# Fachcurriculum im Fach Chemie

# Schuljahr 2023/24

## Inhaltsverzeichnis


**1 Formales**
1.1 Vorgaben
1.2 Mitglieder der Fachkonferenz
1.3 Aufgaben der Fachkonferenz
1.4 Aufgaben des Fachobmanns*/der Fachobfrau*

**2 Sicherheit**
2.1 Aufgaben des/der Sicherheitsbeauftragten*
2.2 Gefahrstoffbeauftragter/e*

**3 Fortbildungskonzept**
**4 Förderkonzept/ Berufsorientierung**
**5 Außerschulische Lernorte**
**6 Beiträge des Fachs Chemie zum Schulleben**
**7 Zusammenarbeit mit den Grundschulen**

**8 Leistungsbeurteilung**
8.1 Vorgaben
8.2 Vorgaben im Sekundarbereich I (gemäß KC SI 2015)
8.3 Vorgaben im Sekundarbereich II (gemäß KC SII 2022)
8.4 Gewichtung der Leistungen

**9 Innere Differenzierung**
**10 Abitur**
10.1 Schriftliche Abiturprüfung
10.2 Mündliche Abiturprüfung

**11 Eingeführte Schulbücher**
**12 Stundentafel für den SI für die Jhg 5-10**
**13 Einbindung von Medien**

**14 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum in der Sek I**
14.1 Beschreibung eines möglichen Unterrichtsverlauf
14.2 Tabellarische Übersicht zum möglichen Unterrichtsverlauf durch den SI

**15 Fächerverbindende Aspekte in der SI**

**16 Gemeinsame Fachbegriffe der NW in der SI**

**17 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum in der Einführungsphase**
17.1 Beschreibung eines möglichen Unterrichtsverlaufs durch die EF
17.2 Tabellarische Übersicht zum Unterrichtsverlauf durch die EF

**18 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum in der Qualifikationsphase**
18.1 Kursfolge am Gymnasium Oesede
18.2 Beschreibung eines möglichen Unterrichtsverlaufs durch die QP für eA-Kurse
18.3 Tabellarische Übersicht zum Unterrichtsverlauf durch die QP (für eA)

Anhang Operatorenliste des SI (KC 2015)
Anhang Operatorenliste des SII (KC 2022)

# 1 Formales

Die Fachkonferenz des Gymnasiums Oesede erstellt folgendes schulinternes Fachcurriculum. Dieses ist passend nach den geltenden Vorgaben erstellt und wird jedes Jahr durch die Fachgruppe evaluiert und fortgeführt. Das Fachcurriculum findet sich unter folgendem Link:
https://gymnasium-oesede.de/chemie/

## 1.1 Vorgaben

- Niedersächsisches Schulgesetz
- Bildungsstandards für die SI (2004)
- Bildungsstandards für die SII (2020)
- Kerncurriculum für die Schuljahrgänge 5-10 der Naturwissenschaften (2015)
- Kerncurriculum für das Gymnasium Sek II – Chemie (2022)

Hinweise:

- www.schure.de
- www.mk.niedersachsen.de
- www.nibis.de
- www.kmk.org
- www.bildungsserver,de

## 1.2 Mitglieder der Fachkonferenz des Gymnasiums Oesede (in alphabetischer Reihenfolge)

- Elternvertreterin 1: Dr. med. M. Bürkner
- Elternvertreterin 2: S. Middelberg
- Schülervertreterin 1: Leonie Reitzer
- Schülervertreterin 2: Malte Schotschki
- Das Kollegium: Frau Bornhorn, Frau Funke, Frau Gambietz, Frau Haase, Herr Holtmeyer, Frau Kursawe, Frau Landeck, Herr Lunte, Frau Rolf, Herr Schwegmann, Herr Spata, Frau Strüwer, Herr Tiemann

## 1.3 Aufgabe der Fachkonferenz

Das zuständige schulische Fachgremium hat unter anderem folgende Aufgaben: Es

- erarbeitet Unterrichtseinheiten bzw. Lernsituationen, die den Erwerb der erwarteten Kompetenzen ermöglichen, und beachtet dabei ggf. vorhandene regionale Bezüge,
- stimmt die schuleigenen Arbeitspläne der Einführungsphase auf die Arbeitspläne der abgebenden Schulformen ab,
- entscheidet, welche Schulbücher eingeführt werden sollen und trifft Absprachen über geeignete Materialien und Medien,
- trifft Absprachen zur einheitlichen Verwendung der Fachsprache und der fachbezogenen Hilfsmittel,
- erarbeitet Konzepte zur Aktualisierung und Weiterentwicklung der experimentellen Ausstattung unter Berücksichtigung von Schülerexperimenten,
- stellt sicher, dass für die Umsetzung des experimentellen Zentralabiturs die benötigte Ausstattung vorhanden ist,
- trifft Absprachen über den Einsatz von Experimenten in Arbeiten (Klausuren), auch zur Vorbereitung des experimentellen Abiturs,
- trifft Absprachen zur Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung,
- legt das Verhältnis von schriftlichen Leistungen und der Mitarbeit im Unterricht zur Gesamtbewertung fest,
- legt die Halbjahres- bzw. Semesterthemen und deren Reihenfolge fest,
- wirkt mit bei der Erstellung des fächerübergreifenden Konzepts zur beruflichen Orientierung und greift das Konzept im schuleigenen Arbeitsplan auf,
- unterstützt durch die Gestaltung von Lernsituationen verschiedene Formen des Lernens,
- entwickelt ein fachbezogenes Konzept zum Einsatz von Medien im Zusammenhang mit dem schulinternen Medienkonzept,
- wirkt mit bei der Entwicklung des Förder- und Forderkonzepts der Schule und stimmt die erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung ab,
- berät über individuelle Förder- und Forderkonzepte und Maßnahmen zur Binnendifferenzierung,
- initiiert und fördert Anliegen des Faches bei schulischen und außerschulischen Aktivitäten (z. B. Nutzung außerschulischer Lernorte, Besichtigungen, Projekte, Teilnahme an Wettbewerben etc.),
- initiiert Beiträge des Faches zur Gestaltung des Schullebens (Ausstellungen, Projekttage etc.),
- trägt zur Entwicklung des Schulprogramms bei,
- ermittelt Fortbildungsbedarfe, entwickelt Fortbildungskonzepte für die Fachlehrkräfte und informiert sich über Fortbildungsergebnisse.

Quelle: KC SII 2022

### 1.4 Aufgaben des Fachobmanns/ der Fachobfrau*

- Planung und Vorbereitung der Sitzungen der Fachkonferenz,
- Erstellung des Sitzungsprotokolls und Verteilung an die Fachkollegen und die Schulleitung,
- Vertretung des Faches in der Schulöffentlichkeit, z. B. in der Haushaltsberatung.
- Information der Schulleitung über Planungen des Fachbereichs,
- Ansprechpartner/-in* für die Schulleitung in fachspezifischen Fragen,
- Information der Fachgruppe über Veranstaltungen und Fortbildungsangebote,
- Bestellungen/Inventarisierung von Chemikalien, Büchern, Geräten usw.
- Planung der Fachprüfungsausschüsse für das Abitur.

## 2 Sicherheit

Die Fachlehrkraft ist für den ordnungsgemäßen Unterricht im Einsatz mit Experimenten verantwortlich. Zu Beginn eines jeden Schuljahres trifft sich die FK und es erfolgt eine allgemeine Sicherheitseinweisung für alle Lehrkräfte durch den/die Sicherheitsbeauftragten/e*. Zu Beginn jeden Schuljahres findet durch die Fachlehrkraft eine Sicherheitsbelehrung der Lernenden statt, die im Klassen- bzw. Kursbuch dokumentiert wird.
Gefährdungsbeurteilungen müssen nur für die Stoffe erstellt werden, die Gefahrstoffe sind, d.h. nicht für z. B. Wasser. Viele Gefährdungsbeurteilungen finden sich passgenau zu den Versuchen im eingeführten Schulbuch oder guten Materialien wie z. B. „Chemie aber sicher“. Zu Beginn eines Schuljahres erfolgt ein Beschluss der FK über den Umgang mit GBU. Gefährdungsbeurteilungen müssen dokumentiert werden, sie müssen aber nicht für die Lernenden als Kopie zur Verfügung gestellt werden. Die Lernenden müssen aber informiert sein, diese Verantwortung obliegt der Fachlehrkraft.

Wichtige Vorgaben zur Sicherheit:

- Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RISU), aktuelle Fassung unter mk.niedersachsen.de
- DEGINTU (kostenfrei, Anmeldung als Schule möglich), hier findet sich die aktuelle Stoffliste 213-098:
- http://degintu.klemeyer.net (Herr Klemeyer ist Sicherheitsbeauftragter für das Land Niedersachsen)
- gute Internetseite aus NRW: sichere Schule: https://www.sichere-schule.de
- viele fertige GBU finden sich unter www.experimentas.de

### 2.1 Aufgaben des/der Sicherheitsbeauftragten*

Vielfältige Informationen zur Arbeitssicherheit finden sich unter: http://nibis.ni.schule.de/

„Es gibt Sicherheitsbeauftragte für den äußeren und den inneren Schulbereich. Sicherheitsbeauftragte für den äußeren Bereich werden vom Schulträger bestellt.

Dienststellenleitungen sind verpflichtet, bei regelmäßig mehr als 20 Beschäftigten* unter Beteiligung der Personalvertretung, der Gleichstellungsbeauftragten und der Schwerbehindertenvertretung mindestens eine Sicherheitsbeauftragte oder einen Sicherheitsbeauftragten für den inneren Schulbereich zu bestellen (§ 22 SGB VII, Runderlass „Arbeitsschutz in Schulen“).

Die Anzahl der Sicherheitsbeauftragten sollte an die Erfordernisse der Dienststelle angepasst werden; hier kann die sächliche, räumliche und zeitliche Nähe zu den Beschäftigten* berücksichtigt werden.

Sicherheitsbeauftragte haben u. a. folgende Aufgaben, ohne selbst in diesem Bereich verantwortlich zu sein:

- Meldung von Unfall- und Gesundheitsgefahren an die Dienststellenleitung
- Unterstützung bei Einweisungen von neuen Beschäftigten* und bei Unterweisungen
- Überwachung der Funktionsfähigkeit von Schutzeinrichtungen und persönlichen Schutzausrüstungen
- Unterstützung der Dienststellenleitung bei der Durchführung der Maßnahmen zur Verhütung von Dienstunfällen und berufsbedingten Erkrankungen
- Zusammenarbeit mit den anderen Beauftragten bei der Vermeidung von Unfall- und Gesundheitsgefahren

Die Sicherheitsbeauftragten sollen anlassbezogen in dem notwendigen Umfang von ihrer Unterrichtsverpflichtung freigestellt werden (siehe Runderlass „Arbeitsschutz in Schulen"). Sie haben keine Weisungsbefugnis gegenüber den Beschäftigten*.

*[Der Begriff „Beschäftigte” umfasst die Beamtinnen und Beamten und die Tarifbeschäftigten des Landes Niedersachsen.]

- **Bestellung der Sicherheitsbeauftragten**

Sicherheitsbeauftragte werden schriftlich von der Schulleiterin oder dem Schulleiter unter Angabe des Zuständigkeitsbereichs bestellt. Bei der Auswahl der Sicherheitsbeauftragten bestimmt der Personalrat mit, die Schul-Gleichstellungsbeauftragte ist zu beteiligen. In gewerblichen berufsbildenden Schulen und in anderen größeren Schulen ist es sinnvoll, mehrere Sicherheitsbeauftragte zu bestellen, damit sie sich auf verschiedene Bereiche spezialisieren können.

Die Namen der bestellten Sicherheitsbeauftragten werden der zuständigen Fachkraft für Arbeitssicherheit, dem Arbeitsmediziner und dem Unfallversicherungsträger mitgeteilt.“

Quelle: https://www.arbeitsschutz-schulen-nds.de/verantwortung-organisation/organisation/beauftragungen/sicherheitsbeauftragte;
[hier gibt es ein Formular zu den Aufgaben der Sicherheitsbeauftragten]

**Sicherheitsbeauftragte:** Kathrin Haase

### 2.2 Gefahrstoffbeauftragte/r

Die Aufgabe besteht in der Katalogisierung der Gefahrstoffe. Mehr zu diesem Thema findet sich unter http://arbeitsschutz.nibis.de Hinweise zum Umgang mit Stoffen ebenfalls unter obiger Internetseite und http://arbeitsschutz.nibis.de/seiten/allgembild/chemie_ti/seiten/allg_che_gef_ti.html.

**Der/die Gefahrenbeautragte* der Schule ist**: Kathrin Haase

## 3 Fortbildungskonzept

- Fortbildungen werden von der Schulleitung unterstützt. Die Teilnehmenden einer Fortbildung berichten den Mitgliedern der Fachkonferenz über die Inhalte der Fortbildung auf einer Fachkonferenz.

## 4 Förder- und Forderkonzept/ Berufsorientierung

- Die Fachkonferenz schließt sich dem Schulcurriculum zur Berufsförderung sowie der Förderung und Forderung von SchülerInnen an. Im Rahmen des Kooperationsverbundes zur Förderung besonderer Begabungen werden besondere Arbeitsgemeinschaften angeboten. Besonders begabte und/oder interessierte SchülerInnen nehmen regelmäßig an chemischen Wettbewerben teil (Chemie - die stimmt, Jugend forscht, Das ist Chemie, Dechemax, Experimentierwettbewerb der Universität Oldenburg).

## 5 Außerschulische Lernorte

- Die Durchführung erfolgt in Eigenregie der Fachlehrkraft in Absprache mit der Schulleitung.

Mögliche Lernorte:

- Universität Oldenburg
- Schüler-Forschungs-Zentrum Osnabrück
- Universum Bremen
- Klimahaus Bremerhaven

- Hochschule Osnabrück
- Georgsmarienhütte GmbH
- Digitale Drehtür – Landesinstitut für Schule Bremen

## 6 Beiträge des Fachs Chemie für das Schulleben

- Tag der offenen Tür (nach dem Ablauf der Schule)
- Die Teilnahme an Wettbewerben wird befürwortet, dabei werden folgende Wettbewerbe an die Schülerschaft herangetragen: Jugend forscht, DECHEMAX, DICH, Chemie-Olympiade, Chemie – die stimmt. Die Liste der Wettbewerbe ist offen.
- Anregungen an die Oberstufe zu Hochschulinformationstagen, Sommer- und Herbstakademien
- Arbeitsgemeinschaften nach Absprache mit der Schulleitung

## 7 Zusammenarbeit mit den Grundschulen

Die FK schließt sich der Arbeit der Schule in der Zusammenarbeit mit den Grundschulen an. Für die Chemie gibt es kaum Anknüpfungspunkte aus der GS, lediglich die Dichte wird in den Grundschulen zum Teil erwähnt.

## 8 Leistungsbeurteilung

### 8.1 Vorgaben

- Erlasse z. B. zu schriftlichen Arbeiten/ die Arbeit in den Jahrgängen 5-10 unter www.schure.de und dem entsprechenden Stichwort

### 8.2 Sekundarbereich I (gemäß KC SI 2015)

„Leistungen im Unterricht sind in allen Kompetenzbereichen festzustellen. Dabei ist zu bedenken, dass die sozialen und personalen Kompetenzen, die über das Fachliche hinausgehen, von den im Kerncurriculum formulierten erwarteten Kompetenzen nur in Ansätzen erfasst werden.

Der an Kompetenzerwerb orientierte Unterricht bietet den Schülerinnen und Schülern einerseits ausreichend Gelegenheiten, Problemlösungen zu erproben, andererseits fordert er den Kompetenznachweis in Leistungssituationen. Ein derartiger Unterricht schließt die Förderung der Fähigkeit zur Selbsteinschätzung der Leistung ein. In Lernsituationen dienen Fehler und Umwege den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der produktive Umgang mit ihnen sind konstruktiver Teil des Lernprozesses. Für den weiteren

Lernfortschritt ist es wichtig, bereits erworbene Kompetenzen herauszustellen und Schülerinnen und Schüler zum Weiterlernen zu ermutigen.

In Leistungs- und Überprüfungssituationen ist das Ziel, die Verfügbarkeit der erwarteten Kompetenzen nachzuweisen. Leistungsfeststellungen und Leistungsbewertungen geben den Schülerinnen und Schülern Rückmeldungen über die erworbenen Kompetenzen und den Lehrkräften Orientierung für notwendige Maßnahmen zur individuellen Förderung. Neben der kontinuierlichen Beobachtung der Schülerinnen und Schüler im Lernprozess und ihrer individuellen Lernfortschritte, die in der Dokumentation der individuellen Lernentwicklung erfasst werden, sind die Ergebnisse mündlicher, schriftlicher und anderer fachspezifischer Lernkontrollen zur Leistungsfeststellung heranzuziehen.

In Lernkontrollen werden überwiegend Kompetenzen überprüft, die im unmittelbar vorangegangenen Unterricht erworben werden konnten. Darüber hinaus sollen jedoch auch Problemstellungen einbezogen werden, die die Verfügbarkeit von Kompetenzen eines langfristig angelegten Kompetenzaufbaus überprüfen. In schriftlichen Lernkontrollen sind alle drei Anforderungsbereiche „Wiedergeben und beschreiben“, „Anwenden und strukturieren“ sowie „Transferieren und verknüpfen“ zu berücksichtigen. Bei schriftlichen Lernkontrollen liegt der Schwerpunkt in der Regel in den Bereichen I und II. Festlegungen zur Anzahl der bewerteten schriftlichen Lernkontrollen trifft die Fachkonferenz auf der Grundlage der Vorgaben des Erlasses „Die Arbeit in den Schuljahrgängen 5 bis 10 des Gymnasiums“ in der jeweils gültigen Fassung.

Mündliche und fachspezifische Leistungen gehen mit einem höheren Gewicht in die Gesamtzensur ein als die schriftlichen Leistungen. Der Anteil der schriftlichen Leistungen an der Gesamtzensur ist abhängig von der Anzahl der schriftlichen Lernkontrollen innerhalb eines Schulhalbjahres. Der Anteil der schriftlichen Leistungen darf ein Drittel an der Gesamtzensur nicht unterschreiten.

