

Schulinterner Lehrplan (G9)  
Max-Planck-Gymnasium Düsseldorf  
Sekundarstufe I und II

# Chemie

(Stand: 16.02.2024, letzter Fachkonferenz-Beschluss am 25.10.2022)

## Vorwort

Der schulinterne Lehrplan für das Fach Chemie ist als „dynamisches, hybrides Dokument“ konzipiert. Das bedeutet, dass der Lehrplan kontinuierlich evaluiert und weiterentwickelt wird und mit digitalen Anhängen auf Logineo-LMS verknüpft ist.

Um die kontinuierliche Anpassung und Aktualisierung des Dokuments zu erleichtern, wird eine möglichst unkomplizierte Formatierung mit Unterkapiteln statt Seitenzahlen und ohne Tabellen verwendet.

Die digitalen Anlagen auf Logineo-LMS beinhalten:

- aktuelle Lehrpläne
- Plattform zum Materialaustausch und zum Austausch erfolgreicher Unterrichtsreihen
- Fachkonferenz (Vorschläge, Evaluation, Protokolle)
- Organisation der iPad-Ausleihe
- MINT - Organisation und Weiterentwicklung

# Inhalt

## 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

1.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

1.2 Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

1.3 Fachliche Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds

1.4 Fachliche Zusammenarbeit mit außerunterrichtlichen Partnern

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Verteilung der Inhaltsfelder mit inhaltlichen Schwerpunkten in der Sek. I

2.2 Verteilung der Inhaltsfelder mit inhaltlichen Schwerpunkten  
und konkretisierten Kompetenzerwartungen in der Sek. I

2.3 Verteilung der Inhaltsfelder mit inhaltlichen Schwerpunkten in der Sek. II

2.4 Verteilung der Inhaltsfelder mit inhaltlichen Schwerpunkten  
und konkretisierten Kompetenzerwartungen in der Sek. II

2.4.1 Einführungsphase

2.4.2 Qualifikationsphase Grundkurs

2.4.3 Qualifikationsphase Leistungskurs

2.5 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

2.6 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

2.7 Oberstufen-Klausuren

2.8 Lehr- und Lernmittel

## 3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

## 4 Qualitätssicherung und Evaluation

## 5 Anlagen

5.1 Stoffverteilungsplan Sek. I

5.2 Stoffverteilungsplan Sek. II

5.3 Medienkompetenzrahmen

5.4 Digitale Anlagen auf Logineo-LMS

- Lehrpläne
- Materialaustausch
- Fachkonferenz
- iPad-Ausleihe
- MINT - Organisation und Weiterentwicklung

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

## 1.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

SchulG NRW § 29: Unterrichtsvorgaben

(1) Das Ministerium erlässt in der Regel schulformspezifische Vorgaben für den Unterricht (Richtlinien, Rahmenvorgaben, Lehrpläne). Diese legen insbesondere die Ziele und Inhalte für die Bildungsgänge, Unterrichtsfächer und Lernbereiche fest und bestimmen die erwarteten Lernergebnisse (Bildungsstandards).

(2) Die Schulen bestimmen auf der Grundlage der Unterrichtsvorgaben nach Absatz 1 in Verbindung mit ihrem Schulprogramm schuleigene Unterrichtsvorgaben.

(3) Unterrichtsvorgaben nach den Absätzen 1 und 2 sind so zu fassen, dass für die Lehrerinnen und Lehrer ein pädagogischer Gestaltungsspielraum bleibt.

SchulG NRW § 70: Fachkonferenz, Bildungsgangkonferenz

(1) Mitglieder der Fachkonferenz sind die Lehrerinnen und Lehrer, die die Lehrbefähigung für das entsprechende Fach besitzen oder darin unterrichten. Die Fachkonferenz wählt aus ihrer Mitte eine Person für den Vorsitz. Je zwei Vertretungen der Eltern und der Schülerinnen und Schüler, an Berufskollegs zusätzlich je zwei Vertretungen der Auszubildenden und Auszubildenden, können als Mitglieder mit beratender Stimme teilnehmen. Die Schulkonferenz kann eine höhere Zahl von Vertretungen der Eltern beschließen.

(2) In Berufskollegs können Fachkonferenzen statt für einzelne Fächer für Fachbereiche oder Bildungsgänge eingerichtet werden (Bildungsgangkonferenz).

(3) Die Fachkonferenz berät über alle das Fach oder die Fachrichtung betreffenden Angelegenheiten einschließlich der Zusammenarbeit mit anderen Fächern. Sie trägt Verantwortung für die schulinterne Qualitätssicherung und -entwicklung der fachlichen Arbeit und berät über Ziele, Arbeitspläne, Evaluationsmaßnahmen und -ergebnisse und Rechenschaftslegung.

(4) Die Fachkonferenz entscheidet in ihrem Fach insbesondere über

1. Grundsätze zur fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit,
2. Grundsätze zur Leistungsbewertung,
3. Vorschläge an die Lehrerkonferenz zur Einführung von Lernmitteln.

## 1.2 Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

Ein übergeordnetes Ziel an unserer Schule ist es, die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen in den Blick zu nehmen. Es ist ein wichtiges Anliegen, durch gezielte Unterstützung des Lernens die Potenziale jeder Schülerin und jedes Schülers in allen Bereichen optimal zu entwickeln. In einem längerfristigen Entwicklungsprozess arbeitet das Fach Chemie daran, die Bedingungen für erfolgreiches und individuelles Lernen zu verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine Zusammenarbeit aller Fächer des Lernbereichs angestrebt. Durch eine verstärkte Zusammenarbeit und Koordinierung der Fachbereiche werden Bezüge zwischen Inhalten der Fächer hergestellt.

## 1.3 Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds

„Als MINT-freundliche Schule haben wir

1. eine durchgängig hohe Stundenzahl in den MINT-Fächern
2. zusätzliche Fächer zur Schwerpunktsetzung, z.B. Mathematik/Informatik (Wahlpflichtfach in der Mittelstufe) oder die Projektkurse MINT und MiLeNa (in der Oberstufe)
3. Grund- und Leistungskurse in allen naturwissenschaftlichen Fächern
4. viele Wettbewerbe für talentierte und begeisterte Schülerinnen und Schüler
5. einmal jährlich drei aufeinanderfolgende MINT-Tage in den Jahrgangsstufen 9 und EF

Ein Engagement in den MINT-Fächern lohnt sich: Unser Science Certificate ermöglicht talentierten Schülerinnen und Schülern eine individuelle Profilbildung. Sie können das Science Certificate dem Berufswahlpass oder einem Bewerbungsschreiben beifügen. Dadurch können sich die Schülerinnen und Schüler bei der Bewerbung um Studienplätze, Praktika oder Stipendien von Mitbewerbern deutlich abheben.“ (<https://max-planck.com/schwerpunkte/mint/> Datum des letzten Zugriffs: 06.06.2022)

Das Max-Planck-Gymnasium ist ein Gymnasium in öffentlicher Trägerschaft der Stadt Düsseldorf. Bis zum Schuljahr 2012/22 war die Schule vierzünftig, danach aufbauend fünfzünftig. Zum Schuljahr 2021/22 wurde ein neu gebauter Gebäudeteil für die Naturwissenschaften in Betrieb genommen, in dem sich im zweiten Obergeschoss drei Chemiefachräume und zwei Chemiesammlungsräume befinden. Der Unterricht findet in der Regel als 90 minütige Doppelstunde statt. Es wird im Allgemeinen auch in den naturwissenschaftlichen Fachräumen das Lehrerraumprinzip umgesetzt. Acht Energiesäulen in jedem Fachraum ermöglichen die Versorgung aller Schülerarbeitsplätze mit Gas, Wasser und Strom. Die für Experimente notwendigen Gerätschaften sind in der Regel in Klassenstärke vorhanden. Alle Fachräume sind mit Whiteboards und Beamern mit Apple-TV ausgestattet. Zum Schuljahr 2022/23 wurde das digitale Lernmanagementsystem des Max-Planck-Gymnasiums von itslearning auf Logineo-LMS (Moodle) umgestellt.

