser-Molekülen</li> <li>• Ammoniak - mit Wasser-Molekülen</li> <li>• Chlorwasserstoff - mit Ammoniak-Molekülen</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Begriff Ampholyt definieren und das Wasser-Molekül als Ampholyt kennzeichnen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{NH}_4^+</math> nachweisen</li> <li>• die Bildung von Ammoniumchlorid untersuchen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Zerfall von Ammoniumchlorid untersuchen</li> </ul> </li> </ul>
<b>Redoxreaktionen</b>	
Die Lernenden können	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktion beschreiben</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oxidationsmittel als Elektronenakzeptoren und Reduktionsmittel als Elektronendonatoren kennzeichnen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oxidationszahlen (römische Zahlzeichen) definieren und als Hilfsmittel zur Kennzeichnung des Elektronenübergangs nutzen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Donator-Akzeptor-Prinzip am Beispiel verschiedener Redoxreaktionen beschreiben und Reaktionsgleichungen formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennzeichnung der Teilreaktionen und des Elektronenübergangs</li> <li>• Angabe korrespondierender Redoxpaare</li> <li>• Änderung der Oxidationszahlen</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aussagen zum Redoxverhalten der Metalle aus der Redoxreihe (Elektronenaffinität) ableiten</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- das grundlegende Prinzip der Galvanischen Zelle am Beispiel des DANIELL-Elements beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• räumliche Trennung der Teilreaktionen</li> <li>• Elektrolyt-Lösungen</li> <li>• geschlossener Stromkreislauf</li> <li>• Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein DANIELL-Element aufbauen und einen Energiewandler (z. B. LED) anschließen</li> </ul> </li> </ul>

### Verlauf chemischer Reaktionen

mit dem Realschulabschluss erworbene Fachkompetenz ☞	in der Einführungsphase zusätzlich zu erwerbende Kompetenzen ☜
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Merkmale chemischer Reaktionen an Beispielen beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Energieumwandlung</li> <li>• Teilchenänderung und Umbau chemischer Bindungen</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Gesetz von der Erhaltung der Masse am Beispiel anwenden und einfache stöchiometrische Berechnungen durchführen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Reaktionsgeschwindigkeit an einem Beispiel beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturabhängigkeit</li> <li>• Konzentrationsabhängigkeit</li> <li>• Zerteilungsgrad der Ausgangsstoffe</li> <li>• Katalyse</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Verlauf der Reaktion im Konzentrations-Zeit-Diagramm darstellen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelmäßigkeiten aus dem Periodensystem der Elemente ableiten (z. B. Atom- bau, Elektronegativität) und anwenden</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Modellexperiment zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Konzentration der Ausgangsstoffe und der Zeit (vollständiger Reaktions- umsatz) durchführen</li> </ul> </li> </ul>	

## 4 Kompetenzwerb in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe

„Der Unterricht [...] führt exemplarisch in wissenschaftliche Fragestellungen, Kategorien und Methoden ein und vermittelt eine Erziehung, die zur Persönlichkeitsentwicklung und -stärkung, zur Gestaltung des eigenen Lebens in sozialer Verantwortung sowie zur Mitwirkung in der demokratischen Gesellschaft befähigt. Im Unterricht [...] geht es darüber hinaus um die Beherrschung eines fachlichen Grundlagenwissens als Voraussetzung für das Erschließen von Zusammenhängen zwischen Wissensbereichen, von Arbeitsweisen zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien, um Lernstrategien, die Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit unterstützen.“<sup>5</sup>

Im Unterricht mit erhöhtem Anforderungsniveau wird die wissenschaftspropädeutische Bildung im Vergleich zum Unterricht mit grundlegendem Anforderungsniveau vertieft.

Der Lehrplan berücksichtigt die fachlichen Voraussetzungen, die mit Abschluss der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe gefordert sind. Die im vorangegangenen Unterricht entwickelten Kompetenzen werden aufgegriffen, gezielt erweitert, vertieft und systematisch vernetzt. Im Vordergrund stehen exemplarisches Lernen, eine verstärkte Konzentration auf naturwissenschaftliche und fachspezifische Konzepte, Theorien, Modelle, Verfahren, Gesetzmäßigkeiten, Fachinhalte, Denk- und Arbeitsmethoden sowie das selbstständige Anwenden von Fachkompetenz. Die in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe zu entwickelnde Fachkompetenz (→ vgl. Gliederungspunkt 1.2) orientiert sich an den Bildungsstandards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife<sup>3</sup>. Die Anforderungen der Bildungsstandards sind beim Erwerb der Fachkompetenz generell zu beachten.

### Sachkompetenz

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

Die Lernenden können
----------------------

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

Chemische Konzepte und Theorien auswählen und vernetzen
---

Die Lernenden können
----------------------

- |      |  |
|------|--|
| S 6  | konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene unterscheiden   |
| S 7  | die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip beschreiben und anwenden  |
| S 8  | Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen sowie durch den Einsatz von Katalysatoren beschreiben |
| S 9  | unterschiedliche Reaktivitäten und Reaktionsverläufe erklären  |
| S 10 | chemische Konzepte und Theorien zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern nutzen  |

<sup>5</sup> Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i. d. F. vom 18.02.2021)

<sup>3</sup> Bildungsstandards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife. Kultusministerkonferenz 2020

### Chemische Zusammenhänge qualitativ-modellhaft erklären

Die Lernenden können

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

### Chemische Zusammenhänge quantitativ-mathematisch beschreiben

Die Lernenden können

- S 16 Reaktionsgleichungen entwickeln
- S 17 bekannte mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte anwenden

Naturwissenschaftliche Prinzipien werden in **Basiskonzepten** (→ vgl. Gliederungspunkt 1.2) abgebildet. In der Doppeljahrgangsstufe 11/12 (12/13) sind die Basiskonzepte unter Beachtung der nachfolgend ausgewiesenen Aspekte an geeigneten Inhalten systematisch zu betrachten:

### Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen

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

In diesem Basiskonzept werden vor allem folgende Aspekte systematisch betrachtet:

• Atom- und Molekülbau	• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
• chemische Bindung	• Stoffeigenschaften
• Modifikationen	• Stoffklassen
• funktionelle Gruppen	• analytische Verfahren (qualitativ/quantitativ)
• Isomerie	• Verwendungsmöglichkeiten

So können z. B. Kenntnisse über inter- und intramolekulare Wechselwirkungen genutzt werden, um Eigenschaften von Stoffen auf der Stoffebene zu erklären. Somit werden Phänomene auf der Stoffebene und deren Deutung auf der Teilchenebene konsequent unterschieden.