Zu mündlichen und anderen fachspezifischen Leistungen zählen z. B.:

- Beiträge zum Unterrichtsgespräch
- Mündliche Überprüfungen
- Hausaufgaben
- zeitnahe kurze schriftliche Überprüfungen
- Unterrichtsdokumentationen (z. B. Protokoll, Lernbegleitheft, Lerntagebuch, Portfolio)
- Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Präsentationen, auch mediengestützt (z. B. durch Einsatz von elektronischen Medien, Plakat, Modell)

- Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung
- Langzeitaufgaben und Lernwerkstattprojekte
- Freie Leistungsvergleiche (z. B. Schülerwettbewerbe)

Bei kooperativen Arbeitsformen sind sowohl die individuelle Leistung als auch die Gesamtleistung der Gruppe in die Bewertung einzubeziehen. So werden neben methodisch-strategischen auch die sozial-kommunikativen Leistungen angemessen berücksichtigt.
Die Grundsätze der Leistungsfeststellung und -bewertung müssen für Schülerinnen und Schüler sowie für die Erziehungsberechtigten transparent sein."

Quelle: KC SI 2015

### 8.3 Sekundarbereich II (Quelle: KC SII 2022)

„Leistungen im Unterricht sind in allen Kompetenzbereichen festzustellen. Dabei ist zu bedenken, dass die sozialen und personalen Kompetenzen, die über das Fachliche hinausgehen, von den im Kerncurriculum formulierten erwarteten Kompetenzen nur in Ansätzen erfasst werden.
Der an Kompetenzerwerb orientierte Unterricht bietet den Lernenden einerseits ausreichend Gelegenheiten, Problemlösungen zu erproben, andererseits fordert er den Kompetenznachweis in Leistungssituationen. Ein derartiger Unterricht schließt die Förderung der Fähigkeit zur Selbsteinschätzung der Leistung ein. In Lernsituationen dienen Fehler und Umwege den Lernenden als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der produktive Umgang mit ihnen sind konstruktiver Teil des Lernprozesses. Für den weiteren Lernfortschritt ist es wichtig, bereits erworbene Kompetenzen herauszustellen und Lernende zum Weiterlernen zu ermutigen.
In Leistungs- und Überprüfungssituationen ist das Ziel, die Verfügbarkeit der erwarteten Kompetenzen nachzuweisen. Leistungsfeststellungen und Leistungsbewertungen geben den Lernenden Rückmel-dungen über die erworbenen Kompetenzen und den Lehrkräften Orientierung für notwendige Maßnahmen zur individuellen Förderung. Neben der kontinuierlichen Beobachtung der Lernenden im Lernprozess und ihrer individuellen Lernfortschritte, sind die Ergebnisse der Arbeiten (Klausuren) und der Mitarbeit im Unterricht heranzuziehen.
In Arbeiten (Klausuren) werden überwiegend Kompetenzen überprüft, die im unmittelbar vorangegan-genen Unterricht erworben werden konnten. Darüber hinaus sollen auch Problemstellungen einbezogen werden, die die Verfügbarkeit von Kompetenzen eines langfristig angelegten Kompetenz-aufbaus überprüfen. Aufgaben sind operationalisiert und in der Regel materialgebunden. Teilaufgaben sollen unabhängig von Ergebnissen vorausgegangener Teilaufgaben lösbar sein. In Arbeiten (Klausuren) sind alle drei Anforderungsbereiche zu berücksichtigen. Dabei liegt der Schwerpunkt im Anforderungsbereich II, den Anforderungsbereich I gilt es stärker zu berücksichtigen als den Anforderungsbereich III. Alle Hilfsmittel, die in der Abiturprüfung benutzt werden sollen, müssen im Unterricht und in den Arbeiten (Klausuren) mehrfach verwendet worden sein. Festlegungen zur Anzahl der bewerteten

schriftlichen Arbeiten an allgemein bildenden Schulen regelt die Verordnung über die gymnasiale Oberstufe (VO-GO) in der jeweils gültigen Fassung.
Zur Ermittlung der Gesamtzensur sind die Ergebnisse der Arbeiten (Klausuren) und die Bewertung der Mitarbeit im Unterricht heranzuziehen. Der Anteil der schriftlichen Leistungen darf ein Drittel an der Gesamtzensur nicht unterschreiten und 50 % nicht überschreiten.
Zur Mitarbeit im Unterricht (mündliche und andere fachspezifische Leistungen/Handlungsergebnisse) zählen z. B.:

- sachbezogene und kooperative Teilnahme am Unterrichtsgespräch
- Erheben relevanter Daten (z. B. Informationen sichten, gliedern und bewerten, in unterschied-lichen Quellen recherchieren, Interviews und Meinungsumfragen durchführen)
- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten
- Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung
- Unterrichtsdokumentationen (z. B. Protokolle, Arbeitsmappen, Materialdossiers, Portfolios)
- Präsentationen, auch mediengestützt (z. B. Referate, Vorstellung eines Thesenpapiers, Erläu-terung eines Schaubildes, Darstellung von Arbeitsergebnissen)
- verantwortungsvolle Zusammenarbeit im Team (z. B. planen, strukturieren, reflektieren, präsentieren)
- Umgang mit Medien und anderen fachspezifischen Hilfsmitteln
- Anwenden und Ausführen fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Anfertigen von Ausarbeitungen (z. B. Erklärvideos, Plakate)
- mündliche Überprüfungen und kurze schriftliche Lernkontrollen
- häusliche Vor- und Nachbereitung
- freie Leistungsvergleiche oder individuelle Projekte (z. B. Teilnahme an Schülerwettbewerben)

Bei kooperativen Arbeitsformen sind sowohl die individuelle Leistung als auch die Gesamtleistung der Gruppe in die Bewertung einzubeziehen. So werden neben methodisch-strategischen auch die sozial-kommunikativen Leistungen angemessen berücksichtigt.
Festlegungen zu Art und Anzahl der bewerteten Lernkontrollen an Beruflichen Gymnasien treffen die Schulen in eigener Verantwortung. Die Grundsätze der Leistungsfeststellung und -bewertung müssen für Lernende sowie für die Erziehungs-berechtigten transparent sein. Im Laufe des Schulhalbjahres/Semesters sind die Lernenden mehrfach über ihren Leistungsstand zu informieren.“

## 4 Gewichtung der Leistungen

<table>
<tr><th>Jahrgang</th><th>1. Halbjahr: Anzahl/ Dauer</th><th>2. Halbjahr: Anzahl/ Dauer</th><th>Gewichtung der Beurteilung</th><th>Anmerkung</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Sekundarstufe I</td></tr>
<tr><td>Klasse 6</td><td>1/ 1h</td><td>1/ 1h</td><td rowspan="5">Die mündliche Mitarbeit wird stärker gewichtet als die schriftliche Leistung: mündl. 60%, schriftl. 40% (FK vom 13.02.2007)</td><td></td></tr>
<tr><td>Klasse 7</td><td colspan="2">kein Unterricht</td><td>kein Unterricht</td></tr>
<tr><td>Klasse 8</td><td>1/ 1h</td><td>1/ 1h</td><td></td></tr>
<tr><td>Klasse 9</td><td colspan="2">1/ 1h</td><td>epochal</td></tr>
<tr><td>Klasse 10</td><td>1/ 1h</td><td>1/ 1h</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Sekundarstufe II</td></tr>
<tr><td>Einführungsphase</td><td>1/ 1h*</td><td>1/ 1h*</td><td></td><td>*eine der beiden Klausuren 2h</td></tr>
<tr><td>Qualifikationsphase</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Q 1 grundlegendes Anforderungsniveau</td><td>2/ 2h;<br>2. Klausur nur P4 und P5</td><td>1/ 2h</td><td rowspan="4">Bei 1 Klausur pro Halbjahr: mündlich 60%/ schriftl. 40%<br><u>Ausnahme:</u> Im 2. Halbjahr der Q2 erfolgt die Gewichtung: mündlich 50%/ schriftl. 50% (FK-Beschluss vom 26. 09. 2019)<br>Bei 2 Klausuren pro Halbjahr: mündlich 50%, schriftl. 50% (FK-Beschluss vom 28. 09. 2017)</td><td>1. Halbjahr: 2. Klausur nur P4 und P5</td></tr>
<tr><td>Q 1 erhöhtes Anforderungsniveau</td><td>2/ 1. Klausur 2h;<br>2. Klausur 4h</td><td>1/ 4h</td><td>Klausuren (4h) nach Möglichkeit mit Experiment</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Q 2 grundlegendes Anforderungsniveau</td><td rowspan="2">1/ P4: Klausur unter Abiturbedingungen (4h); P5 und Abdecker: 2h</td><td rowspan="2">1/ 2h</td><td></td></tr>
<tr><td>Klausur (6h) nach Möglichkeit mit Experiment</td></tr>
<tr><td>Q 2 erhöhtes Anforderungsniveau</td><td>1/ Klausur unter Abiturbedingungen (6h)</td><td>1/ 4h</td><td></td></tr>
</table>

## 9 Innere Differenzierung

„Aufgrund der unterschiedlichen Lernvoraussetzungen, der individuellen Begabungen, Fähigkeiten und Neigungen sowie des unterschiedlichen Lernverhaltens sind differenzierende Lernangebote und Lernanforderungen für den Erwerb der vorgegebenen Kompetenzen unverzichtbar. Innere Differenzierung als Grundprinzip in jedem Unterricht zielt auf die individuelle Förderung der Schülerinnen und Schüler ab. Dabei werden Aspekte wie z. B. Geschlecht, Alter, sozialer, ökonomischer und kultureller Hintergrund, Begabungen und motivationale Orientierungen, Leistungsfähigkeit und Sprachkompetenz berücksichtigt.

Aufbauend auf einer Diagnose der individuellen Lernvoraussetzungen unterscheiden sich die Lernangebote z. B. in ihrer Offenheit und Komplexität, dem Abstraktionsniveau, den Zugangsmöglichkeiten, den Schwerpunkten, den bereitgestellten Hilfen und der Bearbeitungszeit. Geeignete Aufgaben zum Kompetenzerwerb berücksichtigen immer das didaktische Konzept des Unterrichtsfaches. Sie lassen vielfältige Lösungsansätze zu und regen die Kreativität von Schülerinnen und Schülern an.

Vor allem leistungsschwache Schülerinnen und Schüler brauchen zum Erwerb der verpflichtend erwarteten Kompetenzen des Kerncurriculums vielfältige Übungsangebote, um bereits Gelerntes angemessen zu festigen. Die Verknüpfung mit bereits Bekanntem und das Aufzeigen von Strukturen im gesamten Kontext des Unterrichtsthemas erleichtern das Lernen.

Für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler werden Lernangebote bereitgestellt, die deutlich über die als Kern an alle Schülerinnen und Schüler bereits gestellten Anforderungen hinausgehen und einen höheren Anspruch haben. Diese Angebote dienen der Vertiefung und Erweiterung und lassen komplexe Fragestellungen zu.

Innere Differenzierung fordert und fördert fächerübergreifende Kompetenzen wie das eigenverantwortliche, selbstständige Lernen und Arbeiten, die Kooperation und Kommunikation in der Lerngruppe sowie das Erlernen und Beherrschen wichtiger Lern- und Arbeitstechniken. Um den Schülerinnen und Schülern eine aktive Teilnahme am Unterricht zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, sie in die Planung des Unterrichts einzubeziehen. Dadurch übernehmen sie Verantwortung für den eigenen Lernprozess. Ihre Selbstständigkeit wird durch das Bereitstellen vielfältiger Materialien und dem Ermöglichen von eigenen Schwerpunktsetzungen gestärkt.

Um die Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler zu fördern, stellt die Lehrkraft ein hohes Maß an Transparenz über die Lernziele, die Verbesserungsmöglichkeiten und die Bewertungsmaßstäbe her. Individuelle Lernfortschritte werden wahrgenommen und den Lernenden zurückgespiegelt. Im Rahmen von Lernzielkontrollen gelten für alle Schülerinnen und Schüler einheitliche Bewertungsmaßstäbe.

Die Differenzierung im naturwissenschaftlichen Unterricht kann durch verschiedene pädagogische, didaktische und organisatorische Maßnahmen umgesetzt werden.
Beispiele dafür sind:

- Lerntempo: Die Lernzeit im Unterricht wird unterschiedlich genutzt, sowohl in Bezug auf Art, Reihenfolge und Umfang der Aufgaben als auch in Bezug auf die benötigte Bearbeitungszeit.
- Grad der Selbstständigkeit bei der Bearbeitung von Aufgaben: Die Schülerinnen und Schüler erhalten unterschiedlich vorstrukturierte Aufgabenstellungen.
- Aufgabenangebot: „Nicht alle müssen alles lernen.“ Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich mit unterschiedlichen Schwerpunkten und haben Auswahlmöglichkeiten bei der Aufgabenstellung.
- Komplexität: Aufgabenarten mit unterschiedlichen Abstraktionsniveaus ermöglichen Lösungswege unterschiedlicher Komplexität. Dabei werden Lernende zur selbstständigen begründeten Auswahl befähigt.
- Zugangsmöglichkeiten: Durch Vielfalt im Medieneinsatz und Methodenauswahl werden verschiedene Lerntypen angesprochen.
- Herangehensweisen an die Inhalte: Während die eine Lerngruppe konkret und praktisch arbeitet, könnte sich die andere Lerngruppe mit demselben Inhalt vertiefend und abstrahierend beschäftigen.
- Hilfestellungen: Schülerinnen und Schüler bekommen individuelle Hilfen durch Materialien mit unterschiedlich hohem Informationsgehalt, die die drei Anforderungsbereiche berücksichtigen.
- Vorerfahrungen: Schülerinnen und Schüler können je nach Vorerfahrung individuell im Unterricht mitwirken, indem sie eigene Interessen einbringen und eigene Schwerpunkte wählen.“

Quelle: KC SI 2015

## 10 Abitur

- Die Fachprüfungsausschüsse werden nach Absprache zusammengesetzt.
- Alle wichtigen Erlasse finden sich unter www.schure.de Stichwort Abitur
- Struktur von schriftlichen und mündlichen Prüfungsaufgaben in BISTA 2020

### 10.1 Schriftliche Abiturprüfung:

- Durchführung der schriftlichen Prüfung nach den Vorgaben der Schule.
- Umsetzung für das experimentelle Abitur: Aufsicht im Experimentalraum durch Fachlehrkraft zwingend

Zur Umsetzung der geforderten Prüfungsaufgaben in schriftlichen Abiturprüfungen beschließt die FK, dass Klausuren in der Qualifikationsphase mehrfach einen experimentellen Teil aufweisen, sowie, dass die abiturvorbereitenden Klausur im Sinne der zentralen Prüfungen dargestellt wird und möglichst einen experimentellen Anteil aufweist.
Anforderungen an eine Prüfungsaufgabe im Sinne der BISTA 2020:

- Die Prüfungsaufgabe muss Leistungen in allen Anforderungsbereichen fordern, dabei im Schwerpunkt den AFB II. Die Gewichtung in zentralen Abituraufgaben ist i.d.R. AFBI:II:III 35%:50%:15%
- Die Prüfungsaufgabe besteht aus drei Aufgaben, die Prüflinge wählen aus 4 aus, davon hat eine Aufgabe einen experimentellen Anteil.
- Die Aufgaben sind in BE gleich gewichtet und weisen alle die Gesamtheit der Kompetenzbereiche auf. Durch Kombination der Aufgaben wird in der Gesamtheit der Prüfungsaufgabe der Semesterübergriff gewährleistet.
- Die Prüfungsaufgabe insgesamt bezieht sich auf mindestens zwei der in den BISTA aufgeführten Inhaltsbereichen („Stoffe, Strukturen, Eigenschaften“, „Chemische Reaktionen“, „Arbeitsweisen“ sowie „Lebenswelt und Gesellschaft“)
- Die Aufgaben haben einen Materialbezug.
- Die Teilaufgaben müssen operationalisiert sein.
- Zugelassene Hilfsmittel sind anzugeben.
- Die Bewertung erfolgt nach KMK-Beschluss.
- Das gesamte Notenspektrum muss erreichbar sein.
- Aus der Korrektur muss die Bewertung transparent werden.
- Abiturgutachten müssen aussagekräftig sein und eine Zusammenfassung über Güte und Mängel der einzelnen Aufgaben als auch übergeordnete Bezüge (zu Fachsprache und Sprache allgemein) enthalten.
- Die Korrektur der Abiturklausuren und die Erstellung der Gutachten erfolgt in der Fachgruppe Chemie einheitlich und unter Absprachen. Neue Kolleginnen und Kollegen werden im Vorfeld mit einbezogen.
- Die Regelung zur Bewertung der Sprachrichtigkeit wird eingehalten.

## 10.2 Mündliche Abiturprüfung

**Vorgaben (BISTA 2020)**

Die mündliche Prüfung wird von der Fachlehrkraft erstellt, die Abgabefristen erfolgen gemäß der Vorgabe der Schule. Mündliche Aufgaben sollten mit den Lernenden im Unterricht geübt werden, damit die Umsetzung in der mündlichen Abiturprüfung erfolgen kann. Die Umsetzung der mündlichen Prüfung erfolgt nach den Vorgaben der Schule.

Anforderungen an eine mündliche Prüfungsaufgabe:

- Mindestens zwei der in den BISTA genannten Inhaltsbereiche werden angesprochen.
- Mehrere Kompetenzbereiche werden angesprochen
- Die Aufgabenstellung muss einen gut leistbaren Einstieg erlauben.
- In Chemie sind fachpraktische Anteile in einer mündlichen Prüfung möglich (hier obliegt die Umsetzung der Fachlehrkraft).
- Der Semesterübergriff kann in der zur erarbeitenden Aufgabe vom Prüfling erfolgen oder in Zusammenhang mit dem anschließenden Prüfungsgespräch.
- Die Teilaufgaben müssen einen freien Vortrag des Prüflings ermöglichen.
- Das Prüfungsgespräch muss unterschiedliche Kompetenzbereiche ansprechen.
- Das Prüfungsgespräch muss dem Prüfling Raum für offenen Gestaltung ermöglichen (keine zu enge Gesprächsführung)
- Die Darstellung des Prüflings als auch der Umgang mit Fragen im Prüfungsgespräch bieten Bewertungsmöglichkeiten. Mögliche Bewertungskriterien finden sich in den BISTA.
- In der Gesamtanlage der Prüfung sollten alle Noten erreichbar sein.