### **Die Chemiestunden sind folgendermaßen auf die Jahrgangsstufen verteilt:**

5./6. Jahrgangsstufe: kein Chemieunterricht

7. Jahrgangsstufe: 1 Wochenstunde (epochal wechselnd mit Physik)

8. Jahrgangsstufe: 2 Wochenstunden

9. Jahrgangsstufe: 2 Wochenstunden

10. Jahrgangsstufe: 2 Wochenstunden

Grundkurs: 3 Wochenstunden

Leistungskurs: 5 Wochenstunden

## 1.4 Fachliche Zusammenarbeit mit außerunterrichtlichen Partnern

Workshops im Rahmen der MINT-Projekttag jährlich in der Woche vor den Herbstferien für die Jahrgangsstufen 9 und EF in Zusammenarbeit mit dem zdi-MINT-Netzwerk und der Hochschule Düsseldorf.

Experimentiertag im BayLab-Schülerlabor der Bayer-AG in Monheim mit allen Schülerinnen und Schülern, die in der Q2 Chemie im Abitur schriftlich im Leistungs- oder Grundkurs belegt haben.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

In den nachfolgenden Übersichten über die Inhaltsfelder wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Inhaltsfelder unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

Der Schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Klassenfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich.

### 2.1 Verteilung der Inhaltsfelder mit inhaltlichen Schwerpunkten in der Sek. I

#### **Inhaltsfeld 1: Stoffe und Stoffeigenschaften (Klasse 7)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften
- Gemische und Reinstoffe – Stofftrennverfahren
- einfache Teilchenvorstellung

#### **Inhaltsfeld 2: Chemische Reaktion (Klasse 8)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Stoffumwandlung
- Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie

#### **Inhaltsfeld 3: Verbrennung (Klasse 8)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad
- chemische Elemente und Verbindungen: Analyse, Synthese
- Nachweisreaktionen
- Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Wasser als Oxid
- Gesetz von der Erhaltung der Masse
- einfaches Atommodell

#### **Inhaltsfeld 4: Metalle und Metallgewinnung (Klasse 8)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Zerlegung von Metalloxiden
- Sauerstoffübertragungsreaktionen
- edle und unedle Metalle
- Metallrecycling

#### **Inhaltsfeld 5: Elemente und ihre Ordnung (Klasse 8)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase
- Periodensystem der Elemente
- differenzierte Atommodelle
- Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration

### **Inhaltsfeld 6: Salze und Ionen (Klasse 9)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung
- Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen
- Gehaltsangaben
- Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung

### **Inhaltsfeld 7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung (Klasse 9)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen
- Oxidation, Reduktion
- Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle
- Elektrolyse

### **Inhaltsfeld 8: Molekülverbindungen (Klasse 9)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- unpolare und polare Elektronenpaarbindung
- Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle
- zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel
- Katalysator

### **Inhaltsfeld 9: Saure und alkalische Lösungen (Klasse 10)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen
- Ionen in sauren und alkalischen Lösungen
- Neutralisation und Salzbildung
- einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration
- Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen

### **Inhaltsfeld 10: Organische Chemie (Klasse 10)**

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole
- Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe
- zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte
- Treibhauseffekt

## **2. 2 Verteilung der Inhaltsfelder mit inhaltlichen Schwerpunkten und konkretisierten Kompetenzerwartungen in der Sek. I**

### **Inhaltsfeld 1: Stoffe und Stoffeigenschaften (Klasse 7)**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften
- Gemische und Reinstoffe
- Stofftrennverfahren
- einfache Teilchenvorstellung

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Schmelztemperatur/Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit) identifizieren (UF1, UF2),
- Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell ermitteln (E4, E5, K1),
- Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften planen und sachgerecht durchführen (E1, E2, E3, E4, K1),
- Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften begründen (B1, K2).

### **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur der Materie:

Kenntnisse über charakteristische Stoffeigenschaften ermöglichen die Identifikation und Klassifikation von Reinstoffen. Anhand der Aggregatzustände und deren Änderungen werden Bezüge zwischen der Stoff- und der Teilchenebene hergestellt.

## **Inhaltsfeld 2: Chemische Reaktion (Klasse 8)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Stoffumwandlung
- Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit anderen Eigenschaften und in Abgrenzung zu physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3),
- chemische Reaktionen in Form von Reaktionsschemata in Worten darstellen (UF1, K1),
- bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Energieumwandlung der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet angeben (UF1),
- bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der Aktivierungsenergie zum Auslösen einer Reaktion beschreiben (UF1).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- einfache chemische Reaktionen sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K1),
- chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag identifizieren (E2, UF4).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4).

### **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Chemische Reaktion:

Anhand einfacher Stoffumwandlungen wird die chemische Reaktion eingeführt. Dabei liegt der Fokus auf der Entstehung von neuen Stoffen, die andere Stoffeigenschaften als die Edukte besitzen.

Energie:

Der Aspekt der Energieumwandlung wird im Zusammenhang mit chemischen Reaktionen thematisiert.

## **Inhaltsfeld 3: Verbrennung (Klasse 8)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad
- chemische Elemente und Verbindungen: Analyse, Synthese
- Nachweisreaktionen
- Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Wasser als Oxid
- Gesetz von der Erhaltung der Masse
- einfaches Atommodell

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen einteilen (UF2, UF3),
- die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4),
- die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff identifizieren und als Oxidbildung klassifizieren (UF3),
- die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben (UF1).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff erklären (E5, E6),
- Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4),
- den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid, Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- in vorgegebenen Situationen Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit brennbaren Stoffen zur Brandvorsorge sowie mit offenem Feuer zur Brandbekämpfung bewerten und sich begründet für eine Handlung entscheiden (B2, B3, K4),
- Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser beschreiben (B1).

### **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur der Materie:

Reinstoffe werden in chemische Elemente und Verbindungen unterteilt. Wichtige Bestandteile der Luft sowie Edukte und Produkte der Verbrennung erweitern die Kenntnisse von Stoffen. Ein einfaches Atommodell ermöglicht eine Erklärung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse und der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen.

Chemische Reaktion:

Das Basiskonzept wird durch die Betrachtung von Reaktionen mit Sauerstoff, Reaktionen zum Nachweis von Stoffen und dem Gesetz von der Erhaltung der Masse erweitert. Untersuchungen zur Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen werden an einem Beispiel eingeleitet.