## Konzept der chemischen Reaktion

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

In diesem Basiskonzept werden vor allem folgende Aspekte systematisch betrachtet:

• Donator-Akzeptor-Prinzip	• Reaktionstypen
• Umkehrbarkeit	• Mechanismen
• Gleichgewicht	• Steuerung

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

## Energiekonzept

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

In diesem Basiskonzept werden vor allem folgende Aspekte systematisch betrachtet:

• Energieformen, Energieumwandlung, Energiekreislauf	• Reaktionskinetik
• Aktivierungsenergie/Katalyse	• Enthalpie/Entropie
• Energie chemischer Bindungen/Wechselwirkungen	

So kann z. B. die energetische Betrachtung sowohl auf chemische Reaktionen (z. B. Aktivierungsenergie) als auch auf einzelne Teilchen (z. B. Ionisierungsenergie) bezogen und zur Erklärung von Prozessen herangezogen werden.

## Naturwissenschaftliche und fachspezifische Methodenkompetenz

### Erkenntnisgewinnungskompetenz

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

Die Lernenden können

- E 1 chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ableiten
- E 2 Fragestellungen zu chemischen Sachverhalten identifizieren und entwickeln
- E 3 theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen aufstellen

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

Die Lernenden können

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

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Lernenden können

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

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Lernenden können

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

Kommunikationskompetenz

Informationen erschließen

Die Lernenden können

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

Informationen aufbereiten
Die Lernenden können
K 5 chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht auswählen
K 6 zwischen Alltags- und Fachsprache unterscheiden
K 7 geeignete Darstellungsformen für chemische Sachverhalte nutzen und diese ineinander überführen
K 8 ausgewählte Informationen strukturieren, interpretieren und Schlussfolgerungen ableiten

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren
Die Lernenden können
K 9 Fachbegriffe und -sprache korrekt verwenden
K 10 chemische Sachverhalte erklären und fachlich schlüssig argumentieren
K 11 chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien präsentieren
K 12 die Urheberschaft prüfen, verwendete Quellen belegen und Zitate kennzeichnen
K 13 sich mit anderen konstruktiv über chemische Sachverhalte austauschen sowie den eigenen Standpunkt vertreten, reflektieren und gegebenenfalls korrigieren

#### Bewertungskompetenz

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

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen
Die Lernenden können
B 5 anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug entwickeln und sie gegeneinander abwägen
B 6 Chancen und Risiken ausgewählter Technologien, Produkte und Verhaltensweisen fachlich beurteilen und diese bewerten
B 7 mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen treffen
B 8 die Bedeutung fachlicher Kompetenzen in Bezug auf Alltagssituationen und Berufsfelder beurteilen
B 9 Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen beurteilen
B 10 die gesellschaftliche Relevanz und ökologische Bedeutung der angewandten Chemie bewerten
B 11 grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag beurteilen und daraus begründet Handlungsoptionen ableiten

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

Der Erwerb der Kompetenzen erfolgt an konkreten Inhalten. Die verbindlich vorgegebenen inhaltlichen Aspekte werden im Lehrplan präzisiert.

Nachfolgend ausgewiesene Kompetenzen sind bis Abschluss der Klassenstufe 11/12 (12/13) zu entwickeln. Dabei ist die unter 4 beschriebene Fachkompetenz zu berücksichtigen.

## 4.1 Sach- und Methodenkompetenz

*Die linke Tabellenspalte weist die Fachkompetenz aus, die gleichermaßen für den Kurs mit grundlegendem Anforderungsniveau und für den Kurs mit erhöhtem Anforderungsniveau gilt. In der rechten Tabellenspalte ist die im Kurs mit erhöhtem Anforderungsniveau zusätzlich zu entwickelnde Fachkompetenz ausgewiesen und inhaltlich zugeordnet.*

### 4.1.1 Atombau, chemische Bindungen

grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau	zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau
<b>Atommodelle</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Atombau mithilfe des Orbitalmodells beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomorbitale als Aufenthaltsräume der Elektronen</li> <li>• Untergliederung der Energieniveaus in s-, p-, d- und f-Unterniveaus</li> <li>• Besetzungsregeln (Energieprinzip, HUNDSche Regel, PAULI-Prinzip)</li> <li>• Elektronenkonfiguration</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Entstehung der Flammenfärbung von Salzen erläutern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Entstehung von Emissionsspektren erläutern</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang zwischen der Elektronenkonfiguration und der Stellung im PSE ableiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptgruppenelemente mit s- und p-Valenzelektronen</li> <li>• Nebengruppenelemente mit s- und d-Valenzelektronen</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang zwischen Elektronenkonfiguration und Oxidationsstufen bei Nebengruppenelementen ableiten und deren Stabilität beurteilen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Möglichkeiten und Grenzen von Modellen nennen</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Flammenfärbung einiger Salze erzeugen und Salze mithilfe der Flammenfärbung identifizieren</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• das Emissionsspektrum einiger Salze untersuchen</li> </ul>
<b>Aufbau und Eigenschaften der Stoffe</b>	
<b>Elektronenpaarbindung, Ionenbindung, Metallbindung</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Elektronenpaarbindung (polar, unpolar), Ionenbindung und Metallbindung vergleichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilchen, zwischen denen die Bindung wirksam ist</li> <li>• Bindungskräfte</li> <li>• Elektronegativitätsdifferenz</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gitterstrukturen beschreiben (Metall-, Ionengitter)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valenzstrichformeln von einfachen organischen und anorganischen Molekülen und Ionen aufstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valenzstrichformeln mit Formalladungen aufstellen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- mithilfe des Elektronenpaarabstoßungsmodells (EPA) den räumlichen Bau linearer, gewinkelter, tetraedrischer und trigonal-pyramidaler Moleküle ableiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mithilfe des Elektronenpaarabstoßungsmodells (EPA) den räumlichen Bau quadratisch-planarer und oktaedrischer Moleküle ableiten</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hybridorbitale des Kohlenstoff-Atoms und <math>\sigma</math>- und <math>\pi</math>-Bindungen beschreiben</li> </ul>
<b>Inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• van-der-Waals-Kräfte</li> <li>• Dipol-Dipol-Wechselwirkungen</li> <li>• Ionen-Dipol-Wechselwirkungen</li> <li>• Wasserstoffbrücken</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Zusammenhang von Struktur und Eigenschaften</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang von chemischer Bindung, Struktur und Eigenschaften an Beispielen erläutern und die Verwendung begründen</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Größendimension und Eigenschaften von Nanomaterialien/Nanostrukturen beschreiben</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Anwendung von Nanomaterialien an einem Sachverhalt erläutern, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotokatalyse (Titandioxid, Zinkoxid)</li> <li>• Kohlenstoffmodifikation (Graphen)</li> <li>• Gold-, Silbernanopartikel</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chancen und Risiken des Einsatzes von Nanomaterialien bewerten</li> </ul>