## 11 Eingeführte Schulbücher

**Jahrgang 6**

- Elemente Chemie 5/6 Ausgabe - Niedersachsen 2015, Stuttgart, Leipzig (Ernst Klett Verlag), ISBN: 978-3-12-756331-3 (FK-Beschluss vom 26.09.2019)

**Jahrgang 8**

- Chemie heute SI - Aktuelle Ausgabe für Niedersachsen, Teilband 1
  ISBN: 978-3-507-88053-5
  (FK-Beschluss vom 16.03.2015)

**Jahrgang 9 / 10**

- Chemie heute S I – Gesamtband – Aktuelle Ausgabe – BiBox – Einzellizenz für Schüler/-innen ISBN: 978-3-507-67257-4, Artikelnummer: WEB-507-67257

(FK-Beschluss vom 03.02.2022)

**Jahrgang 11**

- Chemie heute SII - Aktuelle Ausgabe für Niedersachsen BiBox - Das digitale Unterrichtssystem Einführungsphase – Einzellizenz für Schüler/-innen
  ISBN: 978-3-507-11356-5
  Artikelnummer: WEB-507-11356
  (FK-Beschluss vom 09.02.2023)

**Jahrgang 12 /13**

- Chemie heute S II – Niedersachsen Gesamtband, hrsg. v. M. Maybaum, R. van Nek, R. Schulte-Coerne, B. Sieve, Braunschweig (Westermann-Verlag) 2018

  ISBN 978-3-507-11349-7
  ODER
- Chemie heute S II – Niedersachsen Gesamtband– Bibox Einzellizenz für Schüler/-innen
  ISBN 978-3-507-11358-9
  (FK-Beschluss vom 03.02.2022)

## 12 Stundentafel für die SI für die SJ 5-10

| Bereich | Aufga-benfeld | Fach | Schuljahrgang | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pflichtunterricht | A | Jahrgang | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | Deutsch | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| | | Erste Fremdsprache | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| | | Zweite Fremdsprache (FR/LA) | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| | | Spanisch | | | | | | | 4[1] |
| | | Musik[2] | 2 | 2 | 2 | - | 2 | 1 | 2[3] |
| | | Darstellendes Spiel | | | | | | | |
| | | Kunst | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | |
| | B | Geschichte | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | | Erdkunde[4] | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | | Politik-Wirtschaft | - | - | - | 2 | 2 | 2 | 3 |
| | | Religion/Werte und Normen | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | C | Mathematik | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| | | Biologie | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | | Chemie | - | 2 | - | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | | Physik | 1 | - | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | | Informatik | 1 | | | | | | |
| | | Sport | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Verfügungsstunde | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| Schülerpflichtstundenzahl | | | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |

[1] Spanisch kann ab Klasse 11 als zusätzliche dritte Fremdsprache belegt werden. Es ist ebenfalls möglich, in Klasse 11 die bisherige zweite Fremdsprache durch Spanisch zu ersetzen.
[2] Musikklasse: in Klasse 6 dreistündig, in Klasse 8 zweistündig
[3] Je Halbjahr eines der Fächer Darstellendes Spiel, Kunst oder Musik (jeweils zweistündig)
[4] Bilinguales Angebot ab Klasse 6

## 13 Einbindung von Medien

Die FK legt keinen verbindlichen Einsatz von Medien fest, es obliegt der Fachlehrkraft an geeigneten Stellen eine Medienkompetenz zu schulen. Die Beachtung der im Methoden- bzw. Mediencurriculum der Schule beschriebenen Einsätzen ist zu beachten.

## 14 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum in der Sek I

**Hinweise zum Unterricht mit dem KC Chemie**
Für den Kompetenzaufbau eignen sich vielfältige unterschiedliche Kontexte. Durch lebensweltliche Bezüge wird im Chemieunterricht eine hohe Schülermotivation erreicht. Die Hinweise zeigen Möglichkeiten auf, den Unterricht zu strukturieren.

**Unterrichtliche Hinweise für die Jahrgänge 5/6**
Im Folgenden werden drei alternative Unterrichtseinheiten skizziert.

**Variante Vorkoster:**
Über die Frage der Funktion eines Vorkosters werden die Schülerinnen und Schüler zur Untersuchung eigener Sinneswahrnehmungen angeregt. Durch die Begrenztheit ihrer Sinneswahrnehmungen erfahren die Lernenden die Bedeutung der Chemie als Wissenschaft. Diese erarbeiten die Schülerinnen und Schüler anhand der Durchführung von Nachweisreaktionen. In dieser Einheit werden an passenden Beispielen aus dem Alltag, z. B. Cola, Stoffeigenschaften in Form von Steckbriefen, Trennverfahren und Indikatoren behandelt.

**Variante Schokolade:**
Ausgehend vom Vergleich verschiedener Schokoladen werden deren Inhaltsstoffe (Fett, Zucker, Kakao) isoliert und identifiziert. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Trennverfahren und lernen Nachweismethoden kennen. Dazu sind Kenntnisse über Stoffe und Stoffeigenschaften notwendig; hierzu werden Steckbriefe erstellt. Die eigene Herstellung von Schokolade rundet die Unterrichtseinheit ab. Fächerverbindende Bezüge können zu Biologie (Ernährung, Kakaopflanze), zu Geschichte und zu Kunst (Werbeplakate für die eigene Schokolade) hergestellt werden. Bei der Betrachtung von bunten Schokoladenprodukten lässt sich das Trennverfahren Chromatographie behandeln.

**Variante Wasserkreislauf:**
Über die Frage der globalen Verfügbarkeit von Trinkwasser wird der natürliche Wasserkreislauf betrachtet. Im Mittelpunkt stehen die Änderung der Aggregatzustände und verschiedene Stoffgemische (Salzwasser, Süßwasser, Trinkwasser, Regenwasser). Der natürliche Wasserkreislauf wird mit dem vom Menschen beeinflussten verglichen. Hierbei ergeben sich die Betrachtungen weiterer Stoffgemische (Suspension, Emulsion) und die Einführung von Trennverfahren (Süßwassergewinnung, Klärwerke). Abschließend wird der eigene Wasserverbrauch betrachtet und bewertet.

**Teilchen / Bausteine bauen Stoffe auf**

Das Teilchenmodell / Bausteinmodell sollte erst im Jahrgang 6 eingeführt werden. Je nach Unterrichtsverlauf kann die Einführung in eine Unterrichtseinheit integriert werden.
Es können Experimente zu Diffusion und zu „molekularem Sieben“ durchgeführt werden, an denen sich die Grundlagen für das Teilchenmodell / Bausteinmodell erarbeiten lassen. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten mit der Modellvorstellung, indem sie diese auf Aggregatzustände, Stoffgemische und Stofftrennverfahren anwenden. Dabei erkennen sie den Nutzen von Modellen zur Deutung von auf der Stoffebene beobachtbaren Vorgängen. Der Einsatz unterschiedlicher Anschauungs-modelle (unterstützt durch Animationen) ist in dieser Altersstufe besonders wichtig.

## Unterrichtliche Hinweise für die Jahrgänge 7/8

### Quantifizierbare Stoffeigenschaften

Anknüpfend an die Kenntnisse aus den Jhg 5/6 stehen quantifizierende Stoffeigenschaften im Mittelpunkt. Dabei wird das Wissen über Siedetemperaturen durch die Aufnahme von Siedediagrammen erweitert.
An Alltagsbeispielen (z. B. Cola, Salzwasser) wird die Dichte als weitere Stoffeigenschaft erarbeitet. Über Experimente (Empfehlung: Einsatz von Spritzen) ermitteln die Schülerinnen und Schüler Daten, die sie in Masse-Volumen-Diagrammen grafisch darstellen. Aus dem Zusammenhang lässt sich die Größengleichung der Dichte erkennen. Die Schülerinnen und Schüler lesen Daten aus grafischen Darstellungen ab, es sollen keine Termumformungen erfolgen.

### Verbrennungsreaktionen

Anhand von Verbrennungsreaktionen (z. B. Kerze, Motor, Diamant, Unfall in einer Feuerwerksfabrik) wird die chemische Reaktion als Vorgang, bei dem die Ausgangsstoffe nicht mehr vorliegen und gleichzeitig neue Stoffe entstehen, experimentell erarbeitet. Nachweisreaktionen (Sauerstoff, Wasser, Kohlenstoffdioxid) werden angewendet. Als weiteres Kennzeichen chemischer Reaktionen wird die Energieumwandlung betrachtet.
Als Rückbezug zu den Fachinhalten der Jhg. 5/6 werden chemische Reaktionen experimentell von Aggregatzustandsänderungen abgegrenzt (z.B. „Wasserfahrstuhl“, De Vries, Oetken, Paschmann: „Wasserkochen“ – ein scheinbar trivialer Vorgang. Chemkon 2/2002). An dieser Stelle bietet es sich an, Versuche zu Aggregatzustandsänderungen und chemischen Reaktionen arbeitsteilig durchführen und auswerten zu lassen.

### Vom Stoffkreislauf zum Atommodell

Einzelne Reaktionen des Kohlenstoffkreislaufs werden experimentell erarbeitet und in Form eines Kreisprozesses dargestellt. Aus den Beobachtungen wird gefolgert, dass die Kohlenstoffatome (einfaches Atommodell) erhalten bleiben. Die Atomsymbole werden

eingeführt. Den Lernenden wird deutlich, dass das Teilchenmodell / Bausteinmodell hier an seine Grenzen stößt und das Atommodell eingesetzt werden muss (Rückbezug zum Teilchenmodell aus den Jhg. 5/6). Die Schülerinnen und Schüler führen verschiedene Experimente zum Gesetz der Erhaltung der Masse durch. Die Massenerhaltung bei chemischen Reaktionen wird mit dem Atommodell gedeutet. (Verbrennungsreaktionen im geschlossenen System: z. B. „Boyle-Versuch“ (Literatur: Johannsmeyer, Bley, Friedrich, Oetken: Die Masse des „Nichts“ – der Boyle-Versuch im neuen Lichte. Chemkon 3/2001 // Friedrich, Oetken, Johannsmeyer, Schneider: Der Kohlenstoffkreislauf. PdN-ChiS 6/54), Verbrennung von Streichholzköpfen, Verbrennung von Metallen).

**Katalysator**
Die Einführung des Katalysators sollte in Absprache mit der Biologie erfolgen, da sich an dieser Stelle ein Fächerübergriff anbietet.

**Metallgewinnung**
Das Kupferbeil des Ötztalmenschen liefert die Problemstellung zur Gewinnung von Kupfer aus Erzen. Die Schülerinnen und Schüler planen Experimente, führen diese durch und entwickeln sie weiter. Nachweisreaktionen werden angewendet. Die historische Kupfergewinnung wird besprochen. Sauerstoffübertragungsreaktionen werden weiterführend an unterschiedlichen Beispielen behandelt (Einbeziehung von Nichtmetallen). Technische Prozesse zur Metallgewinnung (Hochofenprozess, Thermitverfahren) und die Bedeutung der Metalle (Stahl, Edelmetalle) werden erarbeitet.

**Chemische Symbolsprache**
In dieser Altersstufe ist es wichtig, ein Verständnis für die chemische Formel als Angabe eines Atomanzahlverhältnisses zu entwickeln. Formeln werden sowohl in Beziehung zu den Massenverhältnissen bei chemischen Reaktionen (Stoffebene) als auch zu den Atommassen (Teilchenebene) gesetzt. Einer chemischen Formel kann nicht entnommen werden, ob es sich um abgeschlossene Atomverbände (Moleküle) oder um Ausschnitte aus Gitterverbänden (z. B. Salze) handelt. Zur Veranschaulichung von Formeln werden verschiedene Modelltypen (Molekülbaukästen, Gittermodelle) eingesetzt.
Die Formelermittlung aus experimentellen Daten wird exemplarisch aufgezeigt. Zur Auswertung der Experimente wird die Proportionalität zwischen abwägbarer Stoffportion und Atomanzahl herangezogen. Anhand eines m-N-Diagramms für ein bestimmtes Element sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, die Atomanzahl anzugeben, die eine vorgegebene Stoffportion aufbaut. Weiterhin sollten die Lernenden aus der vorgegebenen Atomanzahl die Masse einer Stoffportion anhand des Diagramms ablesen können. An dieser Stelle soll noch nicht die Stoffmenge (n) eingeführt werden.

Durch Anwendung der Kenntnisse über die Erhaltung der Atome und die Bildung konstanter Atomanzahlverhältnisse in Verbindungen werden Reaktionsgleichungen erstellt.

**Unterrichtliche Hinweise für die Jahrgänge 9/10**

**Gase**

Über Kontexte (Zeppelin, Ballonfahrten, Wetterballon) werden die Eigenschaften verschiedener Gase untersucht. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten qualitativ das gleiche Verhalten verschiedener Gase bei Druck- und Temperaturänderungen. Die experimentelle Untersuchung verschiedener Gase lässt sich gut mit Spritzentechnik umsetzen (Dichte: Rückbezug zu den Jhg. 5/6).

Ausgehend von der Dichte verschiedener Gase wird das Gesetz von Avogadro eingeführt. Dieses wird auf Teilchenebene gedeutet. Die Anwendung des Gesetzes führt zu der Erkenntnis, dass bestimmte Gase aus zweiatomigen Molekülen bestehen (Literatur: Baalmann et al.: Ein neuer Weg zur Avogadro-Theorie. Chemkon 1/1998).

**Elementfamilien**

Verpflichtend nach dem Kerncurriculum ist die Behandlung der Elementfamilien der Alkalimetalle und Halogene.

Alltagsbezüge sind ein Schwerpunkt bei der Behandlung dieser beiden Elementfamilien. Unfälle mit Rohrreinigern liefern die Problemstellung zur experimentellen Untersuchung ihrer Wirkungsweise (Zusammensetzung mit/ohne Aluminium beachten). Die Untersuchungsergebnisse führen sowohl zur Erklärung der Unfälle, als auch zur Erkenntnis, dass die Zusammensetzung der Rohrreiniger aus Sicherheitsgründen verändert wurde. Der zentrale Stoff im Rohrreiniger ist Natriumhydroxid. Natriumhydroxid wird experimentell durch eine Reaktion mit z. B. Zink oder Eisen untersucht. Reaktionen zur Herstellung von Natriumhydroxid können von den Schülerinnen und Schülern geplant werden, die experimentelle Überprüfung (Verbrennung von Natrium / Natrium und Wasser) erfolgt in Lehrerdemonstrations-versuchen.

Diese führen zur Einführung von Natrium als faszinierendem Metall. Die Periodizität der Eigenschaften der Alkalimetalle wird anhand eines experimentellen Vergleiches von Natrium mit Lithium (Schülerversuche mit Lithium sind gestattet) und anhand weiterer Materialien recherchiert. Reaktionen von Kalium, Rubidium, Cäsium können mithilfe von Filmsequenzen visualisiert werden.

Ausgehend vom Einsatz von Chlorverbindungen (Hypochlorit) erfolgt ein alltagsbezo-gener Zugang zum Stoff Chlor. Die Reaktivität und die Herstellung von Chlor lassen sich experimentell durch den Einsatz von Spritzen untersuchen. Anhand der Reaktion von Natrium und Chlor wird deutlich, dass die Reaktion zweier Gefahrstoffe zu einem ungefährlichen Produkt führen kann. Nachweisreaktionen zu Alkalimetallverbindungen sowie Halogeniden können an dieser Stelle eingeführt werden. Abschließend

erfolgt eine kritische Betrachtung der Chlorchemie z. B. in Form einer Podiumsdiskussion. Vergleichende Betrachtungen zu weiteren Halogenen erfolgen durch Recherche sowie Filmsequenzen.

Die fachsprachliche Differenzierung zwischen Halogenen und Halogeniden, Alkalimetallen und Alkalimetallverbindungen wird an Alltagsprodukten (z. B. Halogenlampen, Zahnpasta, Mineralwasser, Desinfektionsmittel, Speisesalz, selbsttönende Sonnenbrillen) eingeübt. Der Halogenidnachweis sowie die Flammenfärbung werden experimentell durchgeführt.

**Berechnung von Stoffumsätzen**
Anhand von kontextbezogenen Reaktionen werden Stoffmengenumsätze berechnet. Bezogen auf eine bekannte Reaktion (z. B. Verbrennung von Kohlenstoff, Rückbezug Klasse 7) wird eine Fragestellung (Wie viel Gramm Kohlenstoffdioxid entstehen bei der Verbrennung von x g Kohlenstoff?) aufgeworfen. Die Lösung der Aufgabe erfolgt in folgenden Schritten:

- Aufstellen der Reaktionsgleichung in der Symbolsprache
- Anhand des m-N-Diagramms für Kohlenstoff (Klasse 8) wird die Anzahl der Kohlenstoffatome in x g Kohlenstoff ermittelt.
- Dieses entspricht der Anzahl der Kohlenstoffdioxidmoleküle und der reagierenden Sauerstoffmoleküle (Bezug Reaktionsgleichung).
- Die Anzahl der reagierenden Sauerstoffmoleküle wird mithilfe des m-N-Diagramms für Sauerstoff ermittelt.
- Durch Anwendung des Gesetzes der Erhaltung der Masse wird die Masse des entstehenden Kohlenstoffdioxids ermittelt.

Anhand der m-N-Diagramme für Kohlenstoff, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid wird ermittelt, welche Teilchenmasse jeweils einer Anzahl $N = 6 \cdot 10^{23}$ Teilchen entspricht. Die Stoffmengeneinheit „mol“ wird als Vereinfachung der Angabe großer Teilchenanzahlen eingeführt.
Die Schülerinnen und Schüler erfassen die Proportionalität zwischen Stoffmenge und Masse einer Stoffportion. Auf diese Weise wird der Begriff der molaren Masse eingeführt. Durch eine erweiterte Fragestellung zum Volumen des entstandenen Kohlenstoffdioxids lassen sich Berechnungen zum molaren Volumen (Rückbezüge zu Avogadro) anschließen.

**Periodensystem der Elemente**
Ausgehend von den vergleichenden Betrachtungen (ggf. unter Berücksichtigung historischer Bezüge) innerhalb der Elementfamilien werden die Hauptgruppen-elemente nach aufsteigender Atommasse und Eigenschaften sortiert. Die Elementeigenschaften werden recherchiert. Anhand ausgewählter elementarer Stoffe wird über die Vorhersagbarkeit von Elementeigenschaften der Nutzen des Periodensystems vermittelt.