Energie:

Verbrennungen sind Beispiele für chemische Reaktionen, bei denen Energie an die Umgebung abgegeben wird. Die Energieumwandlung bei umkehrbaren Reaktionen wird qualitativ betrachtet.

## **Inhaltsfeld 4: Metalle und Metallgewinnung (Klasse 8)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Zerlegung von Metalloxiden
- Sauerstoffübertragungsreaktionen
- edle und unedle Metalle
- Metallrecycling

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3),
- ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4),
- Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes modellhaft erklären (E6),
- ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4),
- Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).

### **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur der Materie:

Elemente werden durch Klassifizierungen in edle und unedle Metalle weiter aus- differenziert, Verbindungen um die Gruppe der Metalloxide ergänzt.

Chemische Reaktion:

Die Zerlegung von Metalloxiden stellt einen weiteren Aspekt der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen dar.

## **Inhaltsfeld 5: Elemente und ihre Ordnung (Klasse 8)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien:  
Alkalimetalle, Halogene, Edelgase
- Periodensystem der Elemente
- differenzierte Atommodelle
- Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF1),
- chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3),

- aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3),
- die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7),
- die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).

### **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur der Materie:

Die aus den Eigenschaften der Elemente resultierende Struktur des Periodensystems lässt sich durch eine Erweiterung der Modellvorstellungen über ein einfaches Kern-Hülle-Modell hin zu einem differenzierten Kern-Hülle-Modell erklären. Aufgrund von ähnlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften lassen sich Elemente im Periodensystem anordnen. Aus dem Periodensystem lassen sich Aussagen zum Bau der Atome herleiten.

Chemische Reaktion:

Die Kenntnisse über die chemischen Eigenschaften von Hauptgruppenelementen vertiefen das Basiskonzept Chemische Reaktion.

## **Inhaltsfeld 6: Salze und Ionen (Klasse 9)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung
- Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen
- Gehaltsangaben
- Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1),
- an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4),
- an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären und eine chemische Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).

## **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur der Materie:

Das Basiskonzept wird durch die Stoffgruppe der Salze und ihren Aufbau aus Ionen erweitert. Mit der Ionenbindung wird eine wesentliche Bindungsart eingeführt. Die charakteristischen Eigenschaften der Salze wie z. B. die Bildung von Kristallen und die elektrische Leitfähigkeit von Salzschnmelzen und -lösungen können durch den Aufbau der Salze aus Ionen erklärt werden.

Chemische Reaktion:

Die Reaktion zwischen Metallen und Nichtmetallen erweitert das Konzept der chemischen Reaktion um einen neuen Reaktionstyp. Das aus der quantitativen Untersuchung chemischer Reaktionen resultierende Gesetz der konstanten Massen- verhältnisse lässt auf konstante Atomanzahlverhältnisse schließen und erlaubt die Herleitung von Verhältnisformeln und Reaktionsgleichungen.

Energie:

Veränderungen der Elektronenkonfiguration sind mit Energieumsätzen verbunden. Anhand der Eigenschaften der Salze lassen sich Rückschlüsse auf die Stärke der elektrostatischen Anziehungskräfte zwischen den Ionen ziehen.

## **Inhaltsfeld 7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung (Klasse 9)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen
- Oxidation, Reduktion
- Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle
- Elektrolyse

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3),
- die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3),
- Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1),
- die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4),
- den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4),
- Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2).

## **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Chemische Reaktion:

Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird durch die Betrachtung von Reaktionen von Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deutlich. Der Aspekt der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen wird im Zusammenhang mit Elektronenübertragungsreaktionen vertieft.

Energie:

Bei freiwillig ablaufenden Elektronenübertragungsreaktionen wird die freiwerdende Energie in Form von elektrischer Energie genutzt. Umgekehrt kann durch elektrische Energie eine nicht freiwillig ablaufende Reaktion erzwungen werden. Durch die Erfahrung der Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in elektrische Energie und umgekehrt werden Vorstellungen vom Energieerhaltungssatz konkretisiert.

## **Inhaltsfeld 8: Molekülverbindungen (Klasse 9)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- unpolare und polare Elektronenpaarbindung
- Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle
- zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel
- Katalysator

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1),
- mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1),
- die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z.B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen (E6, K1),
- die Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser erläutern (E1, E2, E6),
- typische Eigenschaften von Wasser mithilfe des Dipol-Charakters der Wassermoleküle und der Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen erläutern (E2, E6),
- die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2),
- unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).

### **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur der Materie:

Das Basiskonzept wird durch die Einführung von Molekülverbindungen und die Elektronenpaarbindung erweitert. Ein Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulicht die räumliche Struktur der Moleküle. Die charakteristischen Eigenschaften des Wassers lassen sich durch den Dipol des Wassermoleküls und die zwischenmolekularen Wechselwirkungen erklären.

Chemische Reaktion:

Das Basiskonzept wird um die Wirkungsweise eines Katalysators bei chemischen Reaktionen erweitert.

Energie:

Durch die energetische Betrachtung des Lösevorgangs lassen sich qualitativ Gitter- und Hydratationsenergie vergleichen.

## **Inhaltsfeld 9: Saure und alkalische Lösungen (Klasse 10)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen
- Ionen in sauren und alkalischen Lösungen
- Neutralisation und Salzbildung
- einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration
- Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen

### **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),

- Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3),
- an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1),
- Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1).

### **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6),
- den pH-Wert einer Lösung bestimmen und die pH-Wertskala mithilfe von Verdünnungen ableiten (E4, E5, K1),
- ausgehend von einfachen stöchiometrischen Berechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen aufstellen und experimentell überprüfen (E3, E4),
- eine ausgewählte Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (E6, K3).

### **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3),
- Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).

### **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur der Materie:

Das Basiskonzept wird um die Kenntnis erweitert, welche Verbindungen als Säuren bzw. Basen klassifiziert werden. Als quantifizierbare Größe ermöglicht die Stoffmenge eine Verbindung der Stoff- und der Teilchenebene.

Chemische Reaktion:

Typische chemische Reaktionen von sauren und alkalischen Lösungen erweitern das Basiskonzept ebenso wie die Neutralisation mit Salzbildung. Die Protonenabgabe und -aufnahme erweitern das Donator-Akzeptor-Prinzip.

## **Inhaltsfeld 10: Organische Chemie (Klasse 10)**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole
- Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe
- zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte
- Treibhauseffekt

## **Umgang mit Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- organische Molekülverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen einordnen (UF3),
- ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur benennen (UF2),
- Treibhausgase und ihre Ursprünge beschreiben (UF1),
- die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4),
- die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften begründen (UF2)

## **Erkenntnisgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (E6, K1),
- typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen ermitteln und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen erklären (E4, E5, E6),
- Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energie- rohstoffe digital beschaffen und vergleichen (E5, K2),
- ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur und räumliche Anordnung zurückführen (E6).

## **Bewertung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren (B4, K4),
- am Beispiel eines chemischen Produkts Kriterien hinsichtlich Verwendung, Ökonomie, Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit abwägen und im Hinblick auf die Verwendung einen eigenen sachlich fundierten Standpunkt beziehen (B3, B4, K4).