	<b>Komplexe</b>
	Die Lernenden können
	– die Bildung von Aquakomplexen bei Metall-Kationen beschreiben
	– den Aufbau von Komplexen beschreiben
	– die koordinative Bindung in Komplexen als Wechselwirkung von Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren beschreiben
	– Ligandenaustauschreaktionen beschreiben
	– die Bedeutung von Komplexreaktionen an einem Beispiel erläutern
	– qualitative Nachweisreaktionen für die Metall-Kationen $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ beschreiben und die Reaktionsgleichungen formulieren
	➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Bildung und den Zerfall von Aquakomplexen untersuchen</li> <li>• Ligandenaustauschreaktionen untersuchen</li> <li>• die Metall-Kationen <math>\text{Fe}^{2+}</math>, <math>\text{Fe}^{3+}</math>, <math>\text{Cu}^{2+}</math> nachweisen</li> </ul>

#### 4.1.2 Energetische Betrachtungen chemischer Reaktionen

grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau	zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau
<b>Erster Hauptsatz der Thermodynamik</b>	
Die Lernenden können	
– die Änderung der Inneren Energie $\Delta U$ als ein Merkmal einer chemischen Reaktion beschreiben und die Einheit von Stoff- und Energieumwandlung begründen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• System (offen, geschlossen und abgeschlossen) und Umgebung</li> <li>• isochore und isobare Prozessführung</li> <li>• Prozessgrößen Wärme <math>Q</math> und Volumenarbeit <math>W</math></li> <li>• den ersten Hauptsatz der Thermodynamik erläutern</li> </ul>	
	– Energiediagramme für die Änderung der Inneren Energie in Abhängigkeit von Wärme und Volumenarbeit schematisch darstellen

<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Änderung der Enthalpie <math>\Delta H</math> definieren und zwischen exotherm- und endotherm verlaufenden Reaktionen unterscheiden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Änderung der Enthalpie <math>\Delta H</math> als Reaktionswärme für beliebigen Stoffumsatz</li> <li>• Reaktionsenthalpie <math>\Delta_r H</math> als Reaktionswärme je mol Formelumsatz</li> <li>• Standardbildungsenthalpie <math>\Delta_f H^\circ</math> als Reaktionswärme für die Bildung eines Mols eines Stoffes aus den Elementen unter Standardbedingungen</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Prinzip der Kalorimetrie erläutern und Berechnungen mit der kalorimetrischen Grundgleichung durchführen</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Satz von HESS als Anwendung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik erläutern</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionsenthalpien <math>\Delta_r H</math> (<math>\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}</math>) aus Bildungsenthalpien berechnen (Satz von HESS) unter Berücksichtigung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutralisationsenthalpie <math>\Delta_r H_N</math></li> <li>• Verbrennungsenthalpie <math>\Delta_r H_V</math></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Löseenthalpie <math>\Delta_r H_L</math></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Änderungen der Enthalpie <math>\Delta H</math> (<math>\text{kJ}</math>) aus Bildungsenthalpien berechnen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- aus Reaktionsenthalpien Aussagen ableiten und praktische Anwendungen erläutern, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effizienz von Brennstoffen</li> <li>• exotherme und endotherme Reaktionen</li> </ul> </li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exotherme und endotherme Lösevorgänge (Gitter- und Hydratationsenthalpie) begründen und schematisch in Energiediagrammen darstellen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Reaktionswärme einer Neutralisationsreaktion kalorimetrisch bestimmen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Reaktionswärme eines Lösevorgangs kalorimetrisch bestimmen</li> </ul>
	<b>Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik</b>
	Die Lernenden können
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zustandsgröße Entropie <math>S</math> definieren und den Zusammenhang zwischen Aggregatzustand und Entropie <math>S^\circ</math> herstellen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Änderung der Entropie <math>\Delta S</math> (<math>\text{J} \cdot \text{K}^{-1}</math>) definieren und zwischen Reaktionen mit Entropiezunahme bzw. Entropieabnahme unterscheiden</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionsentropien <math>\Delta_r S</math> (<math>\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}</math>) aus Standardentropien berechnen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Entropiezunahme bei freiwillig ablaufenden Reaktionen in einem abgeschlossenen System als zweiten Hauptsatz der Thermodynamik kennzeichnen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Änderung der freien Enthalpie <math>\Delta G</math> definieren und zwischen exergonisch und endergonisch verlaufenden Reaktionen unterscheiden</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnungen mithilfe der GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung durchführen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang von freier Reaktionsenthalpie, Reaktionsenthalpie, Temperatur und Reaktionsentropie beschreiben (GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung) und in Energiediagrammen graphisch darstellen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang von freier Reaktionsenthalpie und der Verlaufsrichtung einer chemischen Reaktion erläutern</li> </ul>