**Mineralwasser**

Verschiedene Mineralwässer werden unter dem Gesundheitsaspekt (Verträglichkeit, „natriumarm“, „enteisent“) betrachtet. Die Mineralwässer werden experimentell untersucht (Leitfähigkeit, Eindampfen, Flammenfärbung, Halogenid-Nachweis) und die Etikettangaben werden miteinander verglichen. Die Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit führt zum Ionenbegriff. Zur Erklärung der Ionenbildung am Beispiel von Natrium- und Chlorid-Ionen wird das differenzierte Atommodell eingeführt: Unter Bezug auf das PSE und unter Berücksichtigung des Streuversuchs von Rutherford wird der Aufbau der Atome aus Protonen, Neutronen und Elektronen erarbeitet. Aus Daten zu Ionisierungsenergien werden Schlussfolgerungen zum Aufbau der Atomhülle gezogen. Diese wird zunächst in Form eines Energiestufen-modells beschrieben, das in eine dreidimensionale Darstellung des Atoms übertragen wird.
Der Zusammenhang zwischen dem Aufbau des PSE und dem differenzierten Atombau wird hergestellt. Die Reflexion des Lernwegs vom einfachen Teilchenmodell zum differenzierten Atommodell zeigt die Bedeutung von Modellen auf.

Die Ionenbildung wird unter Anwendung des Wissens über den energetisch günstigen Zustand der Edelgaskonfiguration erarbeitet. Hierzu wird die Reaktion zwischen Natrium und Chlor eingesetzt. Die Definition der Redoxreaktion als Elektronenübertragung erfolgt über die Aufstellung formaler Teilgleichungen. (Animationen zur Salzbildung auf Stoff- und Teilchenebene findet man u. a. auf der Homepage der Chemiedidaktik der Universität Duisburg von Prof. M. Tausch.) In diesem Zusammenhang werden verschiedene Reaktionen zwischen Metallen und Nichtmetallen betrachtet. Es bietet sich an, sich auf Ionen, die im Mineralwasser enthalten sind, zu beziehen.
Elektronenübertragungsreaktionen können begründet prognostiziert werden, wodurch die Bedeutung des PSE für die Chemie verdeutlicht wird.

Der Aufbau des Natriumchloridgitters und die Ionenbindung werden anhand von Modellen eingeführt. Hierbei werden verschiedene Anschauungsmodelle verglichen und diskutiert.

Abschließend werden die Mineralwässer bewertet. (Literatur: Menthe / Parchmann: Trink- oder Mineralwasser: bewerten – ein Kinderspiel? Unterricht Chemie, Heft 94/95, 2006.)

**Elektronenpaarbindung und räumlicher Bau von Molekülen**
Die Elektronenpaarbindung und die Lewis-Schreibweise werden an einfachen Molekülen (Wasserstoff- , Chlor- , Ammoniak- , Wasser- , Methan- Molekül) eingeführt. Der räumliche Bau von Molekülen wird mithilfe des Elektronenpaarabstoßungsmodells gedeutet. Beim Umgang mit dem EPA-Modell sind Anschauungsmodelle für eine erfolgreiche Kommunikation notwendig. Das Kugelwolkenmodell kann an dieser Stelle hilfreich sein.

**Wasser**
Ausgehend von der Bedeutung des Wassers für unser Leben werden die Eigenschaften des Wassers untersucht und mit Modellvorstellungen auf der Teilchenebene gedeutet:
Ausgehend vom Phänomen der Ablenkung eines Wasserstrahls wird erarbeitet, dass Wassermoleküle Dipole sind. Als Maß für die Polarität einer Bindung wird die Elektronegativitätsdifferenz eingeführt. Es wird zwischen der Polarität einzelner Bindungen und der Polarität von Molekülen unterschieden. Dies kann z. B. durch eine vergleichende Betrachtung von Wasser- und Kohlenstoffdioxid- Molekülen erfolgen.

Die Besonderheiten des Wassers bezüglich der Aggregatzustände werden über den Zusammenhalt der Wassermoleküle durch Wasserstoffbrückenbindungen gedeutet.
Alltagsbezüge von Wasser als Lösungsmittel (Einmal-Kältepacks auf Basis von Ammoniumnitrat) werden als Ausgangspunkte für die Betrachtung von Wasser als Lösungsmittel für Salze verwendet. Die Temperaturänderungen beim Lösen von Salzen werden experimentell untersucht. Die Prozesse werden unter Vernetzung des Fachwissens über Ionenverbindungen und über den Bau des Wassermoleküls unter Einbeziehung energetischer Aspekte (qualitative Bilanzierung von Hydratations- und Gitterenergien) gedeutet.

**Säuren und Basen im Alltag**
Im Alltag finden sich zahlreiche Beispiele für saure und alkalische Lösungen. Diese stellen den Ausgangspunkt der experimentellen Betrachtungen dar (Literatur z. B.: Flint et al.: „Chemie fürs Leben auch schon in der Sekundarstufe I – geht das?“ Chemkon 2/2001.)
Aus einem Alltagsbeispiel wird ein Kontext entwickelt, an dem die Säure-Base-Theorie erarbeitet wird. Je nach Kontext unterscheidet sich der Unterrichtsverlauf. Stellen Haushaltsreiniger den Kontext dar, so werden diese experimentell untersucht (Indikatoren, Reaktion mit Marmor, Reaktion mit unedlen Metallen). Die Gemeinsamkeiten verschiedener saurer Lösungen werden erarbeitet. Mithilfe von Leitfähigkeitsuntersuchungen (z. B. reine Essigsäure, verdünnte Essigsäure) wird gezeigt, dass Ionen entstehen. Damit wird die Säure-Base-Reaktion als Protonenübertragungsreaktion definiert. Es soll an dieser Stelle nicht das vollständige Säure-Base-Konzept nach Brönsted (keine korrespondierenden Säure-Base-Paare) betrachtet werden.
Die Fachkenntnisse werden auf alkalische Lösungen übertragen.

Zur Bestimmung des Säuregehalts wird die Neutralisation zunächst qualitativ untersucht. Quantitative Experimente schließen sich an. In diesem Zusammenhang wird die Stoffmengenkonzentration eingeführt. Für Titrationen können auch Spritzen eingesetzt werden.

Werden Antacida als Kontext gewählt, so werden diese zunächst in ihrer Funktion als Arzneimittel betrachtet. Der Bau des Magens und die Funktion der Magensäure (Biologieunterricht 7/8) werden wiederholt und die Ursachen des Sodbrennens werden geklärt. Weitere fachliche Betrachtungen (s.o.) mit Salzsäure schließen sich an. Die Wirkungen des Medikaments werden qualitativ untersucht. Quantitative Bestimmungen sollten an anderen Beispielen erfolgen, weil diese mit Antacida nur über Rücktitrationen möglich sind.

Die Einigung innerhalb einer Fachgruppe auf eine einheitliche Fachsprache ist hilfreich (Oxonium-Ion / Hydronium-Ion).

Quelle: KC Handreichungen Chemie 2015

## 14.2 Übersicht des Unterrichts für den SI (Kurzdarstellung)

Der vorliegende Lehrplan ist ein Auszug aus dem Kerncurriculum und enthält nur die fachlichen und thematischen Schwerpunkte.
Chemie wird ab dem Jahrgang 6 unterrichtet. Im Jahrgang 7 findet kein Unterricht statt. Die G9-Jahrgänge 6 bis 10 werden nach dem neuen KC (gültig ab 01.08.2015) unterrichtet. Die neuen Schwerpunkte „Energetik“, „Nachhaltigkeit“, Berufsfelder“ sollen stärker berücksichtigt werden.

| **Jahrgang 5/6** | |
|---|---|
| **Jg. 6 zwei Halbjahre** | **Das Fach Chemie – eine Naturwissenschaft**<br>➢ Sicherheitstraining, Verhalten im Labor, Umgang mit Chemikalien – Gefahrensymbole<br>➢ Fachsprache in der Chemie, Begriffe „Stoff“ und „Körper“<br>➢ Experimentiertechnik<br>➢ Versuchsprotokoll |
| | **Stoffe und ihre Eigenschaften**<br>➢ Erkennen und Unterscheiden von Stoffen<br>➢ Stationenlernen: Stoffeigenschaften selbstständig erforschen:<br>➢ Farbe, Form, Glanz, Geruch, fakultativ: Wärmeleitfähigkeit, Magnetismus<br>➢ Löslichkeit (qualitativ), evtl. zusätzlich.: Abhängigkeit von der Temperatur<br>➢ Einführung: Der Gasbrenner, möglich: „Brennerführerschein“<br>➢ Brennbarkeit<br>➢ Aggregatzustände als Phänomen<br>➢ Abhängigkeit des Aggregatzustandes von der Temperatur, Aggregatzustandsänderungen<br>➢ messbare Stoffeigenschaften: Schmelztemperatur, Siedetemperatur<br>➢ Einführung des Teilchenmodells als Beschreibung der submikroskopischen Ebene<br>➢ Wärme (thermische Energie) als Teilchenbewegung<br>➢ Diffusion<br>➢ Umgang mit Tabellenwerken<br>➢ Messbare Stoffeigenschaften: Dichte<br>➢ Stoffeigenschaften in Alltag und Technik: Dichtephänomene<br>➢ Messbare Stoffeigenschaften: Löslichkeit, Abhängigkeit der Löslichkeit von der Temperatur |
| | **Stoffeigenschaften bestimmen ihre Verwendung**<br>➢ Unterscheidung von sauren, neutralen und alkalischen Lösungen durch Indikatoren |

| | |
|---|---|
| | ➢ Anwendung im Alltag: z.B. Säuerung als Konservierungsverfahren (Sauerkraut, Joghurt); Reinigungsmittel |
| | **Stofftrennverfahren**<br><br>➢ Reinstoffe und Gemische, homogene und heterogene Stoffgemische<br>➢ Trennverfahren (Filtration, Sedimentation, Destillation und Chromatographie)<br>➢ Anwendung von Trennverfahren, Beispiele: Salzgewinnung aus Meerwasser, Kläranlage, Mülltrennung, Verschmutzung durch Öl<br><br>➢ Anwendung des Teilchenmodells zur Beschreibung und Veranschaulichung von Vorgängen |
| **Jahrgang 7/8** | |
| **Jg.8**<br><br>**zwei Halb-jahre** | **Chemische Reaktion**<br>➢ Sicherheitstraining<br>➢ Typische Kennzeichen der chemischen Reaktion: Stoffumsatz, Energieumsatz, Umkehrbarkeit<br>➢ Energieumsatz: Austausch von Energie mit der Umgebung, Energiegehalt, exotherm, endotherm, Energiediagramme<br>➢ Aktivierungsenergie, Anwendung des Teilchenmodells als Erläuterung der Aktivierung<br>➢ Wirkung eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie (Bezüge zur Biologie: Enzyme, Nutzen für Prozesse in der chemischen Industrie)<br><br>➢ Unterscheidung von Element und Verbindung; Metallen, Nichtmetallen und Salzen<br><br>➢ Nachweis von Wasser<br><br>➢ Kennzeichen der chemischen Reaktion: Gesetz von der Erhaltung der Masse, Deutung auf der Teilchenebene |
| | **Metalle und Metallproduktion: Von der chemischen Reaktion zur Reaktionsgleichung**<br>➢ Daltons Atomhypothese<br>➢ Elementsymbole<br>➢ Größe und Massen, Stoffportion, Teilchenanzahl und Atommasseneinheit u<br>➢ konstante Atomanzahlverhältnisse,<br>➢ Reaktionsgleichungen<br>➢ *Optional: Einführung des Mol-Begriffs: Unterscheidung von Stoffportion und Stoffmenge* |

| | |
|---|---|
| | ➢ Sauerstoff als Reaktionspartner<br>➢ Nachweisreaktionen: Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid<br>➢ Verbrennungsreaktionen; Oxidation<br>➢ Zusammensetzung der Luft<br>➢ Langsame Oxidation: Atmung (Bezug: Biologie) und Rosten<br><br>**Redoxreaktion - Sauerstoffübertragungsreaktionen**<br>➢ Metalle und Metallgewinnung<br>➢ Redoxreaktion: Vertiefung (Redoxreihe)<br>➢ Anwendung in der Technik: Stahlherstellung am Ort Georgsmarienhütte (nach Möglichkeit Besuch im Stahlwerk, Kooperationspartner des Gymnasiums Oesede) |
| | **Stoffkreisläufe in Natur und Technik**<br>➢ Stoffkreisläufe von $CO_2$ und $O_2$ (Bezug Biologie)<br>➢ Beschreibung von Stoffkreisläufen auf der Atomebene; Erhalt der Atome<br><br>**Wasser und Wasserstoff**<br><br>➢ Das Element Wasserstoff, Stoffeigenschaften<br>➢ Wasser als Verbrennungsprodukt von Wasserstoff<br>➢ Nachweis von Wasserstoff |
| **Jahrgang 9/10** | |
| **9. Jg.: ein Halbjahr** | **Elementfamilien, Atombau und PSE**<br>➢ Sicherheitstraining<br>➢ Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene<br>➢ Einführung des Molbegriffs (sofern noch nicht in Jg. 8 erfolgt)<br>➢ Stoffmenge, molare Masse, Unterscheidung von Stoffportion und Stoffmenge<br>➢ molares Volumen bei Gasen, Gesetz von Avogadro<br>➢ *optional: chemisches Rechnen an ausgewählten Beispielen (z.B.: Reaktion von Alkalimetallen mit Wasser)*<br>➢ Nachweisreaktion: Flammenfärbung<br><br>➢ Atombau: Kern-Hülle-Modell: Protonen, Neutronen und Elektronen |

| | |
|---|---|
| | ➢ Isotope<br>➢ Elektronenschalenmodell: Ionisierungsenergien, Energiestufen, Elektronenschalen, Valenzelektronen, Edelgaskonfiguration<br>➢ Unterscheidung zwischen Atomen und Ionen<br>➢ zusätzlich optional: Edelgase und Erdalkalimetalle<br><br>➢ PSE-Aufbau: Metalle, Nichtmetalle |
| **10. Jg.: zwei Halbjahre** | **Salze und ihre Eigenschaften – Redoxreaktionen – quantitative Beziehungen**<br>➢ Sicherheitstraining<br>➢ Salzlösungen und Salzschmelzen: elektrisch leitfähig: Ionen<br>➢ Elektrolyse<br>➢ Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: Metalle und Salze<br>➢ Halogenid-Nachweis<br>➢ Erweiterung des Redoxbegriffes als <u>Elektronenübertragungsreaktion,</u> Donator/Akzeptor-Prinzip<br>➢ Chemisches Rechnen I: von der Reaktionsgleichung zum Stoffumsatz |
| | **Atome gehen Bindungen ein und bestimmen die Struktur von Stoffen**<br>➢ Elektronenpaarbindung, Molekülbegriff<br>➢ Elektronenpaarabstoßungsmodell<br>➢ Lewis-Fomel<br>➢ Unpolare Atombindung<br>➢ Polarität von Bindungen<br>➢ Elektronegativität<br>➢ Räumliche Anordnung / Dipol-Moleküle<br>➢ Unterscheidung zw. unpolarer/ polarer Elektronenpaarbindung und Ionenbindung<br>➢ Wasserstoffbrückenbindungen bei anorganischen Stoffen (Siedepunkte)<br>➢ Lösen von Salzen : Chemische Reaktion als Spaltung und Bildung von Bindungen und Wechselwirkungen<br>➢ Energetische Prozesse beim Lösen von Salzen: Gitterenergie und Hydratationsenergie |
| | **Saure und alkalische Lösungen**<br>➢ Charakteristische Teilchen in alkalischen und saure Lösungen<br>➢ Entstehung alkalischer und saurer Lösungen<br>➢ Reaktionen saurer Lösungen, <u>Protonenübertragungsreaktionen</u><br>➢ <u>Donator-Akzeptor-Prinzip</u><br>➢ Neutralisationsreaktion<br>➢ Stoffmengenkonzentration<br>➢ *optional: Chemisches Rechnen II: von der Reaktionsgleichung zum Stoffumsatz* |