## **Beiträge zu den Basiskonzepten**

Struktur der Materie:

Die Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen kann durch die Einführung von Stoffklassen geordnet werden. Unterschiede in den Stoffeigenschaften von Alkanen und Alkanolen können neben den unterschiedlichen Molekülstrukturen auch durch zwischenmolekulare Wechselwirkungen erklärt werden.

Chemische Reaktion:

Durch die Betrachtung eines Stoffkreislaufs wird der Zusammenhang von Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen vertieft.

## **2.3 Verteilung der Inhaltsfelder mit inhaltlichen Schwerpunkten in der Sek. II**

### **Einführungsphase**

#### **Inhaltsfeld Organische Stoffklassen**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe
- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie
- intermolekulare Wechselwirkungen
- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen
- Estersynthese

## **Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit
- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ )
- natürlicher Stoffkreislauf
- technisches Verfahren
- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck
- Katalyse

## **Qualifikationsphase**

(nur im LK = *kursiv*)

### **Säuren, Basen und analytische Verfahren**

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-Base-Konstanten, Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ ), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken (+*schwachen*) Säuren und starken (+*schwachen*) Basen, *Puffersysteme*
- *Löslichkeitsgleichgewichte*
- analytische Verfahren: Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken (+*schwachen*) Säuren und starken (+*schwachen*) Basen (mit Umschlagspunkt, *mit Titrationskurve*), *potentiometrische pH-Wert-Messung*
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik (Energieerhaltung), Neutralisationsenthalpie, *Lösungsenthalpie*, Kalorimetrie
- *Entropie*
- Ionengitter, Ionenbindung

### **Elektrochemische Prozesse und Energetik**

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, *Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)*
- Elektrolyse: *Faraday-Gesetze*, *Zersetzungsspannung (Überspannung)*
- *Redoxtitration*
- alternative Energieträger, *Energiespeicherung*
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- Energetische Aspekte: Erster *und Zweiter (Entropiezunahme)* Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, *freie Enthalpie*, *Gibbs-Helmholtz-Gleichung*, heterogene Katalyse

### **Reaktionswege in der organischen Chemie**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Ester-, Aminogruppe
- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- *Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems*
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Isomerie: Strukturisomerie, Molekülgeometrie *und Mesomerie*, *Chiralität*
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, *nucleophile Substitution erster Ordnung*, *elektrophile Erstsitution*, *Kondensationsreaktion (Estersynthese)*
- Prinzip von Le Chatelier
- koordinative Bindung: Katalyse
- Naturstoffe: Fette
- *Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung*
- *analytisches Verfahren: Chromatografie*

### **Moderne Werkstoffe**

- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Polymerisation: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen,

- Mechanismus der radikalischen Polymerisation*
- Kunststoffsynthese
  - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
  - Recycling: Kunststoffverwertung, *Werkstoffkreisläufe*
  - *technisches Syntheseverfahren*
  - *Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften*

## **2.4 Verteilung der Inhaltsfelder mit inhaltlichen Schwerpunkten und konkretisierten Kompetenzerwartungen in der Sek. II**

### **2.4.1 Einführungsphase**

#### **Inhaltsfeld Organische Stoffklassen**

##### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe
- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie
- intermolekulare Wechselwirkungen
- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen
- Estersynthese

##### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),
- erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),
- erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),
- stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7).

##### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),
- deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),
- führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),
- stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4).

##### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6),
- diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13),
  - beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).

##### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Verschiedene funktionelle Gruppen sowie die Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbindungen erlauben eine Systematisierung organischer Verbindungen nach Stoffklassen. Das Zurückführen von Stoffeigenschaften verschiedener Verbindungen und ihrer

Isomere auf jeweils unterschiedliche Molekülstrukturen und damit zusammenhängende intermolekulare Wechselwirkungen werden anhand ausgewählter Stoffklassen vertieft.

Chemische Reaktion:

Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird durch die Betrachtung von Redoxreaktionen organischer Verbindungen erweitert. Die auf chemischen Reaktionen verschiedener Stoffe zurückzuführende Vielfalt und damit einhergehende Möglichkeit der Produktion organischer Verbindungen wird anhand der Estersynthese konkretisiert.

## **Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit
- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ )
- natürlicher Stoffkreislauf
- technisches Verfahren
- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck
- Katalyse

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),
- beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),
- erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),
- bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren die Ergebnisse (S7, S8, S17).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),
- überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),
- stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11),
- simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),
- analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einen natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12),
- bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Chemische Reaktion:

Der Verlauf chemischer Reaktionen wird unter dem Blickwinkel der Reaktionsgeschwindigkeit betrachtet. Die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen wird um den Aspekt des dynamischen Gleichgewichtszustandes erweitert. Das Prinzip des Stoffkreislaufes als Abfolge von chemischen Reaktionen berücksichtigt auch chemische Gleichgewichtsreaktionen.

Energie:

Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit präzisiert.

## 2.4.2 Qualifikationsphase Grundkurs

### Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKS, KB, pKB), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie
- Ionengitter, Ionenbindung

#### Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6),
- erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),
- interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17),
- definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),
- erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),
- erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),
- deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8).

#### Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),
- planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),
- führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),
- bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1).

#### Bewertungskompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8),
- bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8).

#### Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet.

Chemische Reaktion:

Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur

quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.

Energie:

Das Energiekonzept wird im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion durch den ersten Hauptsatz der Thermodynamik und den Enthalpiebegriff erweitert.

## **Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung
- Elektrolyse
- alternative Energieträger
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),
- nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11),
- erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),
- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),
- erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1),
- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),
- entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5),
- ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),
- ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12),
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8),
- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).

## **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Grundlage für elektrochemische Prozesse sind unter anderem die metallische Bindung sowie die Beweglichkeit hydratisierter Ionen.

Chemische Reaktion:

Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen.

Energie:

Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse erweitert.

## **Inhaltsfeld Reaktionswege in der organischen Chemie**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe
- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Naturstoffe: Fette
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition
- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),
- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),
- erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),
- erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),
- erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),
- erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),
- unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).

## **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Die organischen Stoffklassen werden um Amine und Halogenalkane erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. Die Vielfalt organischer Verbindungen wird durch Naturstoffe am Beispiel der Fette erweitert.

Chemische Reaktion:

Die Schrittigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.

Energie:

Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Estersynthese als homogene Katalyse spezifiziert.

## **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13),
- klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),
- erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),
- beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),
- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),
- erklären ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),
- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),
- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).

## **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Die Eigenschaften von Kunststoffen werden auf die Struktur der Makromoleküle, ihre Verknüpfungen und Wechselwirkungen untereinander zurückgeführt.

Chemische Reaktion:

Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe.

Energie:

Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.

## 2.4.3 Qualifikationsphase Leistungskurs

### Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKS, KB, pKB), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme
- Löslichkeitsgleichgewichte
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie
- Entropie
- Ionengitter, Ionenbindung

#### Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6),
- erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),
- leiten die Säure-/Base-Konstante und den pKS/pKB-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17),
- interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17),
- sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17),
- erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16),
- berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17),
- definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),
- erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),
- erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),
- erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter- und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8),
- erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7).

#### Erkenntnisgewinnungskompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),
- planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),
- führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),
- werten pH-metrische Titrationen von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7),
- bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1),
- interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8).

## **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8),
- bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8),
- beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9).