#### 4.1.3 Kinetik und chemisches Gleichgewicht

grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau	zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau
<b>Kinetische Aspekte chemischer Reaktionen</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Stoffmengenkonzentration <math>c</math> definieren und aus gegebenen Größen bzw. Messwerten (<math>n, m, M, V, V_m</math>) berechnen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Reaktionsgeschwindigkeit <math>v</math> definieren und Methoden zu ihrer Ermittlung beschreiben</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur und Konzentration mithilfe der Stoßtheorie erklären, in Diagrammen darstellen und interpretieren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Begriff Katalyse definieren und die Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit durch Katalysatoren erläutern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• selektive Wirkung</li> <li>• Bildung von Übergangszuständen</li> <li>• Herabsetzung der Aktivierungsenergie</li> <li>• homogene und heterogene Katalyse</li> </ul> </li> </ul>	

<p>➤ im Schülerexperiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration und Katalysator untersuchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für eine Reaktion Messwerte erfassen, graphisch darstellen und auswerten (z. B. Konzentrations-Zeit-Diagramm)</li> </ul>
<b>Chemisches Gleichgewicht - Gleichgewichtsreaktionen</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- das chemische Gleichgewicht als dynamisches Gleichgewicht auf Teilchenebene und als statischen Zustand auf Stoffebene kennzeichnen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Merkmale chemischer Gleichgewichte erläutern:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• unvollständiger Stoffumsatz</li> <li>• Konstanz der Konzentrationsverhältnisse</li> <li>• Einstellbarkeit von beiden Seiten</li> <li>• gleiche Reaktionsgeschwindigkeit von Hin- und Rückreaktion</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- für eine Gleichgewichtsreaktion das Konzentrations-Zeit-Diagramm und das Reaktionsgeschwindigkeits-Zeit-Diagramm skizzieren und interpretieren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts durch Druck, Temperatur und Stoffmengenkonzentration nach dem Prinzip von LE CHATELIER erläutern</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Rolle des Katalysators bei Gleichgewichtsreaktionen erläutern</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Ammoniaksynthese erläutern:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsreaktion</li> <li>• Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts</li> <li>• Reaktionsbedingungen bei der großtechnischen Umsetzung (Ammoniaksyntheseofen)</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- das Massenwirkungsgesetz (MWG) für verschiedene Gleichgewichtsreaktionen formulieren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- aus der Gleichgewichtskonstante <math>K_c</math> auf die Lage des chemischen Gleichgewichts schließen</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Gleichgewichtskonstante <math>K_c</math> aus Stoffumsätzen berechnen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffumsätze bei gegebener Gleichgewichtskonstante für Reaktionen mit einer Stöchiometriezahldifferenz gleich Null berechnen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- das MWG auf Gasgleichgewichte anwenden und die Gleichgewichtskonstante <math>K_p</math> definieren</li> </ul>

<p>➤ im Schülerexperiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Modellexperiment bzw. eine Simulation zur Einstellung chemischer Gleichgewichte durchführen</li> <li>• die Abhängigkeit der Gleichgewichtslage von Temperatur und Konzentration untersuchen</li> </ul>	
	<b>Löslichkeitsgleichgewichte</b>
	<p>Die Lernenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eine gesättigte Lösung mit Bodensatz als heterogenes Gleichgewicht beschreiben</li> <li>- das MWG auf gesättigte Lösungen anwenden und das Löslichkeitsprodukt <math>K_L</math> definieren</li> <li>- die Löslichkeit <math>l</math> (Sättigungskonzentration) aus dem Löslichkeitsprodukt berechnen</li> <li>- mithilfe des Prinzips von LE CHATELIER die Veränderung der Löslichkeit erläutern bei: <ul style="list-style-type: none"> <li>• gleichionischen Zusätzen</li> <li>• Komplexbildung</li> <li>• Temperaturveränderung</li> </ul> </li> <li>- die Veränderung der Löslichkeit durch gleichionische Zusätze berechnen</li> <li>- die fraktionierte Fällung am Beispiel der Silberhalogenide erläutern</li> <li>- qualitative Nachweisreaktionen für die Ionen <math>Cl^-</math>, <math>Br^-</math>, <math>I^-</math>, <math>SO_4^{2-}</math>, <math>Ag^+</math> und <math>Ba^{2+}</math> beschreiben und die Reaktionsgleichungen formulieren</li> </ul> <p>➤ im Schülerexperiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine fraktionierte Fällung durchführen,</li> <li>• die Ionen <math>Cl^-</math>, <math>Br^-</math>, <math>I^-</math>, <math>SO_4^{2-}</math>, <math>Ag^+</math> und <math>Ba^{2+}</math> durch Fällungsreaktion nachweisen</li> </ul>

#### 4.1.4 Säure-Base-Gleichgewichte

grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau	zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau
<b>Protonenübertragungsreaktionen</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen beschreiben und das Donator-Akzeptor-Prinzip anwenden sowie korrespondierende Säure-Base-Paare nennen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Begriff Ampholyt definieren und Teilchen als Ampholyte begründet zuordnen</li> </ul>	