## 15 Fächerverbindende Aspekte in der S I

| Jhg 5/6 | | |
|---|---|---|
| Physik | Biologie | Chemie |
| Bei dem Fachinhalt zu Magneten wird das Magnetfeld der Erde und die Orientierung mittels eines **Kompasses** angesprochen. **Erdkunde** behandelt ebenfalls den Bereich Kompassorientierung. Hier sollten Absprachen getroffen werden. Empfehlung: Fachinhalt zur Funktion eines Kompasses behandelt die Physik, die Orientierung mittels eines Kompasses an Karten etc, behandelt Erdkunde (z. B Orientierung auf dem Schulhof, Kompasse hat die Physik). Möglich ist auch, dass eine Kompassralley in den Herrenhäuser Gärten durchgeführt wird, dieses ist Bestandteil bei den Entdeckerklassen.<br><br>Im Bereich der **Optik** werden in der Physik Linsen betrachtet. Hier sollten Bezüge zum Auge erfolgen. Zwar sind Sinnesleistungen im Ansatz in 5/6 in Biologie ein Kriterium (aber nur als leiten aus verschiedenen Sinnesleistungen Unterschiede in den Wahrnehmungswelten von Mensch und Tieren ab), allerdings erfolgt der Fachinhalt Auge erst in der Biologie im Jhg 9. In Fächerübergriff zur Biologie | Im Fach Biologie wird der für alle NW relevante Bereich **„Energie“** erstmals angesprochen, es ist wichtig, dass die hier eingeführten Inhalte anschlussfähig gerade in der Physik sind, die diesen Inhalt im Jhg 7/8 am umfangreichsten ausarbeitet. Im Jhg 7/8 sollte der Physiklehrer Rückbezug auf den Energiebegriff, der in Biologie in 5/6 eingeführt wird, nehmen, um die Vernetzung der NW aufzuzeigen. Der Begriff Energie wird im Fach Biologie im Wesentlichen als Faktor für Lebensprozesse und im Sinne der Energieumwandlung eingeführt. Dieses erfolgt auf einer sehr einfachen Stufe.<br><br>Das Prinzip **der Oberflächenvergrößerung** wird in der Biologie bei Pflanzen (Wurzelhaaren) eingeführt. Das Prinzip ist relevant in allen NW<br><br>Hinweis: Im Bereich der Biologie werden gerade bei der Betrachtung von gleich- und wechselwarm **erste Diagramme** erstellt und ausgewertet. | Das **sichere Experimentieren** ist ein SP im Chemieunterricht, aber ggf. werden bereits in der Biologie im Jhg 5 Experimente durchgeführt, dann bitte zur Einführung Rücksprache mit dem Chemielehrer. Es empfiehlt sich zur Einübung des sicheren Experimentierens mit Karten (Materialwart, Protokollbeauftrager...) zu arbeiten. Karten im Handbuch der Schule, in Erweiterung mit Experimentierkünsten bei Interesse Karen Achtermann fragen. Die Einführung des **Versuchsprotokolls** erfolgt nach dem Handbuch der Schule in Rücksprache der NW FL.<br><br>Die Chemie führt den **Stoffbegriff** ein, dieser ist ebenfalls wesentliche in allen drei NW, auch hier sollten Absprachen getroffen werden. Die Chemie **grenzt Stoffe und Körper** ab, der Begriff Körper ist ein zentraler Begriff in der Physik. (Aus einem AB Chemie: In der Physik wird alles, was einen bestimmten Raum einnimmt als Körper bezeichnet, z.B. Gas in einem Luftballon. Körper können aus einem einheitlichen Stoff bestehen oder aus verschiedenen Stoffen, so besteht |

| | | |
|---|---|---|
| können aber Bezüge zum Gesichtsfeld auch von Tieren erstellt werden (hier gibt es schöne einfach Versuche, Absprache Bi_Ph)<br>Der einfache Aufbau eines Auges sollte Unterrichtsgegenstand sein. Die Linsen kommen zum Tragen, wenn man Brillen betrachtet, die Fachinhalte können dann im Jhg 9 für Biologie entfallen, des Weiteren kann die Biologie auf die Funktion von Linsen zurückvernetzen, ebenso wie zu der Sender-Empfänger-Vorstellung, die auch in der Oberstufe Biologie eine Rolle spielen wird. Die Physik sollte die Netzhaut und das Farbensehen beim Auge auslassen, aber den physikalischen Aspekt: **weißes Licht als Gemisch aus farbigem Licht** aufnehmen. da diese Inhalte komplex sind, dieses kann dann im Jhg 9 in der Biologie erfolgen. Eine Augenpräparation gilt es abzusprechen, und entsprechend den FL für 9/10 mitzuteilen. | | der Köper einer Tafel Schokolade hauptsächlich aus den Stoffen Fett, Zucker und Kakao.<br>Stoffe können durch ihre Eigenschaften beschrieben werden, z. B. Geruch und Farbe. Mithilfe von Messgeräten können Stoffeigenschaften bestimmt werden, z.B. die Schmelztemperatur. Stoffe können durch für sie spezifische Nachweisreaktionen identifiziert werden, z.B. Fett mithilfe der Fettfleckprobe.) Im Bezug auf Stoffe erstellen die SuS Steckbriefe, im Verlaufe des Unterrichts in 5/6 grenzen die SuS **Reinstoffe und Gemische** ab. Es werden bei den Gemischtrennungen nur einige durchgeführt.<br><br>Im Bereich der **Energie** untersucht die Chemie Aggregatzustandänderungen. Hier wird die Abhängigkeit von der Temperatur untersucht.<br><br>Der für alle NW relevante Begriff der **Diffusion** wird in der Chemie eingeführt, hier erfolgt eine Betrachtung auf Stoff- und Teilchenebene.<br><br>Wichtig ist in der Chemie die **Abgrenzung von Stoff und submikroskopischer Ebene**, da das ein schwieriges Thema für SuS ist, sollte |

| | | |
|---|---|---|
| | | dieses auch in den anderen NW sehr gewissenhaft erfolgen, dieses gilt auch für die Erweiterung auf Atombetrachtungen im Jhg 7/8. |

| Jhg 7/8 | | |
|---|---|---|
| Physik | Biologie | Chemie |
| In der Physik wird der **Energiebegriff** ausgeschärft, wichtig ist, dass zu den Inhalten aus 5/6 aus der Biologie zurückvernetzt wird. In der Physik wird der Energiebegriff erweitert, das Prinzip der Energieerhaltung wird eingeführt, des Weiteren die Einheit (J).<br><br>Im Bereich der Elektrik werden geladene Körper eingeführt, **Elektronen**strom und Energiestrom werden eingeführt. Hier werden auch **Elektronen in Metallen** betrachtet, dieses wird in der Chemie nicht thematisiert, Metallbindungen erfolgen in der Chemie im Beriech der Akkus in der Oberstufe.<br>Die **Elektrische Spannung** wird als Maß für die je Elektron übertragbare Energie eingeführt. Die Größenbezeichnungen U und I werden eingeführt. | Ein wesentlicher Inhalt ist die Betrachtung von Verdauungsprozessen, hierbei werden Enzyme als **Biokatalysatoren** eingeführt. Die Wirkungsweise eines Katalysators ist mit der Chemie abzustimmen (siehe Chemie). Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die **Modellarbeit**, die sicher im Schwerpunkt in der Biologie stattfindet, auch hier sollten Absprachen in den NW stattfinden.<br><br>Im Bereich der Fotosynthese wird diese als **Energiebereitstellungsprozess** betrachtet. Bezüge zur Energie erfolgen auch in der Betrachtung von Stoffwechselprozessen. Hier sollten die bereits eingeführten energetischen Betrachtungen vernetzt werden. Im Zusammenhang mit der Fotosynthese werden **Stoffkreisläufe** betrachtet, der **Kohlenstoffatomkreislauf** ist dabei ein | In der Chemie beginnt die Ermittlung quantifizierbarer Stoffeigenschaften, hier werden **proportionale Beziehungen** experimentell bestimmt und grafisch ausgewertet (am Bsp. der Dichte, hier auch das Aufstellen einer **Größengleichung**). Da die Chemie hiermit in den NW beginnt, sollten gerade mit den FL Physik und Mathe (Einsatz des GTR zur Auswertung) Absprachen getroffen werden.<br><br>In der Chemie werden **chemische Reaktionen** eingeführt, definiert und zu physikalischen Prozessen abgegrenzt. Das Teilchenmodell wird erweitert auf das Daltonsche Atommodell, sodass die Auswertung chemischer Reaktionen auf der submikroskopischen Ebene erfolgt. Die Schüler erstellen **Wortgleichungen** und ab dem 2. HJ im Jhg 7 **Reaktionsgleichungen,** diese sind in der Darstellung in der Chemie |

| | | |
|---|---|---|
| Im Bereich Masse, Bewegung, Kraft werden **Größengleichungen** betrachtet sowie lineare Beziehungen ausgewertet, hier sollten Bezüge/ Zusammenarbeit mit der Chemie erfolgen, die ebenfalls **proportionale Diagramme** erstellt und auswertet. Des Weiteren sollte der Bezug zum Handbuch der Schule erfolgen sowie eine Zusammenarbeit mit der Mathematik und in dem Zusammenhang der Einsatz des GTR. | vernetzender Aspekt zur Chemie. Die **Reaktionsgleichunge**n sollten mit dem FL Chemie abgestimmt werden, da aber die Fotosynthese als UE im Jhg 8 empfohlen wird (wegen der Verständnisschwieirigkeiten bei den SuS) kann davon ausgegangen werden, dass die SuS Reaktionsgleichungen bereits erstellen können. | abgestimmt und solllten auch in den anderen NW so verwendet werden:<br>$2\ Mg\ (s) + O_2(g) \rightarrow 2\ MgO\ (s)$ ;<br>exotherm<br><br>Die **energetischen Betrachtungen** zu chemischen Reaktionen sollten mit den Vorkenntnissen aus Biologie und Physik erfolgen (Begriffe hier in der Chemie: System, exotherm, endotherm (als Energieaustausch mit der Umgebung)).<br><br>Die **Wirkung von Katalysatoren** und die Herabsetzung der **Aktivierungsenergie** sind Bestandteile des Unterrichts, hier sollte zwingend ein Vernetzung zu Verdauungsprozessen (Enzymen) in der Biologie erfolgen. Die Wirkung von Katalysatoren kann auch in der Biologie eingeführt werden und dann in der Chemie verwendet werden.<br><br>Die **Nachweisreaktionen** zu Kohlenstoffdioxid, Wasser und Sauerstoff warden eingeführt. In der Chemie sind Atomkreisläufe ein Thema, verpflichtend dabei der **Kohlenstoffatomkreislauf**, hier sollten Bezüge zur Biologie erstellt warden. |

| Jhg 9/10 | | |
|---|---|---|
| Physik | Biologie | Chemie |
| In der Physik wird der **Energiebegriff quantitativ** betrachtet. Temperatur und innere Energie eines Körpers werden unterschieden, der Begriff der **Energieentwertung** wird eingeführt. Dieser sollte in allen NW verwendet werden (nicht Energieverlust, dieses geht in der Sprache nicht konform mit dem Energieerhaltungssatz). **Leistung** wird eingeführt. Mechanische Energieübertragung **(Arbeit)** wird von thermischer **(Wärme)** unterschieden. **Die kinetische Energie** wird per Gleichung eingeführt und berechnet, des Weiteren der **Energieerhaltungssatz**. Hier sollten Absprachen insbesondere zwischen Physik und Chemie getroffen werden, da diese Fachinhalte gerade in der Oberstufe in Chemie relevant sind, hier sollten Vernetzungen erstellt werden.<br><br>Im Bereich Elektrik II werden **Wechsel- und Gleichstrom** nochmals vertieft. **Motoren** werden betrachtet, hier ergibt sich ggf. eine Vernetzung zur Chemie, da im Jhg 7/8 auch Motoren (Verbrennungsmotoren) ggf. Unterrichtsgegenstand sein können. | Die Biologie beschäftigt sich in diesen Jahrgängen mit Fachinhalten, die sich nur in Ansätzen zum Fachübergriff eignen. Im Bereich des Schlüssel-Schloss-Prinzips steht wiederum die **Modellarbeit** im Mittelpunkt.<br><br>Die **Sinnesbiologie** sollte zwingend mit den Vorkenntnissen der SuS aus 5 im Bereiche Optik vernetzt werden (s.o.). eine gute Absprache kann zu einer sehr guten Erweiterung führen, so wäre es denkbar z. B. Sender-Empfänger aufzugreifen, Bereiche zum Auge durch eine Betrachtung im neuen Kontext „Farbensehen“ zu erweitern. Der Aspekt was weißes Licht ist, war Gegenstand in Jhg5, man könnte ggf. Farbenlehre im Bereich Kunst hier einfügen.<br><br>Für den Aufbau der DNA sind **Bindungen** wichtig, hier sollte zwingend eine Absprache mit der Chemie erfolgen, auf welchem Wissensstand die SuS sind, des Weiteren sollten Bindungen einheitlich | In der Chemie ist ein Schwerpunkt die Weiterentwicklung des Atommodell nach Dalton zum **differenzierten Atommodell**. Hier wird auch das Kern-Hülle-Modell betrachtet. Das Energiestufenmodell (**Ionisierungsenergien** werden betrachtet) gibt eine Erklärung zum Aufbau der Hülle, die Bezeichnung Schalen sollte vermieden werden. **Modellarbeit** ist hier sicher ebenso wie in der Physik ein Schwerpunkt. Es wäre wünschenswert, wenn die Chemie das Kern-Hülle-Modell einführt und die Physik es verwendet. Die Vernetzungen gerade zwischen der Physik (Betrachtungen des Kerns) und der Chemie (Betrachtungen der Hülle) sind wesentlich für die SuS.<br><br>In der Chemie werden Ionen, **Ionenbindung, Elektronenpaarbindung (Unterscheidung polar/ unpolar)** eingeführt. Die Betrachtungen des **räumlichen Baus** von Molekülen sind wesentlicher Bestandteil im Unterricht, um zwischenmolekulare Wechselwirkungen zu erfassen. Die **Wasserstoffbrückenbindung** wird betrachtet, van-der-Waals-Kräfte sind |

| | | |
|---|---|---|
| Im Bereich des **Atombaus** wird in der Physik ebenfalls wie in der Chemie das **Kern-Hülle-Modell** eingeführt, hier sollten zwingend Absprachen erfolgen zwischen Physik und Chemie. Es wäre auch möglich, das Kern-Hülle Modell in der Chemie einführen zu lassen (da die Hinführung zum differenzierten Atommodell ein wichtiger Unterrichtsgegenstand ist) und abzustimmen, dass die Physik sich mit der **Kernphysik** beschäftigt, da die Chemie sich ja mit der Hülle im Schwerpunkt beschäftigt, diese Vernetzungen sind wichtig auch für die SuS. Hinsichtlich der Kernphysik können in der Biologie in der $C^{14}$-Methode in der Oberstufe Bezüge erstellt werden.<br><br>Zwischen Physik und Chemie sollte auch abgestimmt werden, wie und wer den Begriff der **Isotope** einführt.<br><br>In der Physik wird die **Kelvinskala** eingeführt, dieses wird in den anderen NW genutzt.<br><br>In der Physik werden **Kreisprozesse** betrachtet, hier können teilweise Vernetzungen zu Stoffkreisläufen | in allen NW benannt und betrachtet werden (siehe Chemie). | nicht mehr Bestandteil der Jhg 9/10 und werden im Jhg 11 eingeführt.<br>Hinweis: Die Metallbindung ist kein Unterrichtsgegenstand der SI.<br><br>Im Jhg 9/10 sind **Protonen- und Elektronenübertragungsreaktionen** ein wesentlicher Unterrichtsgegenstand. Die Grundlagen sollten in der Oberstufe in Biologie bei der Betrachtung von Stoffwechselprozessen berücksichtigt werden. Die FL Biologie und Chemie sollten sich abstimmen. |

| | | |
|---|---|---|
| aufgegriffen werden (siehe Bio, Ch in 7/8). Kreisprozesse sind in der Oberstufe in Chemie ebenfalls relevant, deshalb sollte auch hier eine Abstimmung erfolgen.<br>Auch der **Wirkungsgrad** wird in der Physik betrachtet und spielt für die Oberstufe Chemie eine wichtige Rolle.<br><br>Im Bereich der Halbleiter erfolgt in der Physik eine **Modellarbeit,** hier sollten ebenfalls Vernetzungen aus dem anderen NW zu Modellarbeit erstellt und genutzt werden. | | |

## 16 Von den Naturwissenschaften gemeinsam benutzte Grundbegriffe

### Arbeit und Wärme

Der alltagssprachlich verwendete Begriff Arbeit unterscheidet sich vom naturwissenschaftlichen Begriff Arbeit, mit dem die durch Ausüben einer Kraft längs eines Weges übertragene Energie gemeint ist.

Mit Wärme, einem Begriff der sowohl umgangssprachlich als auch fachlich mehrfach unterschiedlich besetzt ist, meint man fachlich genau die mittels Entropie übertragene Energie.

Eine bei Verzicht auf den Entropiebegriff denkbare fachliche Reduzierung ist die Formulierung: Wärme bezeichnet die von einem heißen auf einen kalten Körper bei Berührung übertragene Energie.

Arbeit und Wärme stehen für Energie im Übergang, sind also Prozessgrößen.

Die Begriffe Arbeit und Wärme sind umgangssprachlich und innerfachlich so vielfältig besetzt, dass die Benutzung dieser Begriffe im Unterricht zu Lernschwierigkeiten führen kann.

Die Bezeichnung Wärmeenergie ist aus diesen Gründen nicht sinnvoll.

### Atommodell für den Sekundarbereich I

Ein Atom besteht aus Kern und Hülle. Im Kern befinden sich die positiv geladenen Protonen und die ungeladenen Neutronen, in der Hülle die negativ geladenen Elektronen. Es ist unmöglich, eine Bewegung von Elektronen in der Hülle zu verfolgen oder zutreffend zu beschreiben. Sinnvoll ist allein die Angabe von Energieniveaus. Jedes Elektron in einem Atom kann nur bestimmte Energieniveaus einnehmen. Diese sagen nichts über den Aufenthaltsort des Elektrons in der Hülle aus.

### Dichte

Die Dichte ist eine Stoffeigenschaft. In der Physik kann es Situationen geben, in denen man explizit von der Dichte eines einzelnen – ggf. inhomogenen – Körpers spricht.

Bei allen homogenen Körpern sind Volumen und Masse zueinander proportional, zusammengehörige Paare aus Masse und Volumen sind also quotientengleich.

Diesen konstanten Quotienten nennt man die Dichte $\rho$ des Materials: $\rho = \frac{m}{V}$.

Als Einheit verwendet man üblicherweise $[\rho] = 1\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

**Druck**

Der Druck $p$ beschreibt den Zustand eines Gases oder einer Flüssigkeit, der durch eine Art Gepresstsein veranschaulicht werden kann. Für ein Gas kann dieser Zustand z. B. in einer Teilchenvorstellung durch „Teilchengeprassel auf die begrenzenden Wände“ veranschaulicht werden.

Dieses Teilchengeprassel bewirkt eine Kraft, die senkrecht auf jedem Teilstück der Begrenzungsfläche steht. Sie ist proportional zum Druck und zum Flächeninhalt des Flächenstücks.

Es gilt die Gleichung $F = p \cdot A$.

Die Einheit des Drucks ist festgelegt als $[p] = 1\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1\ \text{Pa}$.

Eine weitere Einheit ist 1 bar = 1000 hPa und somit 1 hPa = 1 mbar.

Dem Druck kommt keine Richtung zu. Nur die durch ihn hervorgerufene Kraft hat eine Richtung, nämlich senkrecht zur Begrenzungsfläche.

**Elektrische Stromstärke**

Elektrische Anlagen dienen der Energieübertragung. Um die alltagssprachlich oft vorkommende Verwechslung von elektrischer Stromstärke und Energiestromstärke zu vermeiden, ist es sinnvoll, das Wort „Stromstärke“ nur mit dem jeweiligen Zusatz zu verwenden.

Die elektrische Stromstärke $I$ wird als Grundgröße eingeführt. Sie ist interpretierbar als Maß für die Anzahl der Elektronen, die je Sekunde durch einen Leiterquerschnitt fließen.