## **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird um Puffersysteme erweitert.

Chemische Reaktion:

Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung verschiedener Titrationsverfahren zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.

Energie:

Das Energiekonzept wird um den ersten Hauptsatz der Thermodynamik, den Enthalpie- und Entropiebegriff im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion und Lösungsvorgängen erweitert.

## **Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)
- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)
- Redoxtitration
- alternative Energieträger
- Energiespeicherung
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),
- nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11),
- erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),
- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10),
- erklären die für die Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8),
- berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17),

- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10), berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),
- wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10),
- ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),
- ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5),
- erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),
- ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17),
- entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15),
- entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13),
- ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12),
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8),
- diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13),
- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Grundlage für elektrochemische Prozesse sind unter anderem die metallische Bindung sowie die Beweglichkeit hydratisierter Ionen.

Chemische Reaktion:

Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen.

Energie:

Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess und der freien Enthalpie erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als hetero- gene Katalyse erweitert.

### **Inhaltsfeld Reaktionswege in der organischen Chemie**

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe
- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen

- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsabstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)
- Prinzip von Le Chatelier
- koordinative Bindung: Katalyse
- Naturstoffe: Fette
- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung
- analytisches Verfahren: Chromatografie

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11),
- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13, K11),
- erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),
- erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),
- erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11),
- beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15),
- erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12),
- klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8),
- erläutern die Farbigeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),
- entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2),
- erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),
- unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),
- trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5),
- interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2, B1).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),
- beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung
- bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Die organischen Stoffklassen werden um Amine, Halogenalkane und aromatische Verbindungen erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. Das aromatische System und die koordinative Bindung erweitern das Konzept der

Elektronenpaarbindung. Das Konzept der Struktur-Eigenschaftsbeziehung wird anhand der Farbstoffe vertieft.

Chemische Reaktion:

Die Schrittigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.

Energie:

Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen und Grundlage für die Farbigkeit erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Estersynthese als homogene Katalyse spezifiziert.

## **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe**

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung, Werkstoffkreisläufe
- technisches Syntheseverfahren
- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften

### **Sachkompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),
- klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),
- erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),
- erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16),
- beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),
- erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),
- beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9).

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),
- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),
- erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13),
- veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8),
- erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11).

### **Bewertungskompetenz**

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),
- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),
- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),
- beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10),
- recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am

Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4).

### **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten**

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:

Die Eigenschaften von Kunststoffen werden auf die Struktur der Makromoleküle, ihre Verknüpfungen und Wechselwirkungen untereinander zurückgeführt. Ebenso werden Merkmale von Nanomaterialien auf deren Größenordnung zurückgeführt und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen durch die Betrachtung entsprechender Materialien vertieft.

Chemische Reaktion:

Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe. Reaktionsmechanismen aus dem niedermolekularen Bereich werden um Spezifika im makromolekularen Bereich erweitert und vertieft.

Energie:

Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.

## **2.5 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit**

### **Lehr- und Lernprozesse**

#### **Schwerpunktsetzungen nach folgenden Kriterien:**

- Herausstellung zentraler Ideen und Konzepte, auch unter Nutzung von Synergien zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern
- Zurückstellen von Verzichtbarem bzw. eventuell späteres Aufgreifen, Orientierung am Prinzip des exemplarischen Lernens
- Anschlussfähigkeit (fachintern und fachübergreifend)

#### **Lehren und Lernen in sinnstiftenden Kontexten nach folgenden Kriterien:**

- Eignung des Kontextes zum Erwerb spezifischer Kompetenzen („Was kann man an diesem Thema besonders gut lernen“?)
- klare Schwerpunktsetzungen bezüglich des Erwerbs spezifischer Kompetenzen, insbesondere auch bezüglich physikalischer Denk- und Arbeitsweisen
- eingegrenzte und altersgemäße Komplexität
- authentische, motivierende und tragfähige Problemstellungen
- Nachvollziehbarkeit / Schülerverständnis der Fragestellung

#### **Variation der Lernaufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden nach folgenden Kriterien:**

- Aufgaben auch zur Förderung von vernetztem Denken mit Hilfe von übergreifenden Prinzipien, grundlegenden Ideen und Basiskonzepten
- Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Beschleunigung des Lernprozesses
- Einbindung von Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erwerbenden Kompetenzen reflektiert werden, explizite Thematisierung der erforderlichen Denk- und Arbeitsweisen und ihrer zugrundeliegenden Ziele und Prinzipien, Vertrautmachen mit dabei zu verwendenden Begrifflichkeiten
- Vertiefung der Fähigkeit zur Nutzung erworbener Kompetenzen beim Transfer auf neue Aufgaben und Problemstellungen durch hinreichende Integration von Reflexions-, Übungs- und Problemlösephasen in anderen Kontexten
- bei kooperativen Lernformen: insbesondere Fokussierung auf das Nachdenken und den Austausch von naturwissenschaftlichen Ideen und Argumenten

#### **Experimente und eigenständige Untersuchungen**

- Verdeutlichung der verschiedenen Funktionen von Experimenten in den Naturwissenschaften und des Zusammenspiels zwischen Experiment und konzeptionellem Verständnis
- überlegter und zielgerichteter Einsatz von Experimenten: Einbindung in Erkenntnisprozesse und in die Klärung von Fragestellungen

- schrittweiser und systematischer Aufbau von der reflektierten angeleiteten Arbeit hin zur Selbstständigkeit bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen
- Nutzung sowohl von manuell-analoger, aber auch digitaler Messwerterfassung und Messwertauswertung
- Entwicklung der Fähigkeiten zur Dokumentation der Experimente und Untersuchungen (Versuchsprotokoll) in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer

## **2.6 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung**

Grundlagen der Vereinbarungen sind § 48 SchulG, § 6 APO-S I sowie die Angaben in Kapitel 3 Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung des Kernlehrplans.

Die Fachkonferenz hat die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen:

### **Grundsätzliche Absprachen**

Erbrachte Leistungen werden auf der Grundlage transparenter Ziele und Kriterien in allen Kompetenzbereichen benotet, sie werden den Schülerinnen und Schülern jedoch auch mit Bezug auf diese Kriterien rückgemeldet und erläutert. Auf dieser Basis sollen die Schülerinnen ihre Leistungen zunehmend selbstständig einschätzen können. Die individuelle Rückmeldung soll dabei den tatsächlich erreichten Leistungsstand weder beschönigen noch abwerten. Sie soll Hilfen und Absprachen zu realistischen Möglichkeiten der weiteren Entwicklung enthalten. Die Bewertung von Leistungen berücksichtigt Lern- und Leistungssituationen. Einerseits soll dabei Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht werden, in welchen Bereichen aufgrund des zurückliegenden Unterrichts stabile Kenntnisse erwartet und bewertet werden. Andererseits dürfen sie in neuen Lernsituationen auch Fehler machen, ohne dass sie deshalb Geringschätzung oder Nachteile in ihrer Beurteilung befürchten müssen.

### **Überprüfung und Beurteilung der Leistungen**

Die Leistungen im Unterricht werden in der Regel auf der Grundlage einer kriteriengeleiteten, systematischen Beobachtung von Unterrichtshandlungen beurteilt. Weitere Anhaltspunkte für Beurteilungen lassen sich mit kurzen schriftlichen, auf eingegrenzte Zusammenhänge begrenzten Tests gewinnen.