- die saure und basische Reaktion von Salzlösungen mithilfe des Säure-Base-Konzepts nach BRØNSTED erklären	- die saure Reaktion hydratisierter Metall-Kationen mithilfe des Säure-Base-Konzepts nach BRØNSTED erklären
- die Autoprotolyse des Wassers als Säure-Base-Reaktion erläutern	
- das Massenwirkungsgesetz auf die Autoprotolyse des Wassers anwenden und das Ionenprodukt des Wassers $K_w$ herleiten	
- das Massenwirkungsgesetz für Reaktionen von BRØNSTED-Säuren bzw. BRØNSTED-Basen mit Wasser formulieren und aus der Säurekonstante $K_s$ /Basekonstante $K_B$ auf die Stärke der BRØNSTED-Säure/BRØNSTED-Base schließen	
- die logarithmischen Größen pH, pOH, $pK_s$ , $pK_B$ und $pK_w$ definieren und mathematische Zusammenhänge nennen	
- die pH-Werte wässriger Lösungen von BRØNSTED-Säuren und BRØNSTED-Basen bei vollständiger Protolyse berechnen und Ionen-Konzentrationen aus dem pH-Wert berechnen	- die pH-Werte wässriger Lösungen von BRØNSTED-Säuren und BRØNSTED-Basen bei nicht vollständiger Protolyse berechnen
- die Bedeutung des pH-Wertes an alltagsrelevanten Beispielen erläutern	
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die pH-Werte von sauren und basischen Salzlösungen messen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die pH-Werte wässriger Lösungen messen und die Ergebnisse mit den entsprechenden Berechnungen vergleichen</li> <li>• Säure-Base-Reaktionen mit hydratisierten Metall-Kationen durchführen</li> </ul>
	<b>Puffersysteme</b>
	Die Lernenden können
	- die Zusammensetzung und Herstellung von Säure-Base-Puffersystemen beschreiben
	- die Wirkung von Puffersystemen als Säure-Base-Gleichgewichte mithilfe des Prinzips von LE CHATELIER erläutern
	- Berechnungen mithilfe der HENDERSON-HASSELBALCH-Gleichung durchführen sowie die Pufferkapazität über die Stoffmengen der Puffersäure und Pufferbase erklären
	- die Bedeutung von Säure-Base-Puffersystemen erläutern
	➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Puffersysteme herstellen und die Pufferwirkung nachweisen</li> </ul>

## Quantitative und instrumentelle Analyse

Die Lernenden können

<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Titration einer sehr starken Säure mit einer sehr starken Base mit Farbindikator als ein quantitatives Analyseverfahren erläutern und die Stoffmengenkonzentration bzw. den Massenanteil <math>\omega</math> der Analysenlösung berechnen</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indikatorreaktionen als Säure-Base-Gleichgewichte mithilfe des Prinzips von LE CHATELIER erläutern</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geeignete Farbindikatoren in Abhängigkeit von der Säure- und Basenstärke auswählen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Titrationskurven potentiometrischer und konduktometrischer Titrations von Säuren und Basen unterschiedlicher Stärke skizzieren bzw. aus Messwerten erstellen und interpretieren</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- unter Beachtung der Sonderstellung der Ionen <math>H_3O^+</math> und <math>OH^-</math> die elektrische Leitfähigkeit der Elektrolyte anhand der Ionenbeweglichkeiten erklären</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- den pH-Wert am Startpunkt, am Äquivalenzpunkt und am Halbäquivalenzpunkt der Titrationskurve berechnen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzentrationsbestimmungen durch Titration sehr starker Säuren und sehr starker Basen mit Farbindikatoren durchführen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete Farbindikatoren wählen und Konzentrationsbestimmungen durch Titration von Säuren und Basen verschiedener Stärken durchführen</li> <li>• potentiometrische und konduktometrische Titrations durchführen, die Messwerte digital erfassen und auswerten</li> </ul>

#### 4.1.5 Redoxgleichgewichte und Elektrolyse

grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau	zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau
<b>Elektronenübertragungsreaktionen</b>	
Die Lernenden können	
– Oxidationszahlen (römische Zahlzeichen) in anorganischen und organischen Verbindungen bestimmen	
– Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen beschreiben, das Donator-Akzeptor-Prinzip anwenden und korrespondierende Redoxpaare nennen	
– Redoxreaktionen in wässrigen Lösungen am Beispiel von Eisen- und Manganverbindungen beschreiben und die Reaktionsgleichungen (Teilgleichungen für Oxidation und Reduktion, Ionengleichungen) formulieren	
	– den Einfluss des pH-Wertes auf das Oxidationsvermögen von Permanganat-Ionen beschreiben
	– Redoxreaktionen unter Beteiligung von organischen Verbindungen (z. B. Propan-1-ol, Propanal) beschreiben
	– die Redoxtitration als ein quantitatives Analyseverfahren erläutern und Stoffmengenkonzentrationen bzw. Massenanteile der Analysenlösungen berechnen
– mithilfe der elektrochemischen Spannungsreihe die oxidierende und reduzierende Wirkung von Teilchen ableiten	
– die Reaktionstypen Redoxreaktion und Säure-Base-Reaktion vergleichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Donator-Akzeptor-Prinzip</li> <li>• korrespondierende Paare</li> <li>• Teilreaktionen</li> <li>• Elektronen- bzw. Protonenübergang</li> </ul>	
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen mit Eisen- und Manganverbindungen durchführen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die pH-Wert-Abhängigkeit des Oxidationsvermögens von Permanganat-Ionen untersuchen</li> <li>• die Redoxreaktion von Propan-1-ol mit Kupferoxid untersuchen</li> <li>• eine manganometrische Redoxtitration durchführen</li> </ul>

<b>Galvanische Elemente</b>	
Die Lernenden können	
– die Entstehung der elektrochemischen Doppelschicht an einer Metallelektrode in seiner Metall-Ionen-Lösung und die Bildung eines Elektrodenpotenzials beschreiben	
– den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Elemente erläutern	
– die Bedeutung der Standardwasserstoffelektrode bei der Ermittlung von Standardpotenzialen $E^\circ$ erläutern	– den Aufbau der Standardwasserstoffelektrode beschreiben
– den Zusammenhang zwischen Standardpotenzial, elektrochemischer Spannungsreihe, korrespondierenden Redoxpaaren und dem Verlauf von Redoxreaktionen erläutern	
– die Zellspannung $\Delta E^\circ$ als Potenzialdifferenz bei Standardbedingungen berechnen	– Potenziale und Potenzialdifferenzen bei unterschiedlichen Konzentrationen und pH-Werten mithilfe der NERNST-Gleichung bei Standardtemperatur berechnen
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Reaktionen von Metallen mit saurer Lösung untersuchen</li> <li>• Zementationsreaktionen durchführen</li> <li>• die Zellspannung des DANIELL-Elements messen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Zellspannung eines Konzentrationselements messen</li> </ul>
<b>Elektrochemische Spannungsquellen</b>	
Die Lernenden können	
– elektrochemische Spannungsquellen den Primär-, Sekundär- und Tertiärelementen (Brennstoffzellen) zuordnen sowie Aufbau und Wirkungsweise an je einem Beispiel erläutern	
	– den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise von Lithium-Ionen-Akkumulatoren beschreiben
– die Bedeutung von elektrochemischen Spannungsquellen als Energiespeicher erläutern	
– die Bedeutung und Probleme des Recyclings von elektrochemischen Spannungsquellen diskutieren	

<b>Korrosion</b>	
Die Lernenden können	
– die Säure- und Sauerstoffkorrosion erklären und Reaktionsgleichungen formulieren	
– die Bedingungen für elektrochemische Korrosion erläutern	
– verschiedene Maßnahmen des Korrosionsschutzes ableiten und die Bedeutung des Korrosionsschutzes erläutern	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Korrosion am Eisen untersuchen und die dabei gebildeten Ionen <math>\text{Fe}^{2+}</math> und <math>\text{OH}^-</math> nachweisen</li> </ul> </li> </ul>
<b>Elektrolyse</b>	
Die Lernenden können	
– die Elektrolyse als erzwungene Redoxreaktion beschreiben	
– galvanische Elemente und Elektrolysezellen vergleichen	
– den Begriff Zersetzungsspannung $U_z$ ohne Berücksichtigung von Überspannungswerten definieren	– den Einfluss von Überspannung bei der Elektrolyse einer Natriumchlorid-Lösung erläutern
– die chemischen Grundlagen der Kupferraffination beschreiben	– die Schmelzflusselektrolyse als großtechnisches Verfahren zur Herstellung von Aluminium erläutern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodenreaktionen</li> <li>• technischer Aufbau der Elektrolysezelle</li> <li>• ökonomische und ökologische Aspekte</li> </ul>
	– die Größen Masse, Volumen, Stromstärke, Zeit und elektrische Arbeit mithilfe der FARADAYSchen Gesetze berechnen sowie den Wirkungsgrad $\eta$ berücksichtigen
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Elektrolyse einer Salzlösung durchführen</li> </ul> </li> </ul>	

#### 4.1.6 Organische Chemie

grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau	zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau
<b>Struktur und Eigenschaften</b>	
Die Lernenden können	
– die Stoffklassen der Alkane, Alkene, Alkine, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester und Amine mithilfe der Strukturmerkmale systematisieren	
– die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen am Beispiel der Siedetemperatur und der Löslichkeit in polaren und unpolaren Lösungsmitteln erläutern	
– Nachweisreaktionen für die Aldehydgruppe, die Carboxygruppe und die Mehrfachbindung zwischen Kohlenstoffatomen beschreiben	
– grundlegende Nomenklaturregeln nach IUPAC auf Vertreter der Stoffklassen anwenden	
– die Struktur von Molekülen mit Valenzstrichformeln, Halbstrukturformeln und Skelettformeln darstellen	
– mithilfe des EPA-Modells die Molekülgeometrie ausgewählter organischer Moleküle beschreiben	
➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Löslichkeit verschiedener Alkanole in Wasser und in organischen Lösungsmitteln untersuchen</li> <li>• Aldehydgruppen, Carboxygruppen und Mehrfachbindungen zwischen Kohlenstoffatomen nachweisen</li> </ul>	
	<b>Aromatische Systeme</b>
	Die Lernenden können
	– das aromatische System mithilfe mesomerer Grenzstrukturformeln am Beispiel des Benzen-Moleküls beschreiben
	– die relative Stabilität des aromatischen Systems gegenüber Additionsreagenzien begründen
	– den Mechanismus der elektrophilen Substitution ( $S_E$ ) (Erstsubstitution) am Benzen-Molekül beschreiben und die Teilschritte formulieren

<b>Reaktionen</b>	
Die Lernenden können	
- die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung den Stoffklassen zuordnen	- den Mechanismus der nucleophilen Substitution ( $S_N1$ ) beschreiben und die Teilschritte formulieren
- die Bildung und Spaltung von Estern als Gleichgewichtsreaktion beschreiben	- den Mechanismus der Estersynthese beschreiben und die Teilschritte formulieren
- den Mechanismus der radikalischen Substitution ( $S_R$ ) beschreiben und die Teilschritte formulieren	
- den Mechanismus der elektrophilen Addition ( $A_E$ ) beschreiben und die Teilschritte formulieren	
➤ im Schülerexperiment: • eine Estersynthese durchführen	

#### 4.1.7 Fette, Proteine und Kohlenhydrate

<b>Fette</b>	
Die Lernenden können	
- Vorkommen und Bedeutung von Fetten beschreiben	
- den molekularen Aufbau von Fetten als Ester aus Propan-1,2,3-triol und gesättigten bzw. ungesättigten Fettsäuren beschreiben	
	- die enzymatische Fettspaltung (Verdauung) und die basenkatalysierte Fettspaltung (Verseifung) beschreiben und deren Bedeutung erläutern
<b>Proteine</b>	
Die Lernenden können	
- Vorkommen und Bedeutung von Proteinen beschreiben	
- die Struktur eines Aminosäure-Moleküls beschreiben und das Chiralitätszentrum kennzeichnen	
- die Chiralität als Spiegelbild-Isomerie erläutern	
	- die Enantiomere eines Aminosäure-Moleküls in FISCHER-Projektion darstellen und nach der D/L – Nomenklatur benennen

- die amphoteren Eigenschaften der Aminosäuren unter Verwendung der Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED erklären und die Bildung von Zwitter-Ionen beschreiben	
- Nachweise von Aminosäuren (Ninhydrin-Reaktion) und Proteinen (Biuret-Reaktion) beschreiben	
- die Chromatographie als Methode beschreiben und Aminosäure-Chromatogramme unter Einbeziehung von $R_f$ -Werten auswerten	
- die Bildung und die Hydrolyse von Di-peptiden bzw. Polypeptiden beschreiben, die Peptidgruppe kennzeichnen	
- die Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur beschreiben	
- die Stabilität der Tertiärstruktur durch intramolekulare Bindungen bzw. elektrostatische Wechselwirkungen begründen	
<p>➤ im Schülerexperiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Denaturierung von Proteinen durchführen</li> <li>• Proteine mithilfe der Biuret-Reaktion nachweisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eine Dünnschichtchromatographie zur Trennung von Aminosäure-Gemischen durchführen (Anfärben mit Ninhydrin)</li> </ul>
	<b>Kohlenhydrate</b>
	Die Lernenden können
	- Vorkommen und Bedeutung von Kohlenhydraten beschreiben
	- den molekularen Aufbau von Mono-, Di-, Oligo- und Polysacchariden beschreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• offenkettige Form der D-Glucose (FISCHER-Projektion) und cyclische <math>\alpha</math>- und <math>\beta</math>-Pyranoseformen (HAWORTH-Projektion)</li> <li>• offenkettige Form der D-Fructose (FISCHER-Projektion) und cyclische <math>\alpha</math>- und <math>\beta</math>-Pyranose- und Furanoseformen (HAWORTH-Projektion)</li> <li>• glycosidische Bindung</li> <li>• Saccharose, Cyclodextrin, Amylose, Amylopektin und Cellulose</li> </ul>
	- den Abbau von Di-, Oligo- und Polysacchariden zu Monosacchariden durch saure oder enzymatische Hydrolyse beschreiben
	- den Mechanismus der Bildung von Disacchariden beschreiben und die Teilschritte formulieren
	- den Nachweis für Stärke beschreiben

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweisreaktionen für reduzierende Zucker beschreiben und Reaktionsgleichungen formulieren</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glucose, Fructose, Saccharose und Stärke auf reduzierende Wirkung untersuchen</li> <li>• Stärke nachweisen</li> </ul> </li> </ul>

#### 4.1.8 Kunststoffe

grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau	zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau
<b>Struktur-Eigenschaft-Verwendung</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften am Beispiel der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere erläutern und mögliche Verwendungen ableiten</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Herstellung eines Kunststoffes auf Basis nachwachsender Rohstoffe beschreiben</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bereitstellung der nachwachsenden Rohstoffe nach ökonomischen und ökologischen Aspekten bewerten</li> </ul>	
<b>Synthesen</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bildung von Kunststoffen durch radikalische Kettenpolymerisation und Polykondensation beschreiben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Reaktionsmechanismus der radikalischen Kettenpolymerisation beschreiben und die Teilschritte formulieren</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bildung von Kunststoffen durch Polyaddition beschreiben</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Reaktionstypen vergleichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturmerkmale der Monomere</li> <li>• Strukturmerkmale der Polymere</li> <li>• Reaktionsbedingungen</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Im Schülerexperiment: <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Kunststoff herstellen</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Recycling</b>	
Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- energetisches, werkstoffliches und rohstoffliches Recycling von Kunststoffen unterscheiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- den Wertstoffkreislauf eines Kunststoffes am Beispiel von Polyethylenterephthalat (PET) darstellen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recyclingverfahren aus ökonomischer und ökologischer Sicht bewerten</li> </ul>	

## 4.2 Selbst- und Sozialkompetenz

Die Entwicklung der nachfolgend ausgewiesenen Selbst- und Sozialkompetenz erfolgt in geeigneten Lernsituationen.

Die Lernenden können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- individuell und in kooperativen Lernformen arbeiten und in diesem Kontext               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernziele formulieren, Lernprozesse strukturieren und ihre Lernergebnisse selbstkritisch einschätzen bzw. daraus entsprechende Handlungsoptionen ableiten (Entwicklung von Selbstvertrauen)</li> <li>• die Arbeit des Einzelnen in der Gruppe reflektieren und die Arbeitsergebnisse der gemeinsamen Arbeit einschätzen</li> <li>• Verhaltensregeln festlegen bzw. einhalten und das Verhalten reflektieren</li> <li>• die Realisierbarkeit von Arbeitsaufgaben einschätzen</li> <li>• Verantwortung für das eigene Lernen und für den Lernprozess der Gruppe übernehmen sowie positiven Einfluss auf die Gruppe nehmen</li> <li>• ihre Fachkompetenz anwenden sowie eigenverantwortlich und zielstrebig lernen</li> <li>• Hilfe annehmen und geben</li> </ul> </li> <li>- mit Erfolgen und Misserfolgen angemessen umgehen ohne sich durch Misserfolge demotivieren bzw. vom Ziel abbringen zu lassen</li> <li>- Kompromissbereitschaft zeigen sowie mit Konflikten angemessen umgehen</li> <li>- eigene Positionen argumentativ aufzeigen, sich für andere Meinungen offen zeigen bzw. sich mit anderen Positionen sachlich auseinandersetzen</li> <li>- sach-, situations- und adressatengerecht kommunizieren</li> <li>- respektvoll mit anderen Personen umgehen</li> </ul>	

Die Entwicklung der nachfolgend ausgewiesenen Selbst- und Sozialkompetenz erfolgt anhand geeigneter fachlicher Kontexte.

Die Lernenden können	
- ihr komplexes und vertieftes Fachwissen angemessen anwenden, um	Kontexte, z. B.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen aus Printmedien und digitalen Medien (u. a. Suchmaschinenergebnisse, auch Informationen aus KI-generierten Materialien) vor allem hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit sachkritisch zu prüfen</li> <li>• Sachverhalte zu bewerten</li> <li>• sich einen eigenen Standpunkt zu bilden und diesen begründet zu vertreten</li> <li>• verantwortungsvoll zu entscheiden bzw. zu handeln sowie Entscheidungen und Verhalten kritisch zu reflektieren</li> </ul>	Einsatz mobiler Spannungsquellen, Recycling, Schwermetalle und biologische Systeme, Kunststoffe, Nanomaterialien
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Chemie als empirische Wissenschaft zu verstehen und die Vorläufigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse anzuerkennen</li> </ul>	Überprüfen von Hypothesen anhand von Daten aus Experimenten Weiterentwicklung von Modellen (z. B. Atombau)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ein naturwissenschaftlich geprägtes Weltbild zu entwickeln</li> </ul>	Verständnis von Reaktionsmechanismen und -abläufen (Reaktionskinetik, chemisches Gleichgewicht, Entropie)  Analytik zum Nachweis von Teilchen und Stoffen  Möglichkeiten und Grenzen von Modellen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pseudowissenschaftliche Darstellungen und Falschinformation zu erkennen (z. B. unzulässige Verallgemeinerungen, fehlerhafte Datenerfassung und -interpretation, absichtliche Täuschungen)</li> </ul>	Vorurteile „Natürliches - gesund; Synthetisches - schädlich“
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Gefahrstoffen sachgemäß umzugehen</li> </ul>	Säuren und Basen, Schwermetalle, Entsorgung von Chemikalienabfällen

## 5 Leistungseinschätzung

### 5.1 Grundsätze

Die Leistungseinschätzung umfasst die Einschätzung der individuellen Leistungsentwicklung der Lernenden 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.

Eine pädagogisch fundierte Leistungseinschätzung ist insbesondere darauf gerichtet, dass die Lernenden

- ihren eigenen Lernprozess reflektieren und ihre Leistungen einschätzen können,
- zum Lernen motiviert werden, ihre Lernbereitschaft entwickeln und Eigenverantwortung für ihr Lernen übernehmen,
- individuelles und gemeinsames Lernen reflektieren können und entsprechende Schlüsse ziehen,
- das unterschiedliche Leistungsvermögen innerhalb einer Lerngruppe reflektieren können,
- Hilfe annehmen und geben.

Bei der Leistungsbewertung sind die folgenden Anforderungsbereiche<sup>3</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:

<sup>3</sup> Bildungsstandards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife. Kultusministerkonferenz 2020.

Der Anforderungsbereich I umfasst

- das Reproduzieren von Sachverhalten im gelernten Zusammenhang,
- das Verwenden geübter Methoden und Arbeitstechniken in einem wiederholenden Zusammenhang.

Der Anforderungsbereich II umfasst

- das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte,
- das selbstständige Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen bei veränderten Fragestellungen oder veränderten Sachzusammenhängen.

Der Anforderungsbereich III umfasst

- das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen,
- das selbstständige Auswählen geeigneter Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, die Anwendung auf eine neue Problemstellung und die Reflexion des eigenen Vorgehens.

Für die Formulierung der Aufgabenstellungen werden Operatoren verwendet. Welche Leistungen eine Aufgabe in welchem Anforderungsbereich verlangt, ergibt sich aus der Aufgabenstellung. Deshalb erfolgt keine Zuordnung von Operatoren zu einzelnen Anforderungsbereichen.

<b>Operator<sup>9</sup></b>	<b>Erläuterung</b>
ableiten	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen
abschätzen	durch begründete Überlegungen Größenwerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten, einen Sachverhalt experimentell prüfen
aufstellen, formulieren	chemische Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen (Wort- oder Formelgleichungen) oder Reaktionsmechanismen entwickeln
Hypothesen aufstellen	eine Vermutung über einen unbekanntem Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird
angeben, nennen	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
auswerten	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder Informationen in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen
begründen	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen
berechnen	Berechnungen, ausgehend von einem Ansatz, darstellen.

<sup>9</sup> unter besonderer Beachtung der verbindlich zu verwendende Liste von Operatoren, vgl. Homepage des IQB <https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/dokumente/naturwissenschaften>

beschreiben	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
beurteilen	das zu fällende Sachurteil mithilfe fachlicher Kriterien begründen
bewerten	das zu fällende Werturteil unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen begründen
darstellen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen
definieren	einen Begriff durch Nennung des Oberbegriffs und typischer Merkmale bestimmen und ihn so von anderen Begriffen abgrenzen bzw. die Bedeutung eines Begriffs angeben
diskutieren	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen, indem man ihn auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten zurückführt
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen
ermitteln	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, graphisch oder experimentell bestimmen
herleiten	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen
interpretieren, deuten	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
ordnen	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
protokollieren	Durchführung und Beobachtungen darstellen und das Experiment entsprechend der Aufgabenstellung auswerten
planen	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren
skizzieren	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich graphisch darstellen
untersuchen	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten
zeichnen	Objekte graphisch exakt darstellen

Die Bewertung der individuellen Leistung der Lernenden 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. Die in den Bildungsstandards im Fach Chemie für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife ausgewiesenen Hinweise zur Bewertung sind angemessen zu berücksichtigen<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Bildungsstandards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife. Kultusministerkonferenz 2020, Abschnitt 3

- Grundlage sind schriftliche, mündliche und praktische Leistungsermittlungen, z. B.
- schriftliche und mündliche Leistungskontrollen, Klassenarbeiten, Kursarbeiten,
  - experimentelle Tätigkeiten und geeignete Dokumentationen (z. B. Protokolle),
  - Präsentationen.

## 5.2 Kriterien

Der Leistungsbewertung liegen transparente und für Lernende 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
- 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. beim Experimentieren
- 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
- angemessene Nutzung von Medien
- 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.

Die Lehrkräfte müssen sicherstellen, dass Lernende den Unterrichtsstoff verstanden haben. Für die Lernenden darf aufgrund von Sprachproblemen kein Nachteil bei der Leistungsbewertung entstehen. Leistungserhebungen erfolgen in der Regel in der jeweiligen Fremdsprache. Lernende können auf die deutsche Sprache zurückgreifen, wenn ihnen die mündliche bzw. schriftliche Darstellung des behandelten Gegenstandes nicht im gewünschten Umfang in der Fremdsprache möglich ist.