**Energie**

Die Energie wird eingeführt als eine mengenartige Größe, die gespeichert und transportiert werden kann. Je nach Betrachtungsweise spricht man davon, dass sie zwischen verschiedenen Erscheinungsformen umgewandelt bzw. auf verschiedene Träger umgeladen werden kann. Sie spielt in den Naturwissenschaften die Rolle einer zentralen Bilanzgröße quer durch alle Bereiche der Physik, Chemie und Biologie. Energie lässt sich nicht definieren, man kann aber Energie immer dann messend erfassen, wenn sie von einem Gegenstand auf einen anderen übertragen wird. Für diese Aufgabe gibt es eine Fülle moderner Messinstrumente, sodass eine Einführung als Grundgröße möglich ist. Als Ergebnis einer Energieübertragung auf einen Körper kann dieser z. B. seinen Bewegungszustand oder seine Lage ändern, verformt oder erwärmt werden. Immer sind Energieübertragungen mit der Abgabe von Energie an die Umgebung verbunden.

Als Einheit der Energie $E$ bzw. deren Änderung $\Delta E$ soll im Anfangsunterricht ausschließlich 1 J verwendet werden. Wenn man Energieübertragungen in technischen Systemen betrachtet, benutzt man auch 1 kWh = 3 600 000 J.

*Hinweis:* Wenn man Energieformen zur Beschreibung verwendet, sollten mindestens Höhenenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie, elektrische Energie, innere Energie und Lichtenergie unterschieden werden.

**Energiestromstärke/Leistung**

Die Energiestromstärke/Leistung $P$ ist ein Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird.

$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$. Die Einheit ist $[P] = 1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}} = 1\ \mathrm{W}$.

Wegen der Verwechselungsgefahr der Symbole wird angeregt, so lange wie möglich die Einheit als $1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}$ zu schreiben.

**Gewicht**

Der Begriff Gewicht sollte im naturwissenschaftlichen Unterricht spätestens nach der ersten Unterrichtseinheit über Mechanik nicht mehr verwendet werden.

An seiner Stelle sollen je nach Bedeutung die Begriffe Massestück, Masse bzw. Gewichtskraft verwendet werden.

**Kraft**

Der Begriff Kraft kann auf drei grundsätzlich verschiedene, untereinander austauschbare Weisen beschrieben werden:

1. Man erkennt das Wirken einer Kraft auf einen Körper an einer Verformung des Körpers oder einer Änderung von Betrag oder Richtung seiner Geschwindigkeit.
2. Man erkennt das Wirken einer Kraft auf einen Körper an einer Änderung des Impulses dieses Körpers.
3. Der Betrag einer Kraft auf einen Körper ist ein Maß für die je Meter Wegstrecke auf diesen Körper übertragene Energie.

Während im Fall 1 die Krafteinheit 1 N als Grundgröße eingeführt wird, setzt Fall 3 einen Energiebegriff voraus. In diesem Fall wäre $1\mathrm{N} = 1\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}}$.

Da der Kraftbegriff mit den Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler kollidiert, sollte der Begriff von den statischen Aspekten unabhängig eingeführt werden. Statt der irreführenden Sprechweise: „Ein Körper hat Kraft“ ist richtigerweise davon zu sprechen, dass ein Körper eine Kraft *F* auf einen anderen ausübt.

**Magnetische und elektrische Wechselwirkung**

Gelegentlich wird im Chemieunterricht die Wechselwirkung zwischen zwei Magneten als Modell für die elektrostatische Wechselwirkung benutzt. Dieses Vorgehen sollte vermieden werden, weil es sonst für den Physikunterricht im Sekundarbereich II schwierig wird, hinreichend klar herauszuarbeiten, dass Wechselwirkungen zwischen Magneten und Ladungen nur dann auftreten, wenn beide in geeigneter Weise relativ zueinander in Bewegung sind.

**Masse**

Die Masse eines Körpers beschreibt dessen Eigenschaft, träge und unter dem Einfluss von Gravitation auch schwer zu sein.

Die Einheit der Masse *m* ist 1 kg, sie wird bisher durch einen weltweit benutzten Vergleichskörper festgelegt. Der Begriff Masse ist sowohl von dem Begriff Gewichtskraft als auch der Bezeichnung Massenstück zu unterscheiden (vgl. „Gewicht“ und „Gewichtskraft“). Das kann sinnvoll dann geschehen, wenn bei der Untersuchung beschleunigter Bewegungen erkannt wurde, dass Körper träge sind (auch im schwerefreien Raum).

*Hinweis:* Die Wissenschaft ist bestrebt, zukünftig die Masse über die Anzahl der im Probekörper vorhandenen Teilchen festzulegen. Für den Anfangsunterricht könnte man dann auch formulieren: Die Masse eines Körpers gibt an, aus wie viel Materie er besteht. Darum bleibt die Masse erhalten, auch wenn man den Körper an einen anderen Ort bringt.

**Spannung**

Spannung ist ein Maß für die je Elektron übertragbare Energie.

Quantitative Festlegungen können auf zwei Weisen erfolgen:

- Eine Quelle der Spannung 1 V kann einen elektrischen Strom der Stärke 1A so antreiben, dass durch ihn in einer Sekunde die Energie 1 J übertragen wird.

Alternativ ist richtig:

- Zwischen den Enden eines Widerstandes tritt die Spannung 1 V auf, wenn durch einen elektrischen Strom der Stärke 1A an diesem Widerstand je Sekunde die Energie 1 J übertragen wird.

Im Anfangsunterricht wird die Einheit 1 V als Einheit einer Grundgröße entweder als Eigenschaft von Spannungsquellen angegeben oder durch Ablesen von Messinstrumenten ermittelt.

**Widerstand**

Zur Vermeidung von Lernschwierigkeiten ist es sinnvoll, eine sprachliche Unterscheidung zwischen der physikalischen Größe elektrischer Widerstand und dem elektrischen Bauteil vorzunehmen. Das kann durch geeignete Zusätze wie zum Beispiel „Drahtwiderstand, Kohlewiderstand“ oder durch die Begriffspaare „Widerstandswert“ und „(technischer) Widerstand“ geschehen.

Quelle: KC Chemie SI

## 17 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum in der Einführungsphase

Die Einführungsphase dient der Vorbereitung auf die Arbeit in der Qualifikationsphase. Nach dem KC soll der Unterricht möglichst schüler- und alltagsorientiert stattfinden. Die erworbenen Kompetenzen der SI werden vertieft und erweitert. Durch die einheitliche Gestaltung der Einführungsphase für IGS und Gymnasium bieten sich in der neuen Einführungsphase im Jahrgang 11 auch die Möglichkeiten, gezielt Fachinhalte der SI zu wiederholen und zu vertiefen, z. B. Bindungen oder auch Bezüge zur Stöchiometrie. Auf diese Weise kann die Arbeit in der Qualifikationsphase entlastet werden.

### 17.1 Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang durch die Einführungsphase

**Unterrichtseinheit „Alkohol“**
Ausgehend von der Betrachtung der Wirkung des Trinkalkohols auf den Körper werden Fragestellungen entwickelt, die die Unterrichtseinheit strukturieren. In diesem Zusammenhang wird eine qualitative Analyse des Ethanols durchgeführt. Um die Resorption und Verteilung des Ethanols im Körper zu erklären, werden die Eigenschaften mithilfe der Molekülstruktur erläutert. Darauf aufbauend werden Experimente zur Löslichkeit durchgeführt, deren Deutung mithilfe von intermolekularen Wechselwirkungen erfolgt. Die Betrachtung des Ethanolabbaus im Körper führt zu der Oxidationsreihe des Ethanols. Die Beschäftigung mit den Gefahren des Konsums methanolhaltiger Getränke öffnet den Weg zur Erarbeitung der homologen Reihe der Alkanole. Experimente zur Oxidierbarkeit verschiedener Alkanole führen zur Einführung weiterer Stoffklassen sowie ihrer funktionellen Gruppen.
Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit werden die individuellen und gesellschaftlichen Gefahren des Alkoholkonsums thematisiert.

**Unterrichtseinheit „Biogas“**
Ausgehend von der Veränderung des Landschaftsbildes durch Maisfelder und Biogasanlagen wird die Funktionsweise einer Biogasanlage erarbeitet. Die Zusammensetzung und die Verwendung von Biogas werden recherchiert. Hierbei wird Methan als Hauptbestandteil identifiziert. Biogas und Erdgas werden anschließend unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten miteinander verglichen.
Die Verbrennungsreaktion von Methan wird experimentell durchgeführt, die Verbrennungsprodukte werden nachgewiesen. Das Aufstellen von Reaktionsgleichungen von Verbrennungsreaktionen schafft die Voraussetzung für stöchiometrische Berechnungen. Angaben zum Kohlenstoffdioxidausstoß der Automobile werden durch Berechnungen nachvollzogen und beurteilt. Der Zusammenhang zum Treibhauseffekt wird hergestellt. Die Gewinnung fossiler Treibstoffe aus Erdöl durch fraktionierte Destillation und die Bedeutung des Crackverfahrens werden erarbeitet. Die Gaschromatografie als analytisches Verfahren wird beschrieben,

Gaschromatogramme werden zur Identifizierung von Stoffen in Benzin genutzt. Zur Veranschaulichung der Funktionsweise eines Gaschromatografen bieten sich digitale Animationen an.

## 17.2 Übersicht: Chemieunterricht in der Einführungsphase

| Jhg | Mögliche Unterrichtseinheiten | Fachinhalte (Kurzdarstellung) | Fächerverbindende Aspekte in den NW nutzbar und einige weitere Hinweise |
|---|---|---|---|
| **In 11 wird das Fach Chemie durchgängig 2 stündig im Kurssystem unterrichtet.** | | | |
| 11 | • Alkanole | • Saufgelage der Tierwelt: Lernende entwickeln Fragen zum Thema Alkohol<br>• Herstellung von Ethanol<br>• Wush-Bottle: Verbrennen von Alkohol<br>• Qualitative Analyse: Anwendung von Nachweisreaktionen<br>• Entwicklung zur Zusammensetzung von Ethanol auf der Teilchenebene (experimentell gestützt)<br>• Möglichkeit zur Wiederholung von Reaktionsgleichungen<br>• Quantitative Elementaranalyse von Ethanol<br>• Ethanol-Molekül (zur Anwendung und Wiederholung von Bindungen, Eigenschaften)<br>• Wirkung von Ethanol im Körper<br>• Gefahr durch methanolhaltige Getränke<br>• Gärverlauf eines Destillationsansatzes<br>• GC zum Destillat (Einführung der GC mithilfe der Kappenberg-Animation, dieses kann auch bei den Alkanen erfolgen und dann ein Rückgriff zu den Kenntnissen von Alkanolen); für die GC bietet sich der Einsatz des GC nach Kappenberg an, hier gibt es zahlreiche Optionen z. B. Nachweis von Ethanol im MonCherie<br>• Homologe Reihe der Alkanole (Gesetzmäßigkeit, funktionelle Gruppe); IUPAC-Nomenklatur; Strukturisomere<br>• Lernzirkel zu den eingangs aufgeworfenen Fragen zu Alkohol, hier auch Eigenschaften von Alkanolen (Löslichkeit)<br>• Wechselwirkungen: Dipol-Dipol, London, Ion-Dipol, Einsatz geeigneter Animationen (siehe Trello Board) | • Gärung (Biologie)<br>• Strukturformeln/ Nomenklatur<br>**Beachten:**<br>• Wiederholung zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen mit der APP CheckChemie!<br>• Wiederholung von Bindungen, Molekülbau mit der APP CheckChemie!<br>• Anwendung der Fachkenntnisse der SI in einem neuen ZH |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | • Oxidationsreihe der Alkanole (Einführung der Oxidationszahlen, prim/sek/tert C-Atome)<br>• Einführung weiterer Stoffklassen (Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren)<br>• Eigenschaften der Stoffklassen im Vergleich (Erklärung anhand von Bindungen und WW) | |
| | • Biogas | • Biogasanlagen – Einüben zur Erstellung von Flussdiagrammen<br>• Biogasanlage selber ansetzen und Nachweis eines brennbaren Gases (bei Zeit); GBU beachten<br>• Vergleich von Biogas und Erdgas mithilfe der GC (Anwendung oder ggf. Einführung je nach Verlauf der UE Alkanole)<br>• Hauptbestandteil Methan im Biogas: Verbrennung von Methan über die Methanmamba<br>• Nachweis der Produkte der Verbrennung unter Anwendung der Vorkenntnisse; Einsatz von Spritzentechnik<br>• Bezug Klohäuschen: Ermittlung stöchiometrischer Explosionsgrenzen mit Knalldosen, Rückbezug zu Explosionsgrenzen in Biogasanlagen<br>• Kritische Betrachtung der Nutzung von Biogas<br>• Ggf. weitere Unterrichtsreihe zu Feuerzeugbenzin<br>• Homologe Reihe der Alkane<br>• Anwendung der IUPAC-Nomenklatur<br>• Stoffeigenschaften der Alkane im Vergleich zu den Alkanolen<br>• Erklärvideos rund um das Thema Erdöl (Gewinnung von Alkanen: fraktionierte Destillation, Funktionsweise eines Motors, Fracking, Cracken (Einführung der Stoffklasse der Alkene)...)<br>• Erdölkatastrophe: experimentelle Gestaltung und Modellarbeit (s. die perfekte Stunde)<br>• Erweiterung: Nutzen von Graphen im Experiment | • Recherche<br>• Erklärvideos selbst erstellen, Bewertung transparent gestalten<br><br>**Beachten:**<br>• Systematik der OC<br>• Anwendung der Kenntnisse der SI zu Verbrennungsreaktionen, Bindungen und zur Stöchiometrie<br>• Zur Wiederholung Trello Board nutzen |

## 18 Unterrichtsgestaltung mit dem Kerncurriculum in der Qualifikationsphase

Die Lernenden sollen aufbauend auf den erworbenen Kompetenzen der Sekundarstufe I und der Einführungsphase diese erweitern und vertiefen. Die Zusammenhänge werden dabei zunehmend vernetzter. Die Lernenden sind zunehmend in der Lage, selbstständig Sachverhalte über die Basiskonzepte hinaus zu vernetzen und auszuwerten. Die weitergehenden Kompetenzen werden an komplexen Fachinhalten vertiefend geschult und gefördert. Zur Motivation der Lernenden wird der Unterricht, wie bereits in der Sekundarstufe I und der Einführungsphase, möglichst an alltäglichen Prozessen orientiert.

### 18.1 Kursfolge

Die FK beschließt folgende Kursfolge:

| **Semester** | **Semesterthema** |
|---|---|
| 12.1 | *Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen; chemisches Gleichgewicht* |
| 12.2 | *Donator-Akzeptor-Reaktionen* |
| 13.1 | *Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege* |
| 13.2 | *Naturstoffe und Nanostrukturen*<br>im gA Semesterthema: *Makromoleküle* |

### 18.2 Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang durch die Q-Phase

**Semesterthema 1: Verbrennung fossiler Energieträger und die Auswirkung auf die Ozeane**
**Unterrichtseinheit „Treibstoffe“**
Die Unterrichtseinheit „Treibstoffe“ schließt an die Einführungsphase an. In dieser Unterrichtseinheit stehen energetische Betrachtungen im Mittelpunkt. Die Eignung verschiedener Stoffe als Treibstoffe wird exemplarisch auch in kalorimetrischen Messungen untersucht. Zur Auswertung bietet sich der Einsatz digitaler Messwerttechnik an. In diesem Zusammenhang erfolgt die fachsystematische Erarbeitung der thermodynamischen Grundlagen (Reaktionsenthalpien und Standardbildungs-enthalpien). Bei der Einführung von Standardbildungsenthalpien erfolgt ein kurzer Exkurs zu den Modifikationen des Kohlenstoffs. Die Betrachtung der durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehenden Abgase und deren Folgen für die Umwelt bildet den

Ausgangspunkt, um sich kritisch mit verschiedenen Energieträgern auseinanderzusetzen. Einsatz und Energieeffizienz von Treibstoffen werden darüber hinaus vor dem Hintergrund der Ressourcenverfügbarkeit diskutiert.
Die erworbenen Kenntnisse werden auch auf Brennwertbetrachtungen (z. B. von Lebensmitteln) und auf Lösungsprozesse angewendet.
Die Verbrennungsreaktionen werden genutzt, um die Energieentwertung als Zunahme der Entropie zu beschreiben. Das Wechselspiel von Entropie und Enthalpie wird als Kriterium für den freiwilligen Ablauf von Prozessen erläutert. Es werden Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durchgeführt.
Außerdem wird der Einsatz von Katalysatoren bei der Veredlung von Kraftstoffen und deren Verbrennung beurteilt.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind: Entropie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung*

**Unterrichtseinheit „Chemie der Ozeane“**
Ausgehend vom globalen Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehalts in der Atmosphäre werden der Kohlenstoffkreislauf betrachtet und die Löslichkeit des Kohlenstoffdioxids in Wasser untersucht. Auf der Grundlage von kinetischen Betrachtungen wird das chemische Gleichgewicht als dynamisches Gleichgewicht identifiziert und gleichzeitig als Zustand beschrieben. Dies liefert die Voraussetzung, real ablaufende Vorgänge in Modelle zu übertragen und zu diskutieren. In diesem Zusammenhang bietet sich die Erstellung von Stop-Motion-Filmen an.
In Bezug auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser werden beeinflussende Faktoren experimentell untersucht. Der Einfluss äußerer Faktoren auf die Gleichgewichtskonzentrationen wird qualitativ betrachtet (Le Chatelier). Im Anschluss erfolgen quantitative Betrachtungen durch Anwendung des Massenwirkungsgesetzes. Der Salzgehalt der Meere ist Ausgangspunkt für die Behandlung von Löslichkeitsgleichgewichten.
Die Erkenntnisse zum chemischen Gleichgewicht werden qualitativ und quantitativ auf andere Beispiele übertragen, u. a. auf das Haber-Bosch-Verfahren. Am Beispiel des Haber-Bosch-Verfahrens werden komplexe Kommunikations- und Bewertungskompetenzen geschult.
Ausgehend von der Versauerung der Meere wird die Kohlensäure als schwache Säure eingeführt und die Säure-Base-Theorie nach Brönsted erarbeitet. Das Massenwirkungsgesetz wird angewendet und zur Definition der Säurekonstanten genutzt. Zum Verständnis des komplexen Kohlensäure-Systems werden zunächst vereinfachte Betrachtungen durchgeführt. Dazu werden pH-Werte verschiedener saurer und alkalischer Lösungen gemessen. Die Säure- bzw. Basenkonstante wird zur Unterscheidung von starken und schwachen Säuren und Basen genutzt. pH-Wert-Berechnungen werden durchgeführt. Die Stoffmengenkonzentration der Lösungen von starken bzw. schwachen Säuren und Basen wird durch Titration mithilfe von Indikatoren bestimmt. Diese Grundlagen werden anschließend auf das Kohlensäure-System angewendet.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind: Berechnung von Gleichgewichtskonstanten und Gleichgewichtskonzentrationen, mehrprotonige Säuren, pH-Wert-Berechnungen von Lösungen schwacher Basen*
*Hinweis: Die Fachinhalte zu Säure-Base-Chemie werden für gA-Kurse im 2. Semester unterrichtet, hierbei sollte ein anderer Kontext als das komplexe Kohlensäure-System verwendet werden, z. B.* saure *und alkalische Haushaltsreiniger.*