### **Kriterien der Leistungsbeurteilung**

Die Bewertungskriterien für Leistungsbeurteilungen müssen den Schülerinnen und Schülern bekannt sein. Die folgenden Kriterien gelten allgemein und sollten in ihrer gesamten Breite für Leistungsbeurteilungen berücksichtigt werden:

für Leistungen, die zeigen, in welchem Ausmaß Kompetenzerwartungen des Lehrplans bereits erfüllt werden. Beurteilungskriterien können hier u.a. sein:

die inhaltliche Geschlossenheit und sachliche Richtigkeit sowie die Angemessenheit fachtypischer qualitativer und quantitativer Darstellungen bei Erklärungen, beim Argumentieren und beim Lösen von Aufgaben,

die zielgerechte Auswahl und konsequente Anwendung von Verfahren beim Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten und bei der Nutzung von Modellen,

die Genauigkeit und Zielbezogenheit beim Analysieren, Interpretieren und Erstellen von Texten, Graphiken oder Diagrammen.

für Leistungen, die im Prozess des Kompetenzerwerbs erbracht werden. Beurteilungskriterien können hier u.a. sein:

die Qualität, Kontinuität, Komplexität und Originalität von Beiträgen zum Unterricht (z. B. beim Generieren von Fragestellungen und Begründen von Ideen und Lösungsvorschlägen, Darstellen, Argumentieren, Strukturieren und Bewerten von Zusammenhängen),

die Vollständigkeit und die inhaltliche und formale Qualität von Lernprodukten (z. B. Protokolle, Materialsammlungen, Hefte, Mappen, Portfolios, Lerntagebücher, Dokumentationen, Präsentationen, Lernplakate, Funktionsmodelle),

Lernfortschritte im Rahmen eigenverantwortlichen, schüleraktiven Handelns (z. B. Vorbereitung und Nachbereitung von Unterricht, Lernaufgabe, Referat, Rollenspiel, Befragung, Erkundung, Präsentation),

die Qualität von Beiträgen zum Erfolg gemeinsamer Gruppenarbeiten.

### **Verfahren der Leistungsrückmeldung und Beratung**

Die Leistungsrückmeldung kann in mündlicher und schriftlicher Form erfolgen. Aspektbezogene Leistungsrückmeldung erfolgt anlässlich der Auswertung benoteter Lernprodukte. Die Leistungsrückmeldung kann u. a. im Schülergespräch, individueller Beratung, schriftlichen Hinweisen und Kommentaren, (Selbst-) Evaluationsbögen, Gesprächen beim Elternsprechtag erfolgen.

## **2.7 Oberstufen-Klausuren**

ab Abitur 2025:

Stufe	GK	LK
EF.1	1 x 90 min	
EF.2	1 x 90 min	
Q1.1	2 x 90 min	2 x 135 min
Q1.2	2 x 135 min	2 x 180 min
Q2.1	2 x 180 min	2 x 225 min
Vorabitur Abitur	255 min inklusive Auswahlzeit	300 min inklusive Auswahlzeit

## 2.8 Lehr- und Lernmittel

Die Fachkonferenz erstellt eine Übersicht über die verbindlich eingeführten Lehr- und Lernmittel, ggf. mit Zuordnung zu Jahrgangsstufen.

Die Übersicht kann durch eine Auswahl fakultativer Lehr- und Lernmittel (z. B. Fachzeitschriften, Sammlungen von Arbeitsblättern, Angebote im Internet) als Anregung zum Einsatz im Unterricht ergänzt werden.

**Lehrwerke**, die an Schülerinnen und Schüler für den ständigen Gebrauch ausgeliehen werden bzw. über den Elternanteil angeschafft werden:

Klasse 7 bis 8.1: C.C. Buchner Verlag, Bamberg, 2021: Chemie 1, Gymnasium G9, Nordrhein-Westfalen, ISBN 978-3-661-05021-8 (grünes Buch)

Klasse 8.2 bis 10: C.C. Buchner Verlag, Bamberg, 2021: Chemie 2, Gymnasium G9, Nordrhein-Westfalen, ISBN 978-3-661-05022-8 (gelbes Buch)

inklusive Kollegiumslizenz für digitales Lehrmaterial click & teach für beide Bände

Sek. II: derzeit (Schuljahr 2023/24) Schödel, Chemie heute Sekundarstufe II

Für den temporären Einsatz im Unterricht zur Verfügung stehen:

Insgesamt **16 iPads** für die drei Chemie-Fachräume.

Die Anmeldung zur Nutzung der iPads erfolgt über die Fachschaftsseite auf Logineo-LMS.

Fachliteratur und didaktische Literatur: siehe Inventarliste der Fachbibliothek

### Weitere Quellen, Hinweise und Hilfen zum Unterricht

Weitere Plattformen für Unterrichtsmaterialien und digitale Instrumente:

<https://www.chemieunterricht.de/dc2/>

Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie, Chemie-Fachdidaktik der Universität Bielefeld  
Cornelsen

<https://www.seilnacht.com/>

Klett

<https://phet.colorado.edu/de/simulations/filter?subjects=chemistry&type=html.prototype>

Online-Simulationen zur Allgemeinen Chemie

<https://www.exploratorium.edu/>

The Museum of Science, Art and Human Perception

<https://www.planet-schule.de/>

Bildungsangebot des öffentlichen Rundfunks

<https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/index.php?id=5126&L=0>

Videos zu klassischen Schulversuchen

<https://www.chemie-verstehen.de/index.html>

Internetseiten von Michael Schmidt

<https://www.experimentas.de/>

Gefährdungsbeurteilungen für Experimente im schulischen Chemieunterricht

<https://www.kappenberg.com>

Aufgaben, Versuche, Simulationen etc. zu vielen Themenbereichen

<https://www.iqb.hu-berlin.de/abitur/sammlung/naturwissenschaften/chemie/>

Beispielaufgaben Zentralabitur

### **3 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen**

Die drei naturwissenschaftlichen Fächer beinhalten viele inhaltliche und methodische Gemeinsamkeiten, aber auch einige Unterschiede, die für ein tieferes fachliches Verständnis genutzt werden können. Synergien beim Aufgreifen von Konzepten, die schon in einem anderen Fach angelegt wurden, nützen dem Lehren, weil nicht alles von Grund auf neu unterrichtet werden muss und unnötige Redundanzen vermieden werden. Es unterstützt aber auch nachhaltiges Lernen, indem es Gelerntes immer wieder aufgreift und in anderen Kontexten vertieft und weiter ausdifferenziert. Es wird dabei klar, dass Gelerntes in ganz verschiedenen Zusammenhängen anwendbar ist und Bedeutung besitzt. Verständnis wird auch dadurch gefördert, dass man Unterschiede in den Sichtweisen der Fächer herausarbeitet und dadurch die Eigenheiten eines Konzepts deutlich werden lässt.

#### **Zusammenarbeit mit anderen Fächern**

Die schulinternen Lehrpläne und der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sollen den Schülerinnen und Schülern aufzeigen, dass bestimmte Konzepte und Begriffe in den verschiedenen Fächern aus unterschiedlicher Perspektive beleuchtet, in ihrer Gesamtheit aber gerade durch diese ergänzende Betrachtungsweise präziser verstanden werden können. Dazu gehört beispielsweise der Energiebegriff, der in allen Fächern eine bedeutende Rolle spielt.

Bei der Nutzung von Synergien stehen auch Kompetenzen, die das naturwissenschaftliche Arbeiten betreffen, im Fokus. Um diese Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern gezielt und umfassend zu entwickeln, werden gemeinsame Vereinbarungen bezüglich des hypothesengeleiteten Experimentierens (Formulierung von Fragestellungen, Aufstellen von Hypothesen, Planung, Durchführung und Auswerten von Experimenten, Fehlerdiskussion), des Protokollierens von Experimenten (gemeinsame Protokollvorlage), des Auswertens von Diagrammen und des Verhaltens in den Fachräumen (Sicherheitsbelehrung) getroffen. Damit die hier erworbenen Kompetenzen fächerübergreifend angewandt werden können, ist es wichtig, sie im Unterricht explizit zu thematisieren und entsprechende Verfahren als Regelwissen festzuhalten.

Am Tag der offenen Tür präsentieren sich die Fächer Physik, Biologie und Chemie. In allen drei Naturwissenschaften können die Grundschüler und -schülerinnen durch Experimente einen Einblick in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gewinnen.

### **4 Qualitätssicherung und Evaluation**

#### **Maßnahmen der fachlichen Qualitätssicherung**

Das Fachkollegium überprüft kontinuierlich, inwieweit die im schulinternen Lehrplan vereinbarten Maßnahmen zum Erreichen der im Kernlehrplan vorgegebenen Ziele geeignet sind. Dazu dienen beispielsweise auch der regelmäßige Austausch sowie die gemeinsame Konzeption von Unterrichtsmaterialien, welche hierdurch mehrfach erprobt und bezüglich ihrer Wirksamkeit beurteilt werden.

Am Ende eines jeden Schuljahres bzw. zum Beginn des neuen Schuljahres (z.B. wenn neue Kollegen am MPG beginnen) findet eine Evaluation statt, bei der alle Fachkollegen angeben, inwieweit im abgelaufenen Schuljahr die Inhalte des schulinternen Lehrplans umgesetzt werden konnten.

Dies erleichtert zum Einen die Übergabe der Klassen bei einem Fachlehrerwechsel zum nächsten Schuljahr, indem der abgebenden Lehrer den im nächsten Schuljahr nachfolgenden Lehrer bezüglich des Lernstandes und des Lernverhaltens der Klasse informiert und dadurch einen möglichst kontinuierlichen Lernfortschritt unterstützt.

Zum Anderen ermöglicht es, einen eventuellen Anpassungsbedarf bezüglich der Verteilung der Inhaltsfelder und ihrer zeitlichen und inhaltlichen Umsetzbarkeit in den jeweiligen Jahrgangsstufen zu erkennen und gegebenenfalls notwendige Modifikationen am schulinternen Lehrplan vorzunehmen und ihn so erfahrungsgeleitet weiterzuentwickeln.

Der schulinterne Lehrplan ist somit als „dynamisches Dokument“ zu sehen. Dementsprechend werden die dort getroffenen Absprachen stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachschaft trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

## 5 Anlagen

### 5.1 Stoffverteilungsplan Sek. I

0. Sicherheitsregeln und -einrichtungen, Gerätekunde (**Klasse 7**) (1 Std. epochal) (grünes Buch, Buchner: Chemie NRW 1)

**1. Stoffe und Stoffeigenschaften (Klasse 7)** (1 Std. epochal) (grünes Buch)  
Schmelz- / Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit, Gemische und Reinstoffe, Stofftrennverfahren (Filtration, Destillation), Aggregatzustände, Teilchenmodell (Dalton)

**2. Chemische Reaktion (Klasse 8)** (2 Std.) (grünes Buch)  
Stoffumwandlung, Reaktionsschemata in Worten, Energieumwandlung, Aktivierungsenergie

**3. Verbrennung (Klasse 8)** (2 Std.) (grünes Buch)  
Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad, Brandbekämpfung, Luft, Analyse & Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chem. Reaktionen, Wasser als Oxid, Reinstoffe: Elemente und Verbindungen, Nachweisreaktionen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid, Wasser), Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid, Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen, einfaches Atommodell

**4. Metalle und Metallgewinnung (Klasse 8)** (2 Std.) (grünes Buch)  
Zerlegung von Metalloxiden, Sauerstoffübertragungsreaktionen, Reaktionsfähigkeit edler und unedler Metalle mit Sauerstoff, Herstellungsverfahren von Metallen, Löschen von Metallbränden, Metallrecycling

**5. Elemente und ihre Ordnung (Klasse 8)** (2 Std.) (gelbes Buch, Buchner: Chemie NRW 2)  
Physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien (Alkalimetalle, Halogene, Edelgase), Periodensystem der Elemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse), differenzierte Atommodelle (verschiedene Kern-Hülle-Modelle), Atombau (Elektronen, Neutronen, Protonen)

**6. Salze und Ionen (Klasse 9)** (2 Std.) (gelbes Buch) (G9 ab 2022/2023)  
Ionenbindung (Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung), Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen, Gehaltsangaben, Eindampfen einer Salzlösung, Verhältnisformel (Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung (Ionenschreibweise, Energieumsätze)

**7. Elektronenübertragungsreaktionen (Klasse 9)** (2 Std.) (gelbes Buch)  
Oxidation = Elektronenabgabe, Reduktion = Elektronenaufnahme, Elektronenübertragungsreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen mit Teilgleichungen und digitalen Animationen erläutern, Galvanisches Element und Elektrolyse, Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle

**8. Molekülverbindungen (Klasse 9)** (2 Std.) (gelbes Buch)  
unpolare und polare Elektronenpaarbindung, Elektronenpaarabstoßungsmodell (Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle) zwischenmolekulare Wechselwirkungen (Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel, Gitter- und Hydratationsenergie), Synthesegas z.B.

Methan oder Ammoniak, Katalysator

### **9. Saure und alkalische Lösungen (Klasse 10) (2 Std.) (gelbes Buch)**

Sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen und Kalk) und alkalischen Lösungen, Brønsted-Definition, Neutralisation und Salzbildung (auch digital), Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration, pH-Wert, Sicherheitsmaßnahmen

### **10. Organische Chemie (Klasse 10) (2 Std.) (gelbes Buch)**

Stoffklassen: Alkane und Alkanole (Nomenklatur, Löslichkeit und Siedetemperatur), zwischenmolekulare Wechselwirkungen, Molekülstrukturen, Eigenschaften, Struktur, Verwendung von Kunststoffen, Stoffkreislauf: Ökonomie, Recycling und Umwelt, fossile und regenerative Energieträger, Treibhauseffekt

## **5.2 Stoffverteilungsplan Sek. II**

### **Einführungsphase**

#### **Organische Stoffklassen**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe
- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Isomerie: Gerüstisomerie und Positionsisomerie
- intermolekulare Wechselwirkungen
- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen
- Estersynthese

#### **Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht**

- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit
- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier, Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ )
- natürlicher Stoffkreislauf
- technisches Verfahren
- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck
- Katalyse

### **Qualifikationsphase** (nur im LK = *kursiv*)

#### **Säuren, Basen und analytische Verfahren**

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-Base-Konstanten, Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ ), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken (*+schwachen*) Säuren und starken (*+schwachen*) Basen, *Puffersysteme*
- *Löslichkeitsgleichgewichte*
- analytische Verfahren: Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken (*+schwachen*) Säuren und starken (*+schwachen*) Basen (mit Umschlagspunkt, *mit Titrationskurve*), *potentiometrische pH-Wert-Messung*
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik (Energieerhaltung), Neutralisationsenthalpie, *Lösungsenthalpie*, Kalorimetrie
- *Entropie*
- Ionengitter, Ionenbindung

#### **Elektrochemische Prozesse und Energetik**

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, *Konzentrationszellen*

(Nernst- Gleichung)

- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)
- Redoxtitration
- alternative Energieträger, Energiespeicherung
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- Energetische Aspekte: Erster und Zweiter (Entropiezunahme) Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse

### Reaktionswege in der organischen Chemie

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Ester-, Aminogruppe
- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Isomerie: Strukturisomerie, Molekülgeometrie und Mesomerie, Chiralität
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)
- Prinzip von Le Chatelier
- koordinative Bindung: Katalyse
- Naturstoffe: Fette
- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung
- analytisches Verfahren: Chromatografie

### Moderne Werkstoffe

- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Polymerisation: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Mechanismus der radikalischen Polymerisation
- Kunststoffsynthese
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung, Werkstoffkreisläufe
- technisches Syntheseverfahren
- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften

## 5.3 Medienkompetenzrahmen

### 1.1 Medienausstattung (Hardware)

Medienausstattung (Hardware) kennen, auswählen und reflektiert anwenden; mit dieser verantwortungsvoll umgehen

16 iPads stehen für die Chemie-Fachräume zur Verfügung

### 1.2 Digitale Werkzeuge

Verschiedene digitale Werkzeuge und deren Funktionsumfang kennen, auswählen sowie diese kreativ, reflektiert und zielgerichtet einsetzen

## 1.2 Digitale Werkzeuge

Die SuS können

- Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern
- unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen
- räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen und anorganischen Molekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen

## 1.3 Datenorganisation

**Informationen und Daten sicher speichern, wiederfinden und von verschiedenen Orten abrufen; Informationen und Daten zusammenfassen, organisieren und strukturiert aufbewahren**

## 1.4 Datenschutz und Informationssicherheit

**Verantwortungsvoll mit persönlichen und fremden Daten umgehen; Datenschutz, Privatsphäre und Informationssicherheit beachten**

## 2.1 Informationsrecherche

**Informationsrecherchen zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden**

Die SuS können

- nach Anleitung/selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen, z.B. Kunststoffsynthesen, Stoffsteckbriefe, Struktur von Benzol, Reaktionsmechanismen

## 2.2 Informationsauswertung

**Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten**

- nach Anleitung/selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen, zusätzlich zu Beispielen aus 2.1. auch z.B. Film zur Eisengewinnung, Aluminiumgewinnung, Animation zu Reaktionsmechanismen

## 2.3 Informationsbewertung

**Informationen, Daten und ihre Quellen sowie dahinterliegende Strategien und Absichten erkennen und kritisch bewerten**

### 2.3 Informationsbewertung

- Aussagen zu
- sauren, alkalischen und neutralen Lösungen
- alternativen Energiequellen
- Kunststoffe und Biokunststoffe
- Umweltproblematik in analogen und digitalen Medien kritisch zu hinterfragen.

### 2.4 Informationskritik

**Unangemessene und gefährdende Medieninhalte erkennen und hinsichtlich rechtlicher Grundlagen sowie gesellschaftlicher Normen und Werte einschätzen; Jugend und Verbraucherschutz kennen und Hilfs- und Unterstützungsstrukturen nutzen**

### 3.1 Kommunikations- und Kooperationsprozesse

**Kommunikations- und Kooperationsprozesse mit digitalen Werkzeugen zielgerichtet gestalten sowie mediale Produkte und Informationen teilen**

### 3.2 Kommunikations- und Kooperationsregeln

**Regeln für digitale Kommunikation und Kooperation kennen, formulieren und einhalten**

### 3.3 Kommunikation und Kooperation in der Gesellschaft

**Kommunikations- und Kooperationsprozesse im Sinne einer aktiven Teilhabe an der Gesellschaft gestalten und reflektieren;  
ethische Grundsätze sowie kulturell-gesellschaftliche Normen beachten**

### 3.4 Cybergewalt und -kriminalität

**Persönliche, gesellschaftliche und wirtschaftliche Risiken und Auswirkungen von Cybergewalt und -kriminalität erkennen  
sowie Ansprechpartner und Reaktionsmöglichkeiten kennen und nutzen**

### 4.1 Medienproduktion und Präsentation

**Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren; Möglichkeiten des Veröffentlichens und Teilens kennen und nutzen**

Die SuS können

- chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden

## 4.2 Gestaltungsmittel

**Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen**

- unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen
- chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden

## 4.3 Quelledokumentation

**Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden**

## 4.4 Rechtliche Grundlagen

**Rechtliche Grundlagen des Persönlichkeits- (u.a. des Bildrechts), Urheber- und Nutzungsrechts (u.a. Lizenzen) überprüfen, bewerten und beachten**

## 5.1 Medienanalyse

**Die Vielfalt der Medien, ihre Entwicklung und Bedeutungen kennen, analysieren und reflektieren**

## 5.2 Meinungsbildung

**Die interessen geleitete Setzung und Verbreitung von Themen in Medien erkennen sowie in Bezug auf die Meinungsbildung beurteilen**

## 5.3 Identitätsbildung

**Chancen und Herausforderungen von Medien für die Realitätswahrnehmung erkennen und analysieren sowie für die eigene Identitätsbildung nutzen**

## 5.4 Selbstregulierte Mediennutzung

**Medien und ihre Wirkungen beschreiben, kritisch reflektieren und deren Nutzung selbstverantwortlich regulieren; andere bei ihrer Mediennutzung unterstützen**

## 6.1 Prinzipien der digitalen Welt

**Grundlegende Prinzipien und Funktionsweisen der digitalen Welt identifizieren, kennen, verstehen und bewusst nutzen**

## 6.2 Algorithmen erkennen

**Algorithmische Muster und Strukturen in verschiedenen Kontexten erkennen, nachvollziehen und reflektieren**

### 6.3 Modellieren und Programmieren

**Probleme formalisiert beschreiben, Problemlösestrategien entwickeln und dazu eine strukturierte, algorithmische Sequenz planen; diese auch durch Programmieren umsetzen und die gefundene Lösungsstrategie beurteilen**

### 6.4 Bedeutung von Algorithmen

**Einflüsse von Algorithmen und Auswirkung der Automatisierung von Prozessen in der digitalen Welt beschreiben und reflektieren**

## 5.4 Digitale Anlagen auf Logineo-LMS

- Lehrpläne
- Materialaustausch
- Fachkonferenz
- iPad-Ausleihe
- MINT - Organisation und Weiterentwicklung

<https://164495.logineonrw-lms.de/course/view.php?id=647>