**Semesterthema 2: Donator-Akzeptor-Reaktionen**
**Unterrichtseinheit „Titration als ein analytisches Verfahren“**
Gehaltsangaben verschiedener Essigsorten werden experimentell mithilfe von Titrationen geprüft. Titrationskurven starker und schwacher einprotoniger Säuren werden mit digitaler Messwerttechnik aufgenommen und die Säuren werden anhand der Titrationskurven verglichen. Charakteristische Punkte von Titrationskurven werden ermittelt und unter Rückbezug zu Kenntnissen des vorherigen Semesters erklärt und berechnet. Die charakteristischen Punkte einer Titrationskurve einer schwachen Base gegen eine starke Säure werden berechnet, die Kurve wird anschließend skizziert. Titrationskurven mehrprotoniger Säuren werden mit den zuvor aufgenommenen Titrationskurven einprotoniger Säuren verglichen. Hierfür bieten sich digitale Werkzeuge an.
Zur Einführung und Deutung der Pufferwirkung wird das bekannte Gleichgewicht Kohlenstoff-dioxid/Hydrogencarbonat genutzt. Hierbei finden experimentelle Untersuchungen statt und ein Bezug zu Titrationskurven wird hergestellt.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind: Titrationskurven, Puffersysteme*
*Hinweis: Die Fachinhalte für gA-Kurse zur Säure-Base-Chemie werden in diesem Semester in einem anderen Kontext unterrichtet (s. o.).*

**Unterrichtseinheit „Vom Rost zur Batterie“**
Das Phänomen der elektrochemischen Korrosion wird am Beispiel des Rostens von Eisen eingeführt. Grundlegende Kenntnisse aus der SI und der Einführungsphase zu Redoxreaktionen werden aufgegriffen. Das Entwickeln von Redoxgleichungen über Oxidationszahlen und Teilgleichungen wird vermittelt und geübt. Unter Ausweitung auf andere Metalle werden Säure- und Sauerstoffkorrosion unterschieden. Das Donator-Akzeptor-Konzept wird vergleichend auf Säure-Base- und Redox-reaktionen angewendet. Die Auseinandersetzung mit wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden führt zur Thematik des Korrosionsschutzes (exemplarisch: Opferanode). Die koordinative Bindung wird am Beispiel des Nachweises von Eisen-Ionen beschrieben. Als digitales Medium zur besseren Prozessdokumentation von Experimenten zur Korrosion und zum Korrosionsschutz bieten sich Zeitrafferfilme an.
Anhand der Experimente wird ein Lokalelement identifiziert und beschrieben. Ausgehend vom Lokalelement werden der grundsätzliche Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen erarbeitet. Die Redoxreihe der Metalle wird experimentell

untersucht und die Metallbindung thematisiert. Kenntnisse zum chemischen Gleichgewicht werden auf galvanische Zellen angewendet (elektrochemische Doppelschicht) und auf die Batteriesysteme übertragen. Zur Veranschaulichung der Prozesse in der elektrochemischen Doppelschicht bietet sich als digitales Medium die Animation an. Die Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotenzials wird mit der Nernst-Gleichung beschrieben, Berechnungen, auch unter Verwendung an der Schule eingeführter Systeme, finden statt.
Recherchen zu Batteriesystemen, Akkumulatoren und Brennstoffzellen werden durchgeführt, die Ergebnisse können in Form von digitalen Medien, z. B. Erklärvideos, präsentiert werden. Ausgehend von einem Akkumulator wird der Aufbau und die Funktion von Elektrolysezellen erarbeitet. An einem ausgewählten System wird die Zersetzungsspannung gemessen. Durch das Modell der Überspannung werden Konkurrenzreaktionen an Elektroden erklärt. In diesem Zusammenhang kann die Bedeutung von Löslichkeitsgleichgewichten schwerlöslicher Salze für konstante Elektrodenpotenziale betrachtet werden. Es finden Berechnungen mit den Faraday-Gesetzen statt.
Die Erkenntnisse dieses Semesters werden am Verfahren der Redoxtitration zusammengeführt. Das Donator-Akzeptor-Konzept wird vergleichend auf Säure-Base- und Redoxreaktionen angewendet. Mit der Iodometrie erfolgt eine vertiefende Anwendung von Redoxtitrationen. Hierbei wird die Iod-Stärke-Reaktion als Nachweis eingesetzt.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind: koordinative Bindung, Nernst-Gleichung, Recherche zu Batterien, Akkus und Brennstoffzellen, Zersetzungsspannung, Überspannung, Löslichkeitsgleichgewicht, Faraday-Gesetze, Redoxtitration*

**Semesterthema 3: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege**
**Unterrichtseinheit „Ethanol – zu schade zum Verbrennen?“**
Den Ausgangspunkt bildet Ethanol, das sowohl aus der Einführungsphase als auch als Treibstoff aus der ersten Unterrichtseinheit bekannt ist. Ausgehend von der Fragestellung: „Ethanol – zu schade zum Verbrennen?” werden weitere Verwendungsmöglichkeiten, z. B. als Lösungsmittel, diskutiert. Die Überlegungen werden auf verschiedene Alkanole ausgeweitet. Die Oxidationsreihe der Alkanole wird wiederholt.
Die Benedict-Reaktion wird zur Unterscheidung von Alkanalen und Alkanonen durchgeführt und als Redoxreaktion mit Teilgleichungen dargestellt.
Um die Lernenden in mechanistische Denkweisen einzuführen, wird zunächst der Reaktionsmechanis-mus der radikalischen Substitution erarbeitet. Hierbei erfolgen Anwendungen von Nachweisreaktionen (Halogenid-Ionen-Nachweis, Hydronium/Oxonium-Ionen-Nachweis). Gaschromatogramme werden genutzt, um Produkte konkurrierender Reaktionen zu identifizieren. Zur Planung der Herstellung von Ethanol wird die Hydratisierung von Ethen betrachtet (Reaktionsmechanismus $A_E$). Der Nachweis der Doppelbindung mithilfe von Brom wird eingeführt. Die Verwendung von Alkanolen als Edukte für die Herstellung von Estern und bestimmten Halogenalkanen führt zur Behandlung der Reaktionstypen der Kondensation und Substitution. Die

Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution und der Veresterung werden erarbeitet. Abschließend wird der Reaktionstyp der Eliminierung als Umkehrung der Hydratisierung angesprochen. Die cis-trans-Isomerie wird thematisiert. Es erfolgt eine Ausweitung auf Reaktionen verschiedener Alkanole (verzweigte, längerkettige Moleküle) mit unterschiedlichen Reaktionspartnern (symmetrische und asymmetrische Moleküle, induktive Effekte). Gaschromato-gramme können genutzt werden, um Produktverhältnisse zu analysieren. Reaktionsmechanismen werden in Strukturformeln dargestellt und beschrieben, reaktive Teilchen werden identifiziert und benannt. Synthesewege für vorgegebene Alkanole werden geplant.
Die erworbenen Kenntnisse werden zur Beschreibung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution (Erstsubstitution) angewendet. In diesem Zusammenhang wird Benzol als aromatisches System erfasst. Als digitales Medium für die Darstellung von Reaktionsmechanismen bieten sich Stop-Motion-Filme an.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind: Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution und der Veresterung, Planung von Synthesewegen, Gaschromatografie, Benzol, Reaktionsmechanismus $S_E$*

**Unterrichtseinheit „Mikroplastik“**
Ausgehend vom Mikroplastik im Meer werden chemische Fragestellungen entwickelt. Kunststoffe werden untersucht und in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere eingeteilt. Die Kunststoff-eigenschaften werden anhand von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen beschrieben und Anwendungs-bereiche abgeleitet. Der Reaktionstyp der Polymerisation wird beschrieben. In Polymer-Strukturen werden die jeweiligen Monomere identifiziert. Der Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation wird unter Rückbezug zur vorausgegangenen Unterrichtseinheit dargestellt. Die Problematik des Mikroplastiks wird auf die Eigenschaften der Kunststoffe zurückgeführt. Die Bedeutung von Recyclingprozessen wird erfasst, in diesem Zusammenhang wird ein Wertstoffkreislauf thematisiert. Abschließend werden ökologische und ökonomische Faktoren in Bezug auf Mikroplastik bewertet und Handlungsoptionen abgeleitet.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind: Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation, Beurteilung von ökonomischen und ökologischen Aspekten*
*Hinweis: Die Fachinhalte zu Kunststoffen werden für gA-Kurse im 4. Semester unterrichtet.*

**Semesterthema 4: Naturstoffe und Nanostrukturen**
**Unterrichtseinheit „Vom Kompost zur Biogasanlage“**
Als Alternative zu traditionellen Kunststoffen wird ein kompostierbarer Biokunststoff aus Stärke betrachtet. Die Iod-Stärke-Reaktion wird genutzt, um die Abbaubarkeit zu prüfen. Das Monomer Glucose wird beschrieben. Am Beispiel der D- und L-Glucose wird das Phänomen der Chiralität eingeführt. Zur Visualisierung werden digitale Hilfsmittel eingesetzt. Proteine, die durch die Biuret-

Probe nachgewiesen werden, befinden sich ebenfalls im Kompost. Proteine werden als Polymere beschrieben, in denen Aminosäuren über Peptid-Bindungen miteinander verknüpft sind. Zur Beschreibung der Struktur des Makromoleküls werden Kenntnisse zu intramolekularen Wechselwirkungen angewendet. Die Abbaubarkeit im Kompost wird mit den Reaktionen in der Biogasanlage abschließend verglichen. An dieser Stelle bieten sich Rückbezüge zur Energetik an.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind: Chiralität, Proteine (erforderlich ist nur die Kenntnis der Amino-Gruppe als funktionelle Gruppe)*

**Unterrichtseinheit „Funktionskleidung“**
Anknüpfend an die Unterrichtseinheit zu Mikroplastik wird Funktionskleidung als weitere Quelle für Mikroplastik genannt. Nanomaterialien in Funktionskleidung werden beschrieben, z. B. Imprägnier-spray, Silberpartikel, wasserdampfdurchlässige Membran. Nanoteilchen werden anhand ihrer Größe definiert und Nanostrukturen werden mithilfe ihrer Oberflächeneigenschaften beschrieben. Funktions-kleidung wird in Bezug auf Nutzen und Risiken beurteilt.
*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind: Nanostrukturen*

*Hinweis: Die Fachinhalte zu Kunststoffen werden für gA-Kurse im 4. Semester unterrichtet. Hier ist es sinnvoll, als Kursthema „Makromoleküle“ zu verwenden.*

## 18.4 Übersicht: Chemieunterricht in der Qualifikationsphase

# Q1_1

**Themenschwerpunkt 1: Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen (Seite 1/2)**

| **Fachkompetenz** | | | |
|---|---|---|---|
| **Sachkompetenz** | **Erkenntnisgewinnungskompetenz** | **Kommunikationskompetenz** | **Bewertungskompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems. | | • übersetzen die Alltagsbegriffe „Energiequelle“, „Wärmeenergie“, „verbrauchte Energie“ und „Energieverlust“ in Fachsprache. (K6) | |
| • nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik.<br>• erklären die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck. (S3, S12)<br>• nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie. (S3)<br>• beschreiben den unterschiedlichen Energiegehalt von Modifikationen. (S3) | • führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch und reflektieren ihre Ergebnisse. (E1, E5, E10, E11, E12)<br>• erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie. (E5)<br>• nutzen den Satz von Hess, um Reaktionsenthalpien zu berechnen.(E8)<br>• nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard-Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien. (E8) | • stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar. (K7)<br>• interpretieren Enthalpiediagramme. (K8) | • beurteilen ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt aus energetischer Perspektive. (B5, B6, B7, B8)<br>• beurteilen ökologische und ökonomische Aspekte herkömmlicher und alternativer Energieträger. (B7, B9, B13, B14) 2.6.4 aus Bista |
| • **nennen den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (eA). 2.6.2 aus Bista**<br>• **beschreiben die Entropie eines Systems (eA). (S3)**<br>• **erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA). (S12)**<br>• **beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA). (S12)** | | | |

**Themenschwerpunkt 1: Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen (Seite 2/2)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • **beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA). (S3)**<br>• **führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA). (S17)** | | • **nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen (eA). (K10)** | |
| • beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungs-energie. (S8) | • nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysator-wirkung. (E7) | • stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energie-diagramm dar. (K7) | • beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen. (B6) |
| • definieren den Begriff der Reaktions-geschwindigkeit als Änderung der Konzentration pro Zeiteinheit.<br>• erklären den Einfluss von Temperatur, Druck, Stoffmengenkonzentration und Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe der Stoßtheorie.* (S8, S10) | • planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch. (E4, E5) | • beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsge-schwindigkeiten alltäglicher Prozesse. (K9)<br>• **recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA). (K1, K5, K11)** | • beurteilen die Steuerungs-möglichkeiten von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen. (B6) |

*dieses entstammt einer Datei, in der versucht wurde, die BISTA inhaltlich zu konkretisieren

**Themenschwerpunkt 2: Chemisches Gleichgewicht: (Seite 1/2)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene. (S6, S7, S15)<br>• beschreiben die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts. (S7)<br>• unterscheiden zwischen Ausgangskonzentration und Gleichgewichtskonzentration. (S7)<br>• stellen den Term für die Gleichgewichtskonstante ($K_c$) auf (Massenwirkungsgesetz).<br>• treffen anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts. (S7)<br>• **berechnen Gleichgewichtskonstanten und Gleichgewichtskonzentrationen (eA). (S17)** | • führen Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch. (E5)<br>• schließen aus Versuchsdaten auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. (E5)<br>• schließen aus einem Modellversuch auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. (E7)<br>• diskutieren die Übertragbarkeit von Modellvorstellungen. (E9) | • nutzen das Modell zur Erklärung des chemischen Gleichgewichts. (K7) | |

**Themenschwerpunkt 2: Chemisches Gleichgewicht: (Seite 2/2)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • beschreiben den Einfluss von Stoffmengenkonzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von Le Chatelier). (S8)<br>• beschreiben, dass die Gleichgewichts-konstante temperaturabhängig ist.<br>• beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen. (S8)<br>• beschreiben homogene und heterogene Katalyse in technischen Prozessen. (S8) | • führen Experimente zu Einflüssen auf die Lage des chemischen Gleichgewichts durch. (E5) | • recherchieren in unterschiedlichen Quellen und überprüfen deren Vertrauenswürdigkeit. (K1, K2, K3, K4)<br>• beschreiben die Möglichkeiten zur Steuerung technischer Prozesse mithilfe des Massenwirkungs-gesetzes. (K10, K12, K13) | • analysieren und beurteilen Inhalte unterschiedlicher Quellen. (B1, B2, B3, B4)<br>• bewerten die Bedeutung der Beeinflussung chemischer Gleichgewichte in der Industrie und in der Natur. (B12, B13, B14)<br>*am Bsp der Ammoniaksynthese können die komplexen Standards B 1-4 und B12-14 sowie K1-4, K 10, K12, K13 umgesetzt werden* |
| • **beschreiben Löslichkeitsgleich-gewichte als heterogene Gleichgewichte (eA).**<br>• **nenne das Löslichkeitsprodukt (eA).** | • **nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA). (E8)**<br>• **nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungs-reaktionen (eA). (E8)** | • **beschreiben das Prinzip von Fällungsreaktionen zum Nachweis von Halogenid-Ionen (eA). (K8)** | |

# Q1_2

**Themenschwerpunkt 3: Protonenübertragungsreaktionen (Seite 1/3)**

| **Fachkompetenz** | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted. (S6, S7)<br>• stellen Protolysegleichungen auf und kennzeichnen korrespondierende Säure- Base-Paare. (S7, S16)<br>• erklären die Neutralisationsreaktion. (S12)<br>• beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren bei Titrationen.<br>• berechnen ausgehend von Neutralisationsreaktionen die Stoffmengenkonzentration saurer und alkalischer Probelösungen. (S17)<br>• berechnen den Massengehalt von Säuren in Alltagsprodukten. (S17)<br>• **wenden die Berechnung der Stoffmengenkonzentration auf mehrprotonige Säuren an (eA). (S17)** | • messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen. (E5)<br>• führen die Nachweisreaktion von Hydronium/Oxonium- und Hydroxid-Ionen mit Indikatoren durch.(E5)<br>• ermitteln die Stoffmengenkon-zentration von Säuren und Basen durch Titration. (E5) | • recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse. (K1, K11)<br>• argumentieren sachgerecht auf Stoff- und Teilchenebene. (K9) | • beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted.<br>• beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen. (B7)<br>• reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag. (B7)<br>• erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (B8). |
| • beschreiben die Autoprotolyse des Wassers als Gleichgewichtsreaktion. (S7)<br>• erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert. (S10)<br>• nennen die Definition des pH- Werts. | • beschreiben den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Änderung der Stoffmengen-konzentrationsänderung. (E8) | | |

**Themenschwerpunkt 3: Protonenübertragungsreaktionen (Seite 2/3)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. (S7)<br>• berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren. (S17)<br>• beschreiben die Basenkonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. (S7)<br>• berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen. (S 17)<br>• **berechnen die pH-Werte alkalischer Lösungen (eA). (S17)**<br>• differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der $pK_S$- und $pK_B$-Werte. (S1, S2)<br>• **erklären die pH-Werte von Salz-lösungen anhand von $pK_S$-und $pK_B$-Werten (eA). (S1, S2)** | • messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke. (E5)<br>• **messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA). (E5)**<br>• **nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA). (E8)** | • argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte. (K8) | |

**Themenschwerpunkt 3: Protonenübertragungsreaktionen (Seite 3/3)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • **erklären und berechnen charakteristische Punkte von Titrationskurven ausgewählter einprotoniger starker/schwacher Säuren und starker/schwacher Basen (Anfangs-pH-Wert, Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt, End-pH-Wert) (eA). (S10, S17)** | • **nehmen mit einem pH-Meter Titrationskurven einprotoniger starker und schwacher Säuren auf (eA). (E5, E6)**<br>• **ermitteln experimentell den Halbäquivalenzpunkt (eA). (E5)** | • **zeichnen Titrationskurven für einprotonige starke und schwache Säuren (eA). (K7)**<br>• **vergleichen Titrationskurven einprotoniger und mehr-protoniger Säuren (eA). (K8)** | |
| • **erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted (eA). (S7, S10)**<br>• **nennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA). (S10)** | • **ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment (eA). (E5)**<br>• **identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA). (E5, E8)** | • **erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen (eA). (K10)** | • **beurteilen die Bedeutung von Puffersystemen im Alltag (eA). (B8)** |

**Themenschwerpunkt 4: Elektronenübertragungsreaktionen (Seite 1/4)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • erläutern Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen. (S7)<br>• beschreiben mithilfe der Oxidations-zahlen korrespondierende Redoxpaare.<br>• stellen Redoxgleichungen anorganischer Systeme in Form von Teil- und Gesamtgleichungen auf. (S16)<br>• vergleichen Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen. (S10)<br>• wenden das Donator-Akzeptor-Konzept an. (S7) | • planen Experimente zur Aufstellung der Redoxreihe der Metalle und führen diese durch. (E4, E5)<br>• prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt. (E4) | • beschreiben Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen (K10) | • reflektieren die historische Ent-wicklung des Redoxbegriffs. |
| • **berechnen die Stoffmengen-konzentration einer Probelösung (eA). (S17)** | • **führen eine Redoxtitration durch (eA). (E5)** | | • **erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA). (B8)** |

**Themenschwerpunkt 4: Elektronenübertragungsreaktionen (Seite 2/4)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • beschreiben den Bau galvanischer Zellen.<br>• beschreiben die elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht in einer Halbzelle. (S7)<br>• beschreiben die Metallbindung (Elektronengasmodell). (S13)<br>• beschreiben den Austritt von Ionen aus dem Metallgitter unter Verbleib von Elektronen im Elektronengas. (S12)<br>• erklären die Potenzialdifferenz/ Spannung mit der Lage der elektro-chemischen Gleichgewichte. (S3)<br>• erläutern die Funktionsweise galvanischer Zellen. (S3, S7) | • planen Experimente zum Bau funktionsfähiger galvanischer Zellen und führen diese durch. (E4, E5)<br>• messen die Spannung unter-schiedlicher galvanischer Zellen. (E5)<br>• nutzen Modelle zur Darstellung von galvanischen Zellen. (E7) | • stellen galvanische Zellen in Form von Skizzen dar. (K7)<br>• erstellen Zelldiagramme. (K7) | • beurteilen den Einsatz von galvanischen Zellen in Alltag und Technik. (B7, B8) |
| • beschreiben den Aufbau der Standard-Wasserstoffelektrode.<br>• definieren das Standard-Elektroden-potenzial.<br>• berechnen die Spannung galvanischer Zellen (Zellspannung) unter Standardbedingung. (S17) | • nutzen Tabellen von Standard-Potenzialen zur Vorhersage des Ablaufs von Redoxreaktionen. (E8) | • wählen aussagekräftige Informationen aus. (K5)<br>• argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte. (K8) | |
| • **beschreiben die Abhängigkeit der Potenziale von der Stoffmengen-konzentration anhand der Nernst-Gleichung (eA). (S7)**<br>• **berechnen die Potenziale von Halbzellen verschiedener Stoff-mengenkonzentrationen ohne Berücksichtigung des pH-Werts und der Temperatur (eA). (S17)** | | | |

**Themenschwerpunkt 4: Elektronenübertragungsreaktionen (Seite 3/4)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • wenden ihre Kenntnisse zu galvanischen Zellen auf Lokalelemente an. (S7)<br>• unterscheiden Sauerstoff- und Säure-Korrosion. (S3)<br>• erklären den Korrosionsschutz durch eine Opferanode. (S7)<br>• **beschreiben die koordinative Bindung als Wechselwirkung von Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren (eA).(S13)** | • führen Experimente zur Korrosion und zum Nachweis von Eisen-Ionen durch. (E5)<br>• führen Experimente zum Korrosionsschutz durch.(E5) | • nutzen ihre Kenntnisse über Redoxreaktionen zur Erklärung von Alltags- und Technikprozessen. (K8) | • beurteilen den Einsatz und das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik. (B7, B8)<br>• beurteilen die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden. (B10) |
| • beschreiben den Bau von Elektrolyse-zellen.<br>• erläutern das Prinzip der Elektrolyse. (S3, S7)<br>• deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge in der galvanischen Zelle. (S7)<br>• **beschreiben die Proportionalität zwischen der abgeschiedenen Stoffmenge und der geflossenen Ladung (1. Faraday-Gesetz) (eA). (S17)**<br>• **berechnen mit dem 2. Faraday-Gesetz abgeschiedene Masse, Stromstärke und Elektrolysezeit (eA). (S17)** | • führen ausgewählte Elektrolysen durch. (E5) | • stellen Elektrolysezellen in Form von Skizzen dar. (K7)<br>• vergleichen Elektrolysezelle und galvanische Zelle. (K10)<br>• erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen. (K2, K5) | • beurteilen den Einsatz von Elektrolysen in Alltag und Technik. (B7, B8) |

**Themenschwerpunkt 4: Elektronenübertragungsreaktionen (Seite 4/4)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • **beschreiben die Zersetzungs-spannung (eA). (S3)**<br>• **beschreiben das Phänomen der Überspannung (eA). (S3)**<br>• **beschreiben den Zusammenhang zwischen der Zersetzungsspannung und der Zellspannung einer entsprechenden galvanischen Zelle (eA). (S3)** | • **nutzen Spannungsdiagramme als Entscheidungshilfe zur Vorhersage und Erklärung von Elektrodenreaktionen (eA). (E8)** | | |
| • **erklären die Funktionsweise ausgewählter Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA). (S10)**<br>• **nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA). (S10)** | | • **recherchieren exemplarisch zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA). (K1, K2, K5, K11)** | • **beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte der Energiespeicherung (eA). (B13)** |

Achtung: Die Zeile zu Batterien, Akkus und Brennstoffzellen wurde aufgrund der Zuweisung der BISTA zu eA-Kursen auf diese festgelegt und in Bezug auf Energiespeicherung konkretisiert. Es geht hier hauptsächlich um übergeordnete Betrachtungen und Bewertungen. In Bezug auf die geschulten Kompetenzen im Kompetenzbereich Kommunikation kann hier aufgezeigt werden, dass Informationen erschlossen, aufbereitet und sachgerecht präsentiert werden sollen, d.h. es werden in diesen Teilbereichen (siehe BISTA Kommunikationskompetenz) verschiedene Kompetenzen angesprochen und geschult.

# Q2_1

**Themenschwerpunkt 5: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (Seite 1/4)**

| **Fachkompetenz** | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution. (S4, S14)<br>• beschreiben die Molekülstruktur von Alkanen und Halogenalkanen. (S1) | • wenden Nachweisreaktionen (Chlorid-, Bromid-, Hydrononium/Oxonium-Ionen) zur Produktidentifikation an. (E4) | • stellen Reaktionsmechanismen in Strukturformeln dar. (K7)<br>• wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. (K9) | • beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag (B11). |
| • beschreiben die Molekülstruktur von Alkenen und Alkinen. (S1)<br>• benennen die Mehrfachbindung als funktionelle Gruppe der Alkene und Alkine. (S1)<br>• unterscheiden Strukturisomerie und cis-trans-Isomerie. (S11)<br>• beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen und asymmetrischen Verbindungen. (S4, S14)<br>• erklären induktive Effekte. (S9)<br>• nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten. (S2)<br>• **beschreiben die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA). (S4, S14)** | • entwickeln die homologen Reihen der Alkene und Alkine. (E8)<br>• beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen. (E4) | • wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. (K9)<br>• stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt. (K7)<br>• verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen. (K7)<br>• unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung. (K9)<br>• unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen. (K9, K10)<br>• **vergleichen die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA) (K8, K10)** | • reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie. (B1) |

**Themenschwerpunkt 5: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (Seite 2/4)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können. (S9)<br>• **erklären das Funktionsprinzip der Gaschromatografie anhand von Wechselwirkungen (eA). (S13)** | • stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. (E7)<br>• **nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktions-produkten (eA). (E6, E8)**<br>• **stellen Zusammenhänge zwischen Reaktionsprodukten und $R_f$-Werten auf (eA).** | • argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte. (K10) | • reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege. (B1)<br>• **beurteilen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik (eA). (B8)** |
| • beschreiben die Molekülstruktur von Alkanolen. (S1)<br>• benennen die Hydroxy-Gruppe als funktionelle Gruppe der Alkanole. (S1)<br>• beschreiben die Nachweisreaktion mit dem Benedict-Reagenz.<br>• stellen Redoxgleichungen in Form von Teil- und Gesamtgleichungen auf. (S16)<br>• beschreiben die Molekülstruktur von Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren. (S1)<br>• benennen die funktionellen Gruppen: Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-), Carboxy-Gruppe. (S1) | • führen die Benedict-Probe durch. (E5)<br>• beschreiben die Funktion einer Blindprobe / eines Kontrollexperiments. (E4, E12)<br>• prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt. (E4) | • wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. (K9) | • reflektieren den Nutzen der IUPAC-Nomenklatur. (B7)* |

*B7: im Sinne der EP verwendet: Es geht um die Erkenntnis der Sinnhaftigkeit der einheitlichen Nomenklatur und die Entscheidung, diese zu nutzen.

**Themenschwerpunkt 5: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (Seite 3/4)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • beschreiben die Ester-Synthese. (S4)<br>• **beschreiben den Mechanismus der Ester-Synthese (eA). (S14)**<br>• beschreiben die Molekülstruktur der Ester. (S1)<br>• benennen die Ester-Gruppe als funktionelle Gruppe. (S1) | • führen eine Estersynthese durch. (E5) | • **stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA). (K7, K9)**<br>• benennen Ester mit ihrem Trivialnamen. (K9) | • beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag. (B11) |
| • erklären Stoffeigenschaften neu eingeführte Stoffklassen mit Hilfe von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen: London-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Ionen-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken. (S13) | • wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten an. (E3, E7, E8) | • stellen die Zusammenhänge zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar. (K6, K9) | • betrachten ein technisches Verfahren und führen den Einsatz von Stoffen auf ihre Stoffeigenschaften zurück. (B1) |
| • **erklären die Mesomerie das Benzol-Moleküls mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise (eA). (S11)**<br>• **beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA).**<br>• **beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution (Erstsubstitution am Benzol-Molekül) (eA). (S4, S14)** | • **wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzol-Moleküls an (eA). (E7)**<br>• **diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (eA). (E9)** | • **stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpie-diagramm dar (eA). (K7)**<br>• **stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA). (K7, K9)** | |

**Themenschwerpunkt 5: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (Seite 4/4)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sach-kompetenz** | **Erkenntnisgewinnungs-kompetenz** | **Kommunikations-kompetenz** | **Bewertungs-kompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Kondensation und Eliminierung. (S4)<br>• begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle. (S8, S9, S10)<br>• | • **planen einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA). (E4)** | • stellen Synthesewege als Flussdiagramm dar. (K7)<br>• stellen Flussdiagramme von Synthesewegen fachsprachlich dar. (K7, K9) | |

# Q2_2

**Themenschwerpunkt 6: Makromoleküle und Nanostrukturen (Seite 1/1)**

| Fachkompetenz | | | |
|---|---|---|---|
| **Sachkompetenz** | **Erkenntnisgewinnungskompetenz** | **Kommunikationskompetenz** | **Bewertungskompetenz** |
| Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … | Die Lernenden … |
| • teilen Kunststoffe in Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere ein. (S1)<br>• erklären die Eigenschaften der drei Kunststofftypen anhand der Molekülstruktur. (S11)<br>• beschreiben einen Wertstoffkreislauf beim Recycling von Kunststoff. (S5) | • entwickeln chemische Fragestellungen zu Kunststoffen. (E2) | • recherchieren zu Anwendungsbereichen von Kunststoffen. (K1)<br>• nutzen ihre Fachkenntnisse zur Erklärung der Funktionalität ausgewählter Kunststoffe. (K8) | • beurteilen den Einsatz von Kunststoffen im Alltag und Technik. (B7)<br>• **beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings im Sinne der Nachhaltigkeit (eA). (B10)**<br>• erkennen Tätigkeitsfelder im Umfeld der Kunststoffchemie. (B8) |
| • beschreiben den Reaktionstyp der Polymerisation. (S4)<br>• **beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation (eA). (S14)** | | • **stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA). (K7)** | |
| • beschreiben die Molekülstruktur von Aminosäuren und Kohlenhydraten (Glucose, Stärke). (S1)<br>• benennen die Amino- und die Carboxy-Gruppe als funktionelle Gruppen der Aminosäuren. (S1)<br>• **beschreiben das Phänomen der Chiralität (eA). (S2)**<br>• **beschreiben** intramolekulare **Wechselwirkungen in einem Protein-Molekül (eA). (S13)** | • führen die Iod-Stärke-Reaktion durch. (E5)<br>• **führen die Biuret-Probe durch (eA). (E5)**<br>• **wenden ihre Kenntnisse zu Reaktionstypen auf die Bildung von Polypeptiden an (eA). (E7)** | • identifizieren funktionelle Gruppen in Naturstoffen und wenden Fachbegriffe an. (K9)<br>• **erklären Chiralität mit dem Vorhandensein eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms (eA). (K10)**<br>• **wenden Fachbegriffe intramolekularen Wechselwirkungen an (eA). (K10)** | • beurteilen die Bedeutung von Naturstoffen im Alltag. (B8) |
| • **definieren Nanoteilchen anhand ihrer Größe (eA). (S1)**<br>• **beschreiben, dass Nanoteilchen aufgrund ihrer Größe besondere Eigenschaften haben. (S2)**<br>• **beschreiben eine Nanostruktur und eine Oberflächeneigenschaft (eA). (S11)** | • **nutzen ein Modell zur Oberflächenvergrößerung (eA). (E7)** | • **nutzen ihre Kenntnisse zu intermolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung der Oberflächeneigenschaft einer Nanostruktur (eA). (K8)** | • **beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Nanomaterialien (eA). (B12)** |

## Anhang
## Operatorenliste der SI (KC 2015)

Die Operatoren sind alphabetisch geordnet. Sie gelten übergreifend für die Naturwissenschaften, fachspezifische Operatoren sind grau unterlegt.

| **Operator** | **Beschreibung der erwarteten Leistung** |
|---|---|
| Abschätzen | durch begründetes Überlegen Näherungswerte angeben |
| Analysieren | wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten |
| Anwenden | einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen |
| Aufbauen eines Experiments | Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren |
| Aufstellen einer Hypothese | eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren |
| Aufstellen einer Reaktionsgleichung (nur Chemie) | vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen. |
| Auswerten | Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen |
| Begründen | Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen |
| Berechnen / Bestimmen | Numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen |
| Beschreiben | Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben |
| Bestätigen | die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen. |
| Beurteilen / Stellung nehmen | zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen |
| Bewerten | einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen |
| Darstellen | Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben |
| Deuten | Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen |
| Diskutieren / Erörtern | Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen |
| Dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS) | Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen |
| Durchführen eines Experiments | an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen |
| Entwickeln | Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen. |

| Operator | Beschreibung der erwarteten Leistung |
|---|---|
| | Eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen |
| Erklären | einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen |
| Erläutern | einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen |
| Ermitteln | einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren |
| Herleiten | aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftliche Größe erstellen |
| Nennen | Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen angeben |
| Planen eines Experimentes | zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen. |
| Protokollieren | Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben |
| Skizzieren | Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert graphisch übersichtlich darstellen |
| Überprüfen / Prüfen | Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken |
| Verallgemeinern | aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren |
| Vergleichen | Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen |
| Zeichnen | eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen |
| Zusammenfassen | das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen |

## Operatorenliste der SII (KC 2022)

| Operator | Erläuterung |
|---|---|
| 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<br>*Chemie zusätzlich:* einen Sachverhalt experimentell prüfen |
| anwenden | einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen |
| aufbauen eines Experiments | Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren |
| aufstellen,<br>formulieren<br>*(Biologie und Chemie)* | chemische Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen (Wort- oder Formelgleichungen), Reaktionsmechanismen entwickeln |
| Hypothesen aufstellen | eine Vermutung über einen unbekannten Sachverhalt formulieren, die fachlich fundiert begründet wird |
| angeben,<br>nennen | Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe, 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 | die Berechnung ist ausgehend von einem Ansatz darzustellen |
| beschreiben | Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren |
| bestätigen | die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen |
| beurteilen | das zu fällende Sachurteil ist mit Hilfe fachlicher Kriterien zu begründen |
| bewerten | einen Sachverhalt vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Werte und Normen einschätzen und dadurch zu einem Werturteil gelangen |
| darstellen | Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe von Zeichnungen und Tabellen |
| dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS) | bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen |
| durchführen eines Experiments | an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen |
| diskutieren,<br>erörtern | Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen |
| entwickeln | Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen:<br>eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen |
| 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, grafisch oder experimentell bestimmen |
| herleiten | mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen |
| interpretieren,<br>deuten | naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen |
| ordnen,<br>zuordnen | Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen |
| planen | zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren |
| protokollieren | Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben |
| prüfen,<br>überprüfen | Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken |
| skizzieren | Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen |
| untersuchen | Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen |
| vergleichen | Gemeinsamkeiten und Unterschiede kriteriengeleitet herausarbeiten |
| zeichnen | Objekte grafisch exakt darstellen |
| zusammenfassen | das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen |