

**Kerncurriculum für  
das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe  
die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe  
das Berufliche Gymnasium  
das Abendgymnasium  
das Kolleg**

---

# **Chemie**

---



Niedersachsen

An der Weiterentwicklung des Kerncurriculums für das Unterrichtsfach Chemie für die gymnasiale Oberstufe am Gymnasium und an der Gesamtschule, für das Berufliche Gymnasium, das Abendgymnasium und das Kolleg waren die nachstehend genannten Personen beteiligt:

Karen Achtermann, Neustadt am Rübenberge

Thorsten Ellerbrake, Wolfsburg

Jens Gauer, Osnabrück

Gerhard Harms, Osnabrück

Kerstin Hildebrandt, Celle

Christine Voss, Braunschweig

Margret Witte-Ebel, Lüneburg

Die Ergebnisse des gesetzlich vorgeschriebenen Anhörungsverfahrens sind berücksichtigt worden.

Herausgegeben vom Niedersächsischen Kultusministerium (2017)

30159 Hannover, Schiffgraben 12

Druck:

Unidruck

Weidendam 19

30167 Hannover

Das Kerncurriculum kann als PDF-Datei vom Niedersächsischen Bildungsserver (NIBIS) (<http://www.cuvo.nibis.de>) heruntergeladen werden.



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Bildungsbeitrag des Faches Chemie</b>	<b>5</b>
<b>2 Kompetenzorientierter Unterricht</b>	<b>7</b>
2.1 Kompetenzbereiche	7
2.2 Kompetenzentwicklung	8
<b>3 Erwartete Kompetenzen</b>	<b>10</b>
3.1 Inhaltsbezogene Kompetenzen	11
3.2 Prozessbezogene Kompetenzen	13
3.3 Zusammenführung der Kompetenzen	14
3.3.1 Kompetenzen der Einführungsphase	15
3.3.2 Kompetenzen der Qualifikationsphase	21
<b>4 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung</b>	<b>38</b>
<b>5 Aufgaben der Fachkonferenz</b>	<b>40</b>
<b>Anhang</b>	
A 1 Operatoren für die Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik)	41
A 2 Anforderungsbereiche	43
A 3 Anregungen für die Umsetzung des Kerncurriculums: Themenfelder	46
A 4 Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang in der Einführungsphase	48
A 5 Dokumentationsbogen zur UE Alkohol	50
A 6 Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang in der Qualifikationsphase (eA)	53
A 7 Dokumentationsbogen: „Treibstoffe“	58



## 1 Bildungsbeitrag des Faches Chemie

Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Fachmethoden und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Die Schülerinnen und Schüler erlangen durch grundlegende Erkenntnisse und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften ein rationales, naturwissenschaftlich begründetes Weltbild. Damit muss der naturwissenschaftliche Unterricht alle Fähigkeiten, die als *Scientific Literacy* zusammengefasst werden, vermitteln: „Naturwissenschaftliche Grundbildung (*Scientific Literacy*) ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“ (OECD, 1999)

Der spezifische Beitrag des Faches Chemie zur naturwissenschaftlichen Grundbildung besteht im Wesentlichen in der experimentellen und gedanklichen Auseinandersetzung mit der stofflichen Welt. Chemische Experimente üben eine besondere Faszination aus, da deren Abläufe direkt und meist in kurzer Zeit beobachtet und erlebt werden können. Experimente schulen fachspezifische Fertigkeiten und vermitteln verantwortungsbewussten Umgang mit Chemikalien und Gerätschaften aus Haushalt, Labor und Umwelt. Des Weiteren können Experimente in unterschiedlichen Kontexten zur Verknüpfung mit der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler und zu quantitativen Betrachtungen herangezogen werden.

Eine Besonderheit des Faches Chemie ist der Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene. Das daraus resultierende Modelldenken nimmt eine zentrale Rolle ein und leistet damit einen Beitrag zum Verständnis der grundsätzlichen Bedeutung von Modellen im Erkenntnisprozess der Naturwissenschaften.

Mit dem Erwerb spezifischer Kompetenzen wird im Unterricht des Faches Chemie der Bezug zu naturwissenschaftlich-technischen Berufsfeldern hergestellt. Dieses geschieht z. B. bei Betrachtungen maßanalytischer Verfahren und elektrochemischer Zusammenhänge. Die Schule ermöglicht damit den Schülerinnen und Schülern, Vorstellungen über Berufe und über eigene Berufswünsche zu entwickeln, die über eine schulische Ausbildung, eine betriebliche Ausbildung, eine Ausbildung im dualen System oder über ein Studium zu erreichen sind. Der Chemieunterricht leistet somit auch einen Beitrag zur Berufsorientierung, ggf. zur Entscheidung für einen Beruf.

Das Fach Chemie thematisiert ökonomische, ökologische und politische Phänomene und Probleme der nachhaltigen Entwicklung. Es trägt dazu bei, wechselseitige Abhängigkeiten zu erkennen und Wertmaßstäbe für eigenes Handeln sowie ein Verständnis für gesellschaftliche Entscheidungen zu entwickeln. Einen Schwerpunkt bildet dabei der Bereich Mobilität durch die Betrachtung von Energiebilanzen und alternativen Rohstoffen. Das Konzept der Nachhaltigkeit im Sinne eines ressourcenschonenden und Folgeschäden minimierenden Umgangs mit der Umwelt ist zentrales Kriterium für die kritische Betrachtung gesellschaftlichen Handelns.

Das Fach Chemie leistet einen Beitrag zur Medienbildung. Der Umgang mit neuen Technologien spielt eine zentrale Rolle im Chemieunterricht. In der Auseinandersetzung mit digitalen Medien eröffnen sich den Schülerinnen und Schülern erweiterte Möglichkeiten der Wahrnehmung, des Verstehens und Gestaltens. Das Fach Chemie profitiert insbesondere durch räumliche Darstellungsmöglichkeiten komplexer molekularer Strukturen und von Simulationsmodellen.

Die Informationsbeschaffung und -auswertung, die altersgerechte Darstellung und Präsentation und der kritische Umgang mit Medien unterstützen die individuelle und aktive Wissensaneignung und fördern selbstgesteuertes, kooperatives und kreatives Lernen.

Anhand der erworbenen chemiespezifischen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten erkennen die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der Wissenschaft Chemie. Auf dieser Basis sind sie in der Lage, Entscheidungen zu treffen, Urteile zu fällen und verantwortungsbewusst zu handeln. Inhalte des Chemieunterrichts unterstützen die Schülerinnen und Schüler in ihrer Entwicklung zu mündigen Verbrauchern, die ihr Konsum- und Ernährungsverhalten reflektieren und ihren Umgang mit Ressourcen verantwortungsvoll wahrnehmen. Als wesentliche Grundlage technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Entwicklungen eröffnet die Chemie Wege für die Gestaltung der Lebenswelt. Chemische Erkenntnisse und Methoden sind infolgedessen integraler Bestandteil einer fundierten naturwissenschaftlichen Grundbildung, die als Hilfe zur Bewältigung der selbst gestalteten Lebenssituation und zur Bewältigung der globalen Probleme der Menschheit verstanden wird.

## **2 Kompetenzorientierter Unterricht**

Im Kerncurriculum des Faches Chemie werden die Zielsetzungen des Bildungsbeitrags durch verbindlich erwartete Lernergebnisse konkretisiert und als Kompetenzen formuliert. Dabei werden im Sinne eines Kerns die als grundlegend und unverzichtbar erachteten fachbezogenen Kenntnisse und Fertigkeiten vorgegeben.

Kompetenzen weisen folgende Merkmale auf:

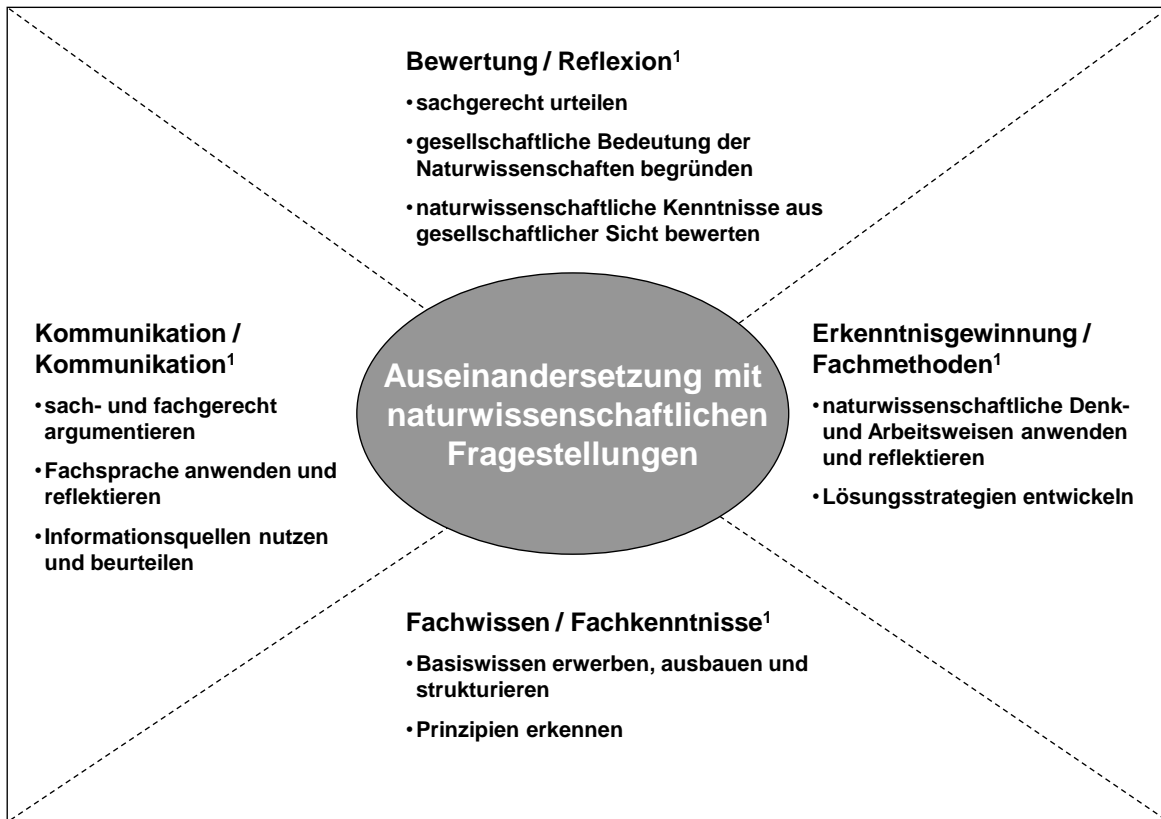
- Sie zielen ab auf die erfolgreiche und verantwortungsvolle Bewältigung von Aufgaben und Problemstellungen.
- Sie verknüpfen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu eigenem Handeln.
- Sie stellen eine Zielperspektive für längere Abschnitte des Lernprozesses dar.
- Sie sind für die persönliche Bildung und für die weitere schulische und berufliche Ausbildung von Bedeutung und ermöglichen anschlussfähiges Lernen.

Die erwarteten Kompetenzen werden in Kompetenzbereichen zusammengefasst, die das Fach strukturieren. Aufgabe des Unterrichts im Fach Chemie ist es, die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler anzuregen, zu unterstützen, zu fördern und langfristig zu sichern. Die Bewältigung von zunehmend komplexeren Aufgabenstellungen setzt gesichertes Wissen und die Beherrschung fachbezogener Verfahren voraus sowie die Einstellung und Bereitschaft, diese gezielt einzusetzen.

### **2.1 Kompetenzbereiche**

Im Kerncurriculum Chemie wird zwischen inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzbereichen unterschieden. Im inhaltsbezogenen Kompetenzbereich wird beschrieben, über welches Wissen oder welche Fähigkeiten die Schülerinnen und Schüler verfügen sollen. Die prozessbezogenen Kompetenzbereiche umfassen Fachmethoden, Kommunikation und Reflexion. Kompetenzen können nur in Zusammenhängen erworben werden, insbesondere können die Kompetenzen der prozessbezogenen Kompetenzbereiche nicht ohne Verknüpfung mit dem inhaltsbezogenen Kompetenzbereich erworben oder angewendet werden.

In der folgenden Grafik werden die Kompetenzbereiche dargestellt:



<sup>1</sup> Bezeichnung der Kompetenzbereiche Sek I / Sek II

## 2.2 Kompetenzentwicklung

Der Kompetenzerwerb im Sekundarbereich II baut auf den Kompetenzen des Sekundarbereichs I auf. Die Kompetenzen werden zunehmend differenziert und erweitert. Im Unterricht soll der Aufbau von Kompetenzen systematisch, kumulativ und nachhaltig erfolgen; Wissen und Können sind gleichermaßen zu berücksichtigen. Dabei ist zu beachten, dass Wissen „träges“, an spezifische Lernkontexte gebundenes Wissen bleibt, wenn es nicht aktuell und in verschiedenen Kontexten genutzt werden kann. Die Anwendung des Gelernten auf neue Themen, die Verankerung des Neuen im schon Bekannten und Gekonnten, der Erwerb und die Nutzung von Lernstrategien und die Kontrolle des eigenen Lernprozesses spielen beim Kompetenzerwerb eine wichtige Rolle.

Lernstrategien wie Organisation, Wiedergabe von auswendig Gelerntem (Memorieren) und Verknüpfung des Neuen mit bekanntem Wissen (Elaborieren) sind in der Regel fachspezifisch lehr- und lernbar und führen dazu, dass Lernprozesse bewusst gestaltet werden können. Transparente Planung, Kontrolle und Reflexion ermöglichen Einsicht in den Erfolg des Lernprozesses.



Die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler wird durch Auseinandersetzung mit konkreten Aufgaben gefördert. Aufgaben haben verschiedene Funktionen, sie werden im Unterricht und in Prüfungssituationen eingesetzt. Operatoren (Anhang A 1) ermöglichen eine Zuordnung der Aufgaben zu den Kompetenzbereichen, weiterhin zeigen sie den Umfang und die Bearbeitungstiefe auf.

Aufgaben, die im Unterricht eingesetzt werden, müssen ausgehend von den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler so konstruiert werden, dass inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen erworben werden können. Sie können zur Erarbeitung, zum Üben und zur Diagnostik (Eigen- und Fremddiagnostik) eingesetzt werden. Sie lassen nach Möglichkeit unterschiedliche Lösungswege zu und fordern zum kreativen Umgang mit der Chemie heraus. Fehlerhafte Lösungen und Irrwege können dabei vielfach als neue Lernanlässe genutzt werden. Aufgaben im Unterricht sollen sich auf alle drei Anforderungsbereiche beziehen und somit auch auf Prüfungssituationen vorbereiten.

Ausführungen zu den Anforderungsbereichen im Fach Chemie befinden sich im Anhang (A 2).

### 3 Erwartete Kompetenzen

Dieses Kerncurriculum gilt für die gymnasiale Oberstufe am Gymnasium und an der Gesamtschule, für das Berufliche Gymnasium, das Abendgymnasium und das Kolleg.

Das Kerncurriculum ist

- Grundlage für die Erstellung schuleigener Arbeitspläne für die Einführungs- und die Qualifikationsphase, das der Forderung nach einer angemessenen Vernetzung der Kompetenzen Rechnung trägt sowie für dessen Überprüfung, Modifikation und Fortschreibung.
- zusammen mit den schuleigenen Arbeitsplänen Grundlage der Entwicklung und Umsetzung von Unterrichtseinheiten, die von der jeweiligen Lehrkraft gestaltet werden.
- eine landesweit verbindliche Basis für die Entwicklung zentraler Abituraufgaben.

Das Kapitel 3.3.1 weist die Kompetenzen aus, die am Ende der Einführungsphase erworben sein sollen. Im Kapitel 3.3.2 sind die Kompetenzen für die Qualifikationsphase

Die besondere Aufgabe der Einführungsphase besteht darin, die fachbezogenen Kompetenzen unterschiedlich vorgebildeter Schülerinnen und Schüler zu erweitern, zu festigen und zu vertiefen, damit die Lernenden am Ende der Einführungsphase über diejenigen Kompetenzen verfügen, die die Eingangsvoraussetzung für die Qualifikationsphase darstellen.

Damit hat der Unterricht folgende Ziele:

- Einführung in die Arbeitsweisen der Qualifikationsphase,
- Einblicke gewähren in das unterschiedliche Vorgehen der Kurse auf grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau,
- Entscheidungshilfen geben bei der Fächerwahl in der Qualifikationsphase,
- neue Kompetenzen erwerben,
- Kenntnisse fachlich ausdifferenzieren,
- Lücken schließen, die sich durch unterschiedliche Bildungsgänge ergeben.

Aufgabe des Chemieunterrichts der Qualifikationsphase ist es, die erworbenen Kompetenzen nachhaltig zu sichern und zu vertiefen. In der Auseinandersetzung mit chemischen Fragestellungen erwerben die Schülerinnen und Schüler neben einem tragfähigen Fachwissen die Fähigkeiten, dieses zunehmend zu strukturieren und zu vernetzen. Die Auseinandersetzung mit komplexen chemischen Sachverhalten aus der Lebenswelt verlangt zudem die stärkere Verflechtung prozessorientierter Kompetenzen.

Zur Planung von Unterricht soll der Fokus auf die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler gerichtet werden. Beispiele für mögliche Unterrichtsfolgen werden im Anhang (A 4 und A 6) aufgeführt.

Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau (gA) sollen grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe und Strukturen des Faches behandeln. Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau (eA) vertiefen Inhalte, Modelle und Theorien durch zunehmende Komplexität, steigenden Grad der Mathematisierung und stärkere Vernetzung der Kompetenzen. Die Anforderungen in Kursen auf

erhöhtem Anforderungsniveau sollen sich daher nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ von denen auf grundlegendem Anforderungsniveau unterscheiden.

### 3.1 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Der inhaltsbezogene Kompetenzbereich wird nach Basiskonzepten strukturiert. Als Basiskonzept bezeichnet man die „strukturierte Vernetzung aufeinander bezogener Begriffe, Theorien und erklärender Modellvorstellungen, die sich aus der Systematik eines Faches zur Beschreibung elementarer Prozesse und Phänomene [...] als relevant herausgebildet haben“<sup>1</sup>. Basiskonzepte bilden die Grundlage für einen systematischen Wissensaufbau unter fachlicher und gleichzeitig lebensweltlicher Perspektive und dienen damit der vertikalen Vernetzung des im Unterricht erworbenen Wissens. Gleichzeitig sind sie eine Basis für die horizontale Vernetzung von Wissen, indem sie für die Lernenden in anderen naturwissenschaftlichen Fächern Erklärungsgrundlagen bereitstellen.

Die Basiskonzepte *Stoff-Teilchen*, *Struktur-Eigenschaft*, *chemische Reaktion* und *Energie* werden in der Einführungsphase analog zu dem Sekundarbereich I fortgesetzt. In der Qualifikationsphase wird das Basiskonzept *chemische Reaktion* in die Basiskonzepte *Donator-Akzeptor* sowie *Kinetik* und *chemisches Gleichgewicht* differenziert.

---

<sup>1</sup> Chemkon 3/2006, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Weinheim, S.125.

### **Basiskonzept Stoff-Teilchen**

Das Basiskonzept *Stoff-Teilchen* stellt fachsystematische Ordnungsprinzipien und Modellvorstellungen zur Verfügung, mit denen sich die Vielfalt der Stoffe auf bestimmte Teilchentypen zurückführen lässt. Es zeigt Zusammenhänge auf, die elementare makroskopische Erfahrungen im Umgang mit Stoffen mit Modellvorstellungen im submikroskopischen Bereich verknüpfen. Es werden Voraussetzungen zum Verständnis der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen geschaffen.

Inhaltliche Schwerpunkte dieses Konzepts sind PSE, Stoffklassen, Atombau, chemische Bindung.

### **Basiskonzept Struktur-Eigenschaft**

Das Basiskonzept *Struktur-Eigenschaft* stellt die wechselseitigen Bezüge zwischen der Anordnung von Atomen und Elektronen (Struktur der Stoffe) und den makroskopisch beobachtbaren Eigenschaften und Reaktionen dieser Stoffe her. Der Beschreibung und Darstellung chemischer Strukturen mit differenzierten Modellvorstellungen kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

Inhaltliche Schwerpunkte dieses Konzepts sind auf makroskopischer Ebene Stoffeigenschaften, Säurestärken und der Verlauf chemischer Reaktionen. Auf submikroskopischer Ebene sind es zwischenmolekulare Wechselwirkungen, mesomere und induktive Effekte und Reaktionsmechanismen.

### **Basiskonzept Donator-Akzeptor**

Das Basiskonzept *Donator-Akzeptor* stellt ein fachsystematisches Ordnungsprinzip für Redox- und Säure-Base-Reaktionen dar, die den größten Teil chemischer Reaktionen ausmachen. Es vertieft das Verständnis chemischer Reaktionen auf der Teilchenebene. Protonen oder Elektronen kommen bei chemischen Reaktionen nicht isoliert vor, da sie direkt übertragen werden.

Inhaltliche Schwerpunkte dieses Konzepts sind die Säure-Base-Theorie nach Brönsted, Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Bau und Funktionsweise galvanischer Zellen, Elektrolyse, Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen und Korrosion.

### **Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht**

Das Basiskonzept *Kinetik und chemisches Gleichgewicht* richtet den Blick auf den zeitlichen Verlauf und die Ausbeute chemischer Reaktionen. Dabei beschreibt es makroskopisch Konzentrationsänderungen in Abhängigkeit von der Zeit bis zum Erreichen des Gleichgewichtszustandes. Die Beschreibung von Gleichgewichtszuständen erfolgt qualitativ und quantitativ.

Inhaltliche Schwerpunkte dieses Konzepts sind Reaktionsgeschwindigkeit und deren Beeinflussung, Massenwirkungsgesetz, Säure-Base- und Redox-Gleichgewichte, Beeinflussung von Gleichgewichtskonzentrationen.

## **Basiskonzept Energie**

Energieumsätze kennzeichnen alle chemischen Reaktionen. Das Basiskonzept *Energie* befasst sich mit dem Energiegehalt von Stoffen und dem Austausch von Energie. Es klärt, in welche Richtung eine chemische Reaktion abläuft und inwieweit sie über Temperaturänderungen gesteuert werden kann. Auf submikroskopischer Ebene bietet es Modellvorstellungen der chemischen Bindung zur Erklärung messbarer energetischer Zustände und Umsätze an.

Inhaltliche Schwerpunkte sind Enthalpie, Entropie, freie Enthalpie, Mesomerieenergie, Aktivierungsenergie und Katalyse.

## **3.2 Prozessbezogene Kompetenzen**

### **Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden**

Zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden zählen fachspezifische Denk- und Arbeitsweisen. Dazu gehört, dass Schülerinnen und Schüler chemische Fragestellungen erkennen, entwickeln und experimentell untersuchen. Folglich spielt das Experiment eine zentrale Rolle im Chemieunterricht. Zur Deutung der Phänomene müssen weitere Modelle eingeführt, vorhandene Modelle angewendet, vertieft und kritisch reflektiert werden.

Durch Auseinandersetzung mit zunehmend komplexeren chemischen Fragestellungen vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihre Einblicke in naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse. Dadurch wird ein Beitrag für die Entwicklung eines rationalen, naturwissenschaftlich begründeten Weltbildes geleistet.

### **Kommunikation**

Zum Kompetenzbereich Kommunikation zählt die Fähigkeit, Informationen fachbezogen zu erschließen und auszutauschen. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln im Unterricht eine ausgeschärfte Fachsprache sowie die Fähigkeit, zwischen Alltags- und Fachsprache zu unterscheiden.

Die Schülerinnen und Schüler wählen aus geeigneten Quellen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus. Dabei lernen sie zunehmend, Quellen kritisch zu reflektieren. Im Austausch mit Gesprächspartnern entwickeln sie die Fähigkeit, ihre Positionen fachlich darzustellen, sie zu reflektieren, Argumente zu finden und gegebenenfalls ihre Auffassung aufgrund der vorgetragenen Einwände zu revidieren. Bereits im Sekundarbereich I erlernte Methoden und Techniken der Präsentation werden angewendet. Schwerpunkte sind eine adressatengerechte Darstellung des/der Vortragenden sowie differenzierte Rückmeldungen durch die Mitschülerinnen und Mitschüler.

### **Bewertung/Reflexion**

Zum Kompetenzbereich Bewertung/Reflexion zählen das Erkennen und Bewerten chemischer Sachverhalte in verschiedenen Zusammenhängen. Chemierelevante Kontexte ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, Vernetzungen der Chemie in Lebenswelt, Alltag, Umwelt und Technik zu erkennen. Sie reflektieren ihr Handeln vor dem Hintergrund sachbezogener Kriterien und verstehen, dass Problemlösungen von Wertentscheidungen abhängig sind.

### 3.3 Zusammenführung der Kompetenzen

In den folgenden Tabellen werden die verbindlichen Kompetenzen, die mit Abschluss der Einführungsphase (Kapitel 3.3.1) bzw. mit Abschluss der Qualifikationsphase (Kapitel 3.3.2) erworben sein sollen, dargestellt. Die **fett gedruckten Kompetenzen** in der Tabelle für die Qualifikationsphase gelten nur für die Schülerinnen und Schüler der Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau (eA). Die Reihenfolge der aufgeführten Fachinhalte stellt keine chronologische Unterrichtsabfolge dar. Beispiele für mögliche Unterrichtsfolgen finden sich im Anhang (A4 und A6).

Die Tabellen sind nach Basiskonzepten strukturiert. Die Basiskonzepte werden innerhalb eines Unterrichtsganges miteinander vernetzt und stellen keine Kursthemen dar. Die enge Beziehung zwischen dem inhaltsbezogenen Kompetenzbereich und den drei prozessbezogenen Kompetenzbereichen wird in den Tabellen deutlich. Leere Felder ergeben sich dadurch, dass nicht immer alle Kompetenzbereiche angesprochen und grundlegende Kompetenzen nicht wiederholt werden.

### 3.3.1 Kompetenzen der Einführungsphase

#### Basiskonzept Stoff-Teilchen (EP 1/2)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, dass ausgewählte organische Verbindungen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthalten.</li> <li>• unterscheiden anorganische und organische Stoffe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zum Nachweis von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen durch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden Stoff- und Teilchen-ebene.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• grenzen Molekülverbindungen von Ionenverbindungen ab.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zur Leitfähigkeit wässriger Lösungen durch.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen organische Moleküle in der Lewis-Schreibweise dar.</li> <li>• verwenden das EPA-Modell zur Erklärung der räumlichen Struktur organischer Moleküle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• veranschaulichen die Struktur organischer Moleküle mit Modellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die Möglichkeiten und Grenzen von Anschauungsmodellen.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden die Stoffklassen der Alkane, Alkene, Alkanole, Alkanale, Alkanone und Alkansäuren anhand ihrer Molekülstruktur und ihrer funktionellen Gruppen.</li> <li>• unterscheiden Einfach- und Mehrfachbindungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Gesetzmäßigkeit homologer Reihen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren Namen und Verbindungen in Tafelwerken.</li> <li>• verwenden verschiedene Schreibweisen organischer Moleküle (Summenformeln, Lewis-Schreibweise, Skelettformel, Halbstrukturformel).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und beschreiben die gesellschaftliche Relevanz von organischen Verbindungen in ihrer Lebenswelt.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Strukturisomerie organischer Moleküle.</li> <li>• unterscheiden zwischen primären, sekundären und tertiären Kohlenstoffatomen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten aus einer Summenformel Strukturisomere ab.</li> <li>• wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Moleküle an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Fachsprache an.</li> </ul>	

**Basiskonzept Stoff-Teilchen (EP 2/2)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Elektronegativität als Maß für die Fähigkeit eines Atoms, Bindungselektronen anzuziehen.</li> <li>• differenzieren zwischen polaren und unpolaren Atombindungen/ Elektronenpaarbindungen in Molekülen.</li> <li>• unterscheiden Dipolmoleküle und unpolare Moleküle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Kenntnisse über die Elektronegativität zur Vorhersage oder Erklärung der Polarität von Bindungen an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennzeichnen die Polarität in Bindungen mit geeigneten Symbolen.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die stoffliche Zusammensetzung von Erdöl, Erdgas und Biogas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden ihre Kenntnisse zur Stofftrennung auf die fraktionierte Destillation an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern schematische Darstellungen technischer Prozesse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erörtern und bewerten Verfahren zur Nutzung und Verarbeitung von Erdöl, Erdgas und Biogas vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen.</li> <li>• erkennen Tätigkeitsfelder im Umfeld der Petrochemie.</li> </ul>



**Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (EP 1/1)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol, Wasserstoffbrücken-bindungen.</li> <li>• unterscheiden zwischen Hydrophilie und Lipophilie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen Tabellen zu Siedetemperaturen.</li> <li>• planen Experimente zur Löslichkeit und führen diese durch.</li> <li>• verwenden geeignete Darstellungen zur Erklärung der Löslichkeit.</li> <li>• nutzen ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaft und Molekülstruktur fachsprachlich dar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen ihre Erkenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das Prinzip der Gaschromatografie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Funktionsprinzip der Gaschromatografie anhand von zwischenmolekularen Wechselwirkungen.</li> <li>• nutzen die Gaschromatografie zur Identifizierung von Stoffen in Stoffgemischen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen die Bedeutung analytischer Verfahren in der Berufswelt.</li> </ul>

### Basiskonzept Chemische Reaktion (EP 1/2)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Verbrennung organischer Stoffe als chemische Reaktion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zu Verbrennungsreaktionen durch.</li> <li>• wenden Nachweisreaktionen zu Kohlenstoffdioxid und Wasser an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentieren sachgerecht auf Stoff- und Teilchenebene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen die Bedeutung von Verbrennungsreaktionen im Alltag: Verbrennungsmotor, Heizung.</li> <li>• erkennen die Bedeutung von Verbrennungsreaktionen für das globale Klima: Treibhauseffekt.</li> <li>• vergleichen die Verbrennung fossiler und nachwachsender Rohstoffe im Sinne der Nachhaltigkeit.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen die Definition der Stoffmenge.</li> <li>• unterscheiden zwischen Stoffportion und Stoffmenge.</li> <li>• beschreiben den Stoffumsatz bei chemischen Reaktionen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen stöchiometrische Berechnungen auf der Basis von Reaktionsgleichungen durch.</li> <li>• berechnen exemplarisch die Kohlenstoffdioxidproduktion von Verbrennungsreaktionen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• reflektieren den Kohlenstoffdioxid-ausstoß von Kraftfahrzeugen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das Cracken als Verfahren zur Herstellung von kurzkettigen und ungesättigten Kohlenwasserstoffen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erschließen sich den Crack-Vorgang auf der Teilchenebene anhand von Modellen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen die Bedeutung des Crack-Verfahrens für die petrochemische Industrie.</li> </ul>

**Basiskonzept Chemische Reaktion (EP 2/2)**

<b>Fachwissen/ Fachkenntnisse</b>	<b>Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden</b>	<b>Kommunikation/ Kommunikation</b>	<b>Bewertung/ Reflexion</b>
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Oxidierbarkeit primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole.</li> <li>• benennen die Oxidationsprodukte der Alkanole: Alkanale, Alkanone, Alkansäuren</li> <li>• benennen die funktionellen Gruppen: Hydroxy-, Carbonyl-(Aldehyd-, Keto-), Carboxy-Gruppe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zur Oxidation von Alkanolen durch.</li> <li>• stellen die Reaktionsgleichungen zur Oxidation von Alkanolen mit Kupferoxid auf.</li> <li>• stellen Redoxreaktionen mit Molekülverbindungen mithilfe der formalen Größe der Oxidationszahl dar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Elektronenübertragung anhand der veränderten Oxidationszahlen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reflektieren, dass Methanol und Ethanol als Zellgifte wirken.</li> <li>• wenden ihre Kenntnisse über die Oxidation von Ethanol auf physiologische Prozesse an: Alkoholabbau im Körper, Herstellung von Essigsäure.</li> </ul>

**Basiskonzept Energie (EP 1/1)**

<b>Fachwissen/ Fachkenntnisse</b>	<b>Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden</b>	<b>Kommunikation/ Kommunikation</b>	<b>Bewertung/ Reflexion</b>
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, dass sich Stoffe in ihrem Energiegehalt unterscheiden.</li> <li>• beschreiben, dass bei Verbrennungsreaktionen Energie mit der Umgebung ausgetauscht wird und neue Stoffe mit einem niedrigeren Energiegehalt entstehen.</li> <li>• beschreiben die schrittweise Oxidation der Alkanole als energetisch mehrstufigen Prozess.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Energieübertragung bei Verbrennungsmotoren.</li> <li>• stellen den Energiegehalt von Edukten und Produkten in einem qualitativen Energiediagramm dar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• differenzieren Alltags- und Fachsprache.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reflektieren den Begriff der Energieentwertung bei Verbrennungsreaktionen.</li> </ul>

### 3.3.2 Kompetenzen der Qualifikationsphase

#### Basiskonzept Stoff-Teilchen (QP 1/2)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Molekülstruktur folgender Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenkohlenwasserstoffe, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Alkansäuren, Aminosäuren, Ester, Ether, Aromaten (nur das Benzolmolekül).</li> <li>• benennen die funktionellen Gruppen: Doppelbindung, Hydroxy-, Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-), Carboxy-, Amino-, Ester-, Ether-Gruppe.</li> <li>• unterscheiden die Konstitutionsisomerie und die cis-trans- Isomerie.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen ausgewählte Stoffklassen in Form homologer Reihen.</li> <li>• wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Molekülstruktur von Aminosäuren, Proteinen, Kohlenhydraten (Glucose, Fructose, Saccharose, Stärke) und Fetten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen experimentell die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erörtern und bewerten Verfahren zur Nutzung und Verarbeitung ausgewählter Naturstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen.</li> </ul>

**Basiskonzept Stoff-Teilchen (QP 2/2)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen in Molekülen.</li> <li>• beschreiben die Fehling-Reaktion.</li> <li>• beschreiben die Iod-Stärke-Reaktion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Nachweisreaktionen durch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• teilen Kunststoffe in Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere ein.</li> <li>• klassifizieren Kunststoffe nach charakteristischen Atomgruppierungen: Polyolefine, Polyester, Polyamide, Polyether</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen experimentell Eigenschaften ausgewählter Kunststoffe (Dichte, Verhalten bei Erwärmen).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren zu Anwendungsbereichen makromolekularer Stoffe und präsentieren ihre Ergebnisse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen und bewerten den Einsatz von Kunststoffen im Alltag.</li> <li>• beurteilen und bewerten wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit.</li> <li>• beschreiben Tätigkeitsfelder im Umfeld der Kunststoffchemie.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erklären die Mesomerie mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise für das Benzolmolekül (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzolmoleküls an (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>diskutieren die Grenzen und Möglichkeiten von Modellen (eA).</b></li> </ul>	

**Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (QP 1/4)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen.</li> <li>• erklären die Eigenschaften von makromolekularen Stoffen anhand von zwischenmolekularen Wechselwirkungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten auf neu eingeführte Stoffklassen an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen ihre Kenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt.</li> <li>• nutzen ihre Fachkenntnisse zur Erklärung der Funktionalität ausgewählter Kunststoffe.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erklären induktive Effekte (eA).</b></li> <li>• <b>erklären mesomere Effekte (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen (eA)</b></li> <li>• <b>nutzen induktive und mesomere Effekte zur Erklärung der Stärke organischer Säuren (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>stellen die Elektronenverschiebung in angemessener Fachsprache dar (eA).</b></li> </ul>	

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (QP 2/4)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle.</li> <li>• unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung und Kondensation.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA).</b></li> <li>• planen Experimente zur Identifizierung organischer Moleküle und führen diese durch.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die Reaktionsmöglichkeiten funktioneller Gruppen.</li> <li>• stellen einen Syntheseweg einer organischen Verbindung dar.</li> <li>• stellen Flussdiagramme technischer Prozesse fachsprachlich dar.</li> <li>• stellen technische Prozesse als Flussdiagramme dar.</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs.</li> <li>• reflektieren die gesundheitlichen Risiken beim Einsatz organischer Verbindungen.</li> <li>• <b>nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA).</b></li> <li>• beurteilen wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben das Carbenium-Ion/Carbo-Kation als Zwischenstufe in Reaktionsmechanismen (eA).</b></li> </ul>			



Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (QP 3/4)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution.</li> <li>• <b>beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen Verbindungen (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von asymmetrischen Verbindungen (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben den Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (zweistufiger Mechanismus) (eA).</b></li> <li>• <b>unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ausgewählte Experimente durch.</li> <li>• wenden Nachweisreaktionen an.</li> <li>• <b>nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten (eA).</b></li> <li>• <b>nutzen ihre Kenntnisse über radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen zur Erklärung von Teilschritten in Reaktionsmechanismen (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• versprachlichen mechanistische Darstellungsweisen.</li> <li>• <b>stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus dar (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie (eA).</b></li> </ul>

**Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (QP 4/4)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her.</li> <li>• nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege.</li> <li>• erkennen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Reaktionstypen Polymerisation und Polykondensation zur Bildung von Makromolekülen.</li> <li>• beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zur Polykondensation durch.</li> <li>• nutzen ihre Kenntnisse zur Struktur von Makromolekülen zur Erklärung ihrer Stoffeigenschaften.</li> <li>• <b>nutzen geeignete Modelle zur Veranschaulichung von Reaktionsmechanismen (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>diskutieren die Aussagekraft von Modellen (eA).</b></li> </ul>	

### Basiskonzept Donator-Akzeptor (QP 1/3)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted.</li> <li>• stellen korrespondierende Säure-Base-Paare auf.</li> <li>• nennen die charakteristischen Teilchen wässriger saurer und alkalischer Lösungen (Hydronium/Oxonium-Ion und Hydroxid-Ion).</li> <li>• erklären die Neutralisationsreaktion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen.</li> <li>• messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke.</li> <li>• wenden ihre Kenntnisse zu einprotonigen Säuren auf mehrprotonige Säuren an.</li> <li>• titrieren starke Säuren gegen starke Basen (und umgekehrt).</li> <li>• berechnen die Stoffmengenkonzentration saurer und alkalischer Probelösungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Protolysegleichungen dar.</li> <li>• recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted.</li> <li>• beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen.</li> <li>• beschreiben mithilfe der Oxidationszahlen korrespondierende Redoxpaare.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen Experimente zur Aufstellung der Redoxreihe der Metalle und führen diese durch.</li> <li>• stellen in systematischer Weise Redoxgleichungen anorganischer und organischer Systeme (Oxidation von Alkanolen) in Form von Teil- und Gesamtgleichungen dar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Fachbegriffe zur Redoxreaktion an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reflektieren die historische Entwicklung des Redoxbegriffs.</li> <li>• erkennen und beschreiben die Bedeutung von Redoxreaktionen im Alltag.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>führen eine ausgewählte Redoxtitration durch (eA).</b></li> <li>• <b>werten die Redoxtitration quantitativ aus (eA).</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA).</b></li> </ul>

Basiskonzept Donator-Akzeptor (QP 2/3)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Bau galvanischer Zellen.</li> <li>• erläutern die Funktionsweise galvanischer Zellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen Experimente zum Bau funktionsfähiger galvanischer Zellen und führen diese durch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen galvanische Zellen in Form von Skizzen dar.</li> <li>• erstellen Zelldiagramme.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wenden ihre Kenntnisse zu galvanischen Zellen auf Lokalelemente an (eA).</b></li> <li>• <b>unterscheiden Sauerstoff- und Säure-Korrosion (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben den Korrosionsschutz durch Überzüge (eA).</b></li> <li>• <b>erklären den kathodischen Korrosionsschutz (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>führen Experimente zur Korrosion und zum Korrosionsschutz durch (eA).</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nutzen ihre Kenntnisse über Redoxreaktionen zur Erklärung von Alltags- und Technikprozessen (eA).</b></li> <li>• <b>bewerten den Einsatz und das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik (eA).</b></li> <li>• <b>bewerten die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden (eA).</b></li> </ul>

Basiskonzept Donator-Akzeptor (QP 3/3)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Bau von Elektrolysezellen.</li> <li>• erläutern das Prinzip der Elektrolyse.</li> <li>• deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge im galvanischen Element.</li> <li>• <b>beschreiben die Zersetzungsspannung (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben das Phänomen der Überspannung (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben den Zusammenhang zwischen der Zersetzungsspannung und der Zellspannung einer entsprechenden galvanischen Zelle (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ausgewählte Elektrolysen durch.</li> <li>• <b>nutzen Spannungsdiagramme als Entscheidungshilfe zur Vorhersage und Erklärung von Elektrodenreaktionen (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Elektrolysezellen in Form von Skizzen dar.</li> <li>• vergleichen Elektrolysezelle und galvanische Zelle.</li> <li>• erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen.</li> <li>• recherchieren zu Redoxreaktionen in Alltag und Technik und präsentieren ihre Ergebnisse.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Funktionsweise ausgewählter Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen.</li> <li>• nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturieren ihr Wissen zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen.</li> <li>• entwickeln Kriterien zur Beurteilung von technischen Systemen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren exemplarisch zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen und präsentieren ihre Ergebnisse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen ihre Kenntnisse über elektrochemische Energiequellen zur Erklärung ausgewählter Alltags- und Technikprozesse.</li> <li>• reflektieren die Bedeutung ausgewählter Redoxreaktionen für die Elektromobilität.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden das Donator-Akzeptor-Konzept an.</li> </ul>		

**Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 1/6)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung der Konzentration pro Zeiteinheit.</li> <li>• beschreiben den Einfluss von Temperatur, Druck, Konzentration, Zerteilungsgrad und Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeiten alltäglicher Prozesse.</li> <li>• beurteilen die Steuerung von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene.</li> <li>• erkennen die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ausgewählte Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch.</li> <li>• schließen aus Versuchsdaten auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts.</li> <li>• schließen aus einem Modellversuch auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die Übertragbarkeit der Modellvorstellung.</li> </ul>	

### Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 2/6)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden zwischen Ausgangskonzentration und Gleichgewichtskonzentration.</li> <li>• formulieren das Massenwirkungsgesetz.</li> <li>• können anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts machen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>berechnen Gleichgewichtskonstanten und -konzentrationen (eA).</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Bedeutung der Beeinflussung chemischer Gleichgewichte in der Industrie und in der Natur.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen, dass sich nach Störung eines Gleichgewichts ein neuer Gleichgewichtszustand einstellt.</li> <li>• beschreiben den Einfluss von Konzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von Le Chatelier).</li> <li>• erkennen, dass die Gleichgewichtskonstante temperaturabhängig ist.</li> <li>• beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zu Einflüssen auf chemische Gleichgewichte durch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentieren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.</li> <li>• recherchieren zu Katalysatoren in technischen Prozessen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Möglichkeiten zur Steuerung technischer Prozesse.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben Löslichkeitsgleichgewichte als heterogene Gleichgewichte (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben das Löslichkeitsprodukt (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA).</b></li> <li>• <b>nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungsreaktionen (eA).</b></li> </ul>		

**Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 3/6)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Autoprotolyse des Wassers als Gleichgewichtsreaktion.</li> <li>• erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert.</li> <li>• nennen die Definition des pH- Werts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>wenden das Ionenprodukt des Wassers auf Konzentrationsberechnungen an (eA).</b></li> <li>• erkennen den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Konzentrationsänderung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren pH-Wert-Angaben im Alltag.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante.</li> <li>• beschreiben die Basenkonstanten als spezielle Gleichgewichtskonstante.</li> <li>• differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werte.</li> <li>• <b>erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werten (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren.</li> <li>• berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen.</li> <li>• <b>berechnen die pH-Werte alkalischer Lösungen (eA).</b></li> <li>• <b>messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA).</b></li> <li>• <b>nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA).</b></li> <li>• <b>wenden den Zusammenhang zwischen <math>pK_S</math>-, <math>pK_B</math>- und <math>pK_W</math>-Wert an (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte.</li> </ul>	



Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 4/6)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Konzentration verschiedener saurer und alkalischer Lösungen durch Titration.</li> <li>• nehmen Titrationskurven einprotoniger starker und schwacher Säuren auf.</li> <li>• erklären qualitativ den Kurvenverlauf.</li> <li>• identifizieren und erklären charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs (Anfangs-pH-Wert, Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt, End-pH-Wert).</li> <li>• <b>berechnen charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs und zeichnen Titrationskurven ausgewählter einprotoniger starker/schwacher Säuren und starker/schwacher Basen (eA).</b></li> <li>• <b>ermitteln experimentell den Halbäquivalenzpunkt (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• präsentieren und diskutieren Titrationskurven.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren bei Titrationsen.</li> <li>• <b>beschreiben Indikatoren als schwache Brönsted-Säuren bzw. -Basen (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen Tabellen zur Auswahl eines geeigneten Indikators.</li> </ul>		

**Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 5/6)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted.</li> <li>• <b>leiten die Henderson- Hasselbalch-Gleichung her (eA).</b></li> <li>• <b>wenden die Henderson-Hasselbalch-Gleichung auf Puffersysteme an (eA).</b></li> <li>• <b>erkennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenz-punkt und dem Pufferbereich (eA).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment.</li> <li>• <b>identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA).</b></li> <li>• <b>ermitteln grafisch den Halbäquivalenzpunkt (eA).</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht in einer Halbzelle.</li> <li>• beschreiben die galvanische Zelle als Kopplung zweier Redoxgleichgewichte.</li> <li>• beschreiben die Vorgänge an den Elektroden und in der Lösung bei leitender Verbindung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• messen die Spannung unterschiedlicher galvanischer Zellen.</li> <li>• erkennen die Potenzialdifferenz/ Spannung als Ursache für die Vorgänge in einer galvanischen Zelle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die elektrochemische Doppelschicht als Modellzeichnung dar.</li> </ul>	

**Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 6/6)**

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau der Standard-Wasserstoffelektrode.</li> <li>• definieren das Standard-Potenzial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen Tabellen von Standard-Potenzialen zur Vorhersage des Ablaufs von Redoxreaktionen.</li> <li>• berechnen die Spannung galvanischer Zellen (Zellspannung) unter Standardbedingung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen aussagekräftige Informationen aus.</li> <li>• argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben die Abhängigkeit der Potenziale von der Konzentration anhand der vereinfachten Nernst-Gleichung (eA).</b></li> </ul> $E(M M^{z+}) = E^0(M M^{z+}) + \frac{0,059}{z} V \cdot \lg \frac{c(M^{z+})}{\frac{\text{mol}}{\text{L}}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>berechnen die Potenziale von Metall/Metall-Ionen-Halbzellen verschiedener Konzentrationen (eA).</b></li> </ul>		

## Basiskonzept Energie (QP 1/2)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• übersetzen die Alltagsbegriffe Energiequelle, Wärmeenergie, verbrauchte Energie und Energieverlust in Fachsprache.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reflektieren die Unschärfe im Alltag verwendeter energetischer Begriffe.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA).</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar (eA).</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik.</li> <li>• beschreiben die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck.</li> <li>• nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch.</li> <li>• erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie.</li> <li>• nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard-Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar.</li> <li>• interpretieren Enthalpiediagramme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen ihre Kenntnisse zur Enthalpieänderung ausgewählter Alltags- und Technikprozesse.</li> <li>• beurteilen die Energieeffizienz ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt.</li> <li>• bewerten die gesellschaftliche Relevanz verschiedener Energieträger.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben die Entropie als Maß der Unordnung eines Systems (eA).</b></li> <li>• <b>erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA).</b></li> </ul>			

Basiskonzept Energie (QP 2/2)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen.</li> <li>• führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA).</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand.</li> <li>• beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand dar.</li> <li>• stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energie-diagramm dar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen.</li> </ul>

## 4 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Leistungsfeststellungen und Leistungsbewertungen geben den Schülerinnen und Schülern und deren Erziehungsberechtigten Rückmeldungen über den Erwerb der inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen. Den Lehrkräften geben sie Orientierung für die weitere Planung des Unterrichts sowie für notwendige Maßnahmen zur individuellen Förderung.

Leistungen im Unterricht werden in allen Kompetenzbereichen eines Faches festgestellt. Dabei ist zu bedenken, dass die im Kerncurriculum formulierten erwarteten Kompetenzen die sozialen und personalen Kompetenzen, die über das Fachliche hinausgehen, nur in Ansätzen erfassen.

Grundsätzlich ist zwischen Lern- und Leistungssituationen zu unterscheiden. In Lernsituationen ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnis-mittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der produktive Umgang mit ihnen ist konstruktiver Teil des Lernprozesses. Für den weiteren Lernfortschritt ist es wichtig, bereits erworbene Kompetenzen herauszustellen und Schülerinnen und Schüler zum Weiterlernen zu ermutigen. Dies schließt die Förderung der Fähigkeit zur Selbsteinschätzung der Leistung ein.

Ein an Kompetenzerwerb orientierter Unterricht bietet den Schülerinnen und Schülern durch geeignete Aufgaben einerseits ausreichend Gelegenheiten, Problemlösungen zu erproben, andererseits fordert er den Kompetenznachweis in anspruchsvollen Leistungssituationen ein. Leistungs- und Überprüfungssituationen sollen die Verfügbarkeit der erwarteten Kompetenzen nachweisen.

Für eine transparente Leistungsbewertung sind den Lernenden die Beurteilungskriterien rechtzeitig mitzuteilen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität der Beiträge für die Beurteilung maßgeblich ist. Die Schülerinnen und Schüler weisen ihren Kompetenzerwerb durch schriftliche Arbeiten (Klausuren) und durch Mitarbeit im Unterricht nach. Ausgehend von der kontinuierlichen Beobachtung der Schülerinnen und Schüler im Lernprozess und ihrer persönlichen Lernfortschritte sind die Ergebnisse der Klausuren und die Mitarbeit im Unterricht zur Leistungsfeststellung heranzuziehen. Im Laufe des Schulhalbjahres sind die Lernenden mehrfach über ihren aktuellen Leistungsstand zu informieren.

Zur Mitarbeit im Unterricht (mündliche und andere fachspezifische Leistungen) zählen z. B.:

- sachbezogene und kooperative Teilnahme am Unterrichtsgespräch,
- Erheben relevanter Daten (z. B. Informationen sichten, gliedern und bewerten, in unterschiedlichen Quellen recherchieren, Interviews und Meinungsumfragen durchführen),
- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten,
- Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung,
- Unterrichtsdokumentationen (z. B. Protokolle, Arbeitsmappen, Materialdossiers, Portfolios),
- Präsentationen, auch mediengestützt (z. B. Referate, Vorstellung eines Thesenpapiers, Erläuterung eines Schaubildes, Darstellung von Arbeitsergebnissen),
- verantwortungsvolle Zusammenarbeit im Team (z. B. planen, strukturieren, reflektieren, präsentieren),
- Umgang mit Medien und anderen fachspezifischen Hilfsmitteln,

- Anwenden und Ausführen fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen,
- Anfertigen von schriftlichen Ausarbeitungen,
- mündliche Überprüfungen und kurze schriftliche Lernkontrollen,
- häusliche Vor- und Nachbereitung,
- freie Leistungsvergleiche (z. B. Teilnahme an Schülerwettbewerben).

Bei kooperativen Arbeitsformen sind sowohl die individuelle Leistung als auch die Gesamtleistung der Gruppe in die Bewertung einzubeziehen. So finden neben methodisch-strategischen auch sozial-kommunikative Leistungen Berücksichtigung.

Prüfungsaufgaben bzw. Klausuren werden zum Nachweis erworbener inhalts- und prozessbezogener Kompetenzen eingesetzt, dabei müssen die gestellten Anforderungen für die Schülerinnen und Schüler transparent sein. Es empfiehlt sich, Klausuren unter ein zusammenfassendes Thema zu stellen, dieses zu untergliedern und die Teilaufgaben so auszurichten, dass sie möglichst unabhängig von Ergebnissen vorausgegangener Aufgabenteile lösbar sind. Klausuren sind materialgebunden. Aufgrund der Möglichkeit zum experimentellen Zentralabitur sollten Experimente in Klausuren geübt werden. Die Teilaufgaben sollen so zusammengestellt werden, dass verschiedene im Unterricht vermittelte Kompetenzen überprüft und die drei Anforderungsbereiche berücksichtigt werden. Dabei liegt der Schwerpunkt im Anforderungsbereich II, den Anforderungsbereich I gilt es stärker zu berücksichtigen als den Anforderungsbereich III. Die Aufgaben müssen dabei auf den jeweiligen Unterrichtsstand bezogen sein. Alle Hilfsmittel, die in der Abiturprüfung benutzt werden sollen, müssen im Unterricht und in den Klausuren mehrfach verwendet worden sein.

Zur Ermittlung der Gesamtzensur sind die Ergebnisse der Klausuren und die Bewertung der Mitarbeit im Unterricht heranzuziehen. Der Anteil der schriftlichen Leistungen darf ein Drittel an der Gesamtzensur nicht unterschreiten und 50% nicht überschreiten.

## 5 Aufgaben der Fachkonferenz

Die Fachkonferenz erarbeitet unter Beachtung der rechtlichen Grundlagen und der fachbezogenen Vorgaben des Kerncurriculums einen fachbezogenen schuleigenen Arbeitsplan. Die Erstellung des schuleigenen Arbeitsplans ist ein Prozess.

Mit der regelmäßigen Überprüfung und Weiterentwicklung des schuleigenen Arbeitsplans trägt die Fachkonferenz zur Qualitätsentwicklung des Faches und zur Qualitätssicherung bei.

Die Fachkonferenz

- erarbeitet Themen bzw. Unterrichtseinheiten, die den Erwerb der erwarteten Kompetenzen ermöglichen und beachtet ggf. vorhandene regionale Bezüge,
- stimmt die schuleigenen Arbeitspläne der Einführungsphase auf die Arbeitspläne der abgebenden Schulformen ab,
- legt die zeitliche Zuordnung von Kompetenzen und Themen innerhalb der Schulhalbjahre fest,
- benennt in Absprache mit den Fachlehrerinnen und Fachlehrern die Halbjahresthemen,
- entscheidet, welches Schulbuch eingeführt werden soll und trifft Absprachen über geeignete Materialien und Medien, die den Aufbau der Kompetenzen fördern,
- erarbeitet Konzepte zur Aktualisierung und Weiterentwicklung der experimentellen Ausstattung unter besonderer Berücksichtigung von Schülerexperimenten,
- stellt sicher, dass bei der Durchführung eines experimentellen Zentralabiturs die benötigte Ausstattung vorhanden ist,
- entwickelt ein fachbezogenes Konzept zum Einsatz von Medien,
- berät über individuelle Förderung und Maßnahmen zur Binnendifferenzierung,
- wirkt mit bei der Entwicklung des Förderkonzepts der Schule und stimmt die erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung ab,
- trifft Absprachen zur einheitlichen Verwendung der Fachsprache und fachbezogener Hilfsmittel,
- trifft Absprachen zur Konzeption von schriftlichen, mündlichen und fachspezifischen Lernkontrollen und ihrer Bewertung,
- bestimmt das Verhältnis von schriftlichen, mündlichen und anderen fachspezifischen Leistungen bei der Festlegung der Gesamtbewertung,
- initiiert und fördert Anliegen des Faches bei schulischen und außerschulischen Aktivitäten (z. B. Nutzung außerschulischer Lernorte, Besichtigungen, Projekte, Teilnahme an Wettbewerben),
- entwickelt ein Fortbildungskonzept für die Fachlehrkräfte und informiert sich über Fortbildungsergebnisse,
- wirkt mit an Konzepten zur Unterstützung von Schülerinnen und Schülern beim Übergang in den Beruf und an die Hochschule.



## Anhang

### A 1 Operatoren für die Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik)

Ein wichtiger Bestandteil jeder Aufgabenstellung sind Operatoren. Sie bezeichnen als Handlungsverben diejenigen Tätigkeiten, die vom Prüfling bei der Bearbeitung von Prüfungsaufgaben ausgeführt werden sollen.

Operatoren werden durch den Kontext der Prüfungsaufgabe erst konkretisiert bzw. präzisiert: durch die Formulierung bzw. Gestaltung der Aufgabenstellung, durch den Bezug zu Textmaterialien/Abbildungen bzw. Problemstellungen, durch die Zuordnung zu Anforderungsbereichen im Erwartungshorizont. Aufgrund dieser vielfältigen wechselseitigen Abhängigkeiten lassen sich Operatoren zumeist nicht präzise einzelnen Anforderungsbereichen zuschreiben.

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
abschätzen	durch begründetes Überlegen Näherungswerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
aufbauen eines Experiments	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
aufstellen einer Hypothese	eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
aufstellen einer Reaktionsgleichung	vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen
berechnen	Numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen
beurteilen/Stellung nehmen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen

<b>Operator</b>	<b>Beschreibung der erwarteten Leistung</b>
bewerten	einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben
deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
diskutieren/erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS)	Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen
durchführen eines Experiments	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen
entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen: eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen begründet eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftliche Größe erstellen
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen angeben
ordnen	vorliegende Objekte oder Sachverhalte in Kategorien einordnen
planen eines Experiments	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen
protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen
überprüfen/prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen
zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen

## **A 2 Anforderungsbereiche**

### **Anforderungsbereich I**

Im Anforderungsbereich I beschränken sich die Aufgabenstellungen auf die Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden, das Darstellen von Sachverhalten in vorgegebener Form sowie die Darstellung einfacher Bezüge.

#### *Fachwissen/Fachkenntnisse*

- Wiedergeben von einfachen Daten, Fakten, Regeln, Begriffen und Definitionen
- Wiedergeben und Erläutern von Formeln, Gesetzen und Reaktionen
- Verarbeiten Fachwissen aus einfachen Quellen

#### *Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden*

- Aufbauen eines einfachen Experiments nach vorgelegtem Plan oder eines bekannten Experiments aus der Erinnerung
- Beschreiben eines Experiments
- Durchführen von Messungen nach einfachen Verfahren
- Umformen von Gleichungen und Berechnen von Größen aus Formeln
- Sachgerechtes Nutzen einfacher Software
- Auswerten von Ergebnissen nach einfachen Verfahren
- Anfertigen von einfachen Versuchsprotokollen

#### *Kommunikation*

- Darstellen von bekannten Sachverhalten in verschiedenen Formen (z. B. Reaktionsgleichung, Formelschreibweise, Tabelle, Graph, Skizze, Text, Bild, Diagramm, Mindmap)
- Präsentieren einfacher Sachverhalte
- Anwenden der Fachsprache auf einfache Sachverhalte
- Entnehmen von Informationen aus einfachen Quellen

#### *Bewertung/Reflexion*

- Beschreiben einfacher Phänomene aus Natur und Technik
- Darstellen einfacher historischer Bezüge
- Beschreiben von Bezügen zu Natur und Technik

## **Anforderungsbereich II**

Im Anforderungsbereich II verlangen die Aufgabenstellungen die Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Anwendung von Kommunikationsformen, die Wiedergabe von Bewertungsansätzen sowie das Herstellen einfacher Bezüge.

### *Fachwissen/Fachkenntnisse*

- Sachgerechtes Wiedergeben von komplexeren Zusammenhängen
- Auswählen und Verknüpfen von Daten, Fakten und Methoden eines abgegrenzten Gebiets
- Benennen und Beschreiben von Analogien
- Strukturieren des Fachwissens mit Hilfe von Basiskonzepten
- Verarbeiten von Fachwissen aus komplexen Quellen

### *Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden*

- Selbstständiges Aufbauen und Durchführen eines Experiments
- Planen einfacher experimenteller Anordnungen zur Untersuchung vorgegebener Fragestellungen
- Auswählen und Verknüpfen gewonnener Daten und Informationen
- Erörtern von Fehlerquellen bei Experimenten
- Erörtern des Gültigkeitsbereichs von Modellen und Gesetzen
- Interpretieren von Tabellen und graphischen Darstellungen
- Anwenden elementarer mathematischer Beziehungen auf chemische Sachverhalte
- Nutzen von Strategien zur Lösung von Aufgaben

### *Kommunikation*

- Verbalisieren quantitativer und qualitativer Aussagen chemischer Formeln und Reaktionsgleichungen
- Präsentieren komplexerer Sachverhalte
- Darstellen und Strukturieren von Zusammenhängen in Tabellen, Graphen, Skizzen, Texten, Schaubildern, Modellen, Diagrammen und Mindmaps
- Adressatengerechtes Darstellen chemischer Sachverhalte in verständlicher Form
- Führen eines Fachgespräches auf angemessenem Niveau zu einem Sachverhalt
- Fachsprachliches Fassen umgangssprachlich formulierter Sachverhalte
- Präzises Kommunizieren einfacher Argumente und Beschreibungen
- Sachgemäßes Urteilen und Argumentieren unter Verwendung der Fachsprache
- Einbinden der neuen Medien beim Präsentieren erworbenen Wissens und gewonnener Einsichten
- Entnehmen von Informationen aus komplexen Quellen

### *Bewertung/Reflexion*

- Analysieren und Bewerten von Informationen aus Medien zu chemischen Sachverhalten und Fragestellungen
- Unterscheiden von fachspezifischen und anderen Kriterien bei der Bewertung eines Sachverhaltes
- Beziehen einer Position zu gesellschaftlich relevanten Fragen aus chemischer Sicht
- Anwenden der im Unterricht vermittelten chemischen Kenntnisse auf Umweltfragen und technische Prozesse

### **Anforderungsbereich III**

Im Anforderungsbereich III verlangen die Aufgabenstellungen das problembezogene Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsformen, das Herstellen von Bezügen und das Bewerten von Sachverhalten.

### *Fachwissen/Fachkenntnisse*

- Selbstständiges Auswählen und Verknüpfen von Daten, Fakten und Methoden
- Selbstständiges Erschließen von Sachverhalten mithilfe der Basiskonzepte
- Erkennen von Strukturen bei komplexen Sachverhalten und Zuordnen zu den Basiskonzepten
- Verarbeiten von Fachwissen aus anspruchsvollen Quellen

### *Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden*

- Entwickeln eigener Fragestellungen bzw. sinnvolles Präzisieren einer offenen Aufgabenstellung
- Planen, Durchführen und Auswerten eigener Experimente für vorgegebene Fragestellungen
- Erheben von Daten zur Überprüfung von Hypothesen
- Entwickeln alternativer Lösungswege
- Zielgerichtetes Auswählen und Einsetzen von Fachmethoden und Darstellungsformen

### *Kommunikation*

- Situationsgerechtes Auswählen und Einsetzen von Kommunikationsformen
- Analysieren komplexer Texte und Darstellung der daraus gewonnenen Erkenntnisse
- Begründen und Verteidigen dieser Position in einem fachlichen Diskurs
- Darstellen eines eigenständig bearbeiteten komplexeren Sachverhaltes für ein Fachpublikum
- Entnehmen von Informationen aus anspruchsvollen Quellen

### *Bewertung/Reflexion*

- Finden von Anwendungsmöglichkeiten chemischer Erkenntnisse
- Beziehen einer Position zu komplexen gesellschaftlich relevanten Fragen aus chemischer Sicht
- Nutzen fachspezifischer Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhaltes
- Betrachten gesellschaftlich relevanter Themen aus verschiedenen Perspektiven und Reflektieren der eigenen Position
- Begründen und Verteidigen dieser Position in einem Diskurs.

### A 3 Anregungen für die Umsetzung des Kerncurriculums: Themenfelder

Zur Planung von Unterricht soll der Fokus auf die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler gerichtet werden. Aus dieser lassen sich Themenfelder ableiten, die den Chemieunterricht strukturieren. Die Themenfelder unterscheiden sich in ihrem Umfang. Daher kann gegebenenfalls ein Themenfeld mit einem Kursthema übereinstimmen oder sich über mehrere Kurshalbjahre erstrecken. Es gibt auch die Möglichkeit, Teilaspekte von Themenfeldern zu einem Kursthema zu kombinieren. Die genannten Themenfelder stellen eine mögliche Auswahl dar. Aus den Themenfeldern ergeben sich Unterrichtseinheiten; eine mögliche Auswahl ist in den Tabellen (Themenfelder der Einführungsphase/Themenfelder der Qualifikationsphase) dargestellt. Die Unterrichtseinheiten (UE) sollen so kombiniert werden, dass alle Kompetenzen des Kerncurriculums abgedeckt werden.

Mithilfe der fett markierten Unterrichtseinheiten ist eine vollständige Kompetenzschulung der geforderten Kompetenzen in der Einführungsphase bzw. Qualifikationsphase möglich.

Die dafür ausgewählten Unterrichtseinheiten werden kurz beschrieben und zu einem möglichen Unterrichtsgang verknüpft. Ausgewählte Unterrichtseinheiten werden durch Mindmaps visualisiert. In einem exemplarischen Dokumentationsbogen werden Verlauf der Einheit und der Kompetenzzuwachs deutlich. Die Umsetzung aller Kompetenzen des Kerncurriculums kann mithilfe einer tabellarischen Übersicht geprüft werden, diese wird mit dem Material zur Implementierung zur Verfügung gestellt.

#### Mögliche Themenfelder der Einführungsphase

Themenfelder	Unterrichtseinheiten
Chemie im Alltag	<b>Alkohol als Genussmittel</b> Alkohol als Lösungsmittel Von der Weintraube zum Essig
Energieträger – Nutzung und Folgen	Erdöl <b>Biogas</b>

## Mögliche Themenfelder der Qualifikationsphase

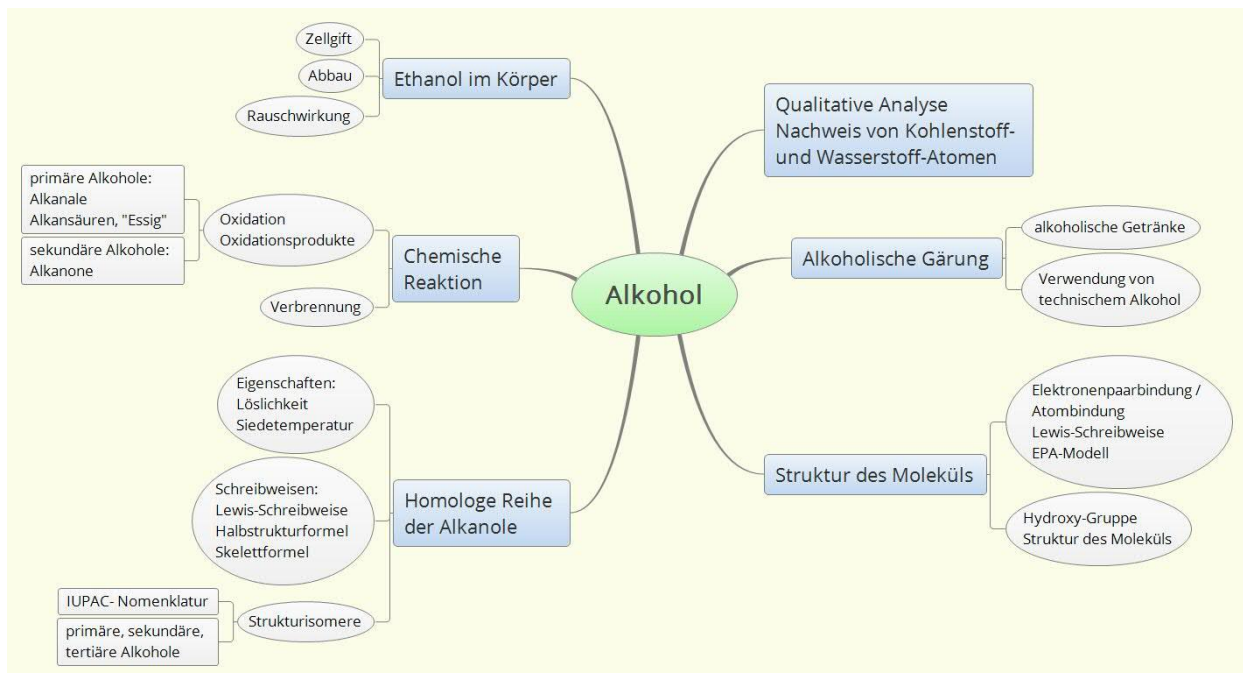
Themenfelder (mögliche Kursthemen)	Unterrichtseinheiten
Energieträger – Nutzung und Folgen	<b>Treibstoffe</b> <b>Treibhauseffekt und Atmosphäre</b> <b>Ethanol – zu schade zum Verbrennen</b>
Synthesewege der industriellen Chemie	Kunststoffe im Auto <b>Textilfasern</b> Produktlinie PVC Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen Ethen als Grundstoff der chemischen Industrie Vom Erdöl zum Kaugummi Vom Luftstickstoff zum Dünger Vom Bauxit zur Alufolie Schwefelsäure-Herstellung
Umweltbereich Wasser und Luft	Umweltanalytik Vom Trinkwasser zum Abwasser Ozon – unten zu viel, oben zu wenig Treibhauseffekt und Atmosphäre
Chemie und Ernährung	Functional Food – Food Design Moderne Getränke Naturstoffe chemisch betrachtet Zusatzstoffe in Lebensmitteln Konservierungsstoffe Zucker und Salz
Chemie und Medizin	Alkohol Arzneimittel Aspirin Lebenssaft Blut Chemie im Mund
Geschichte der Chemie	Biographien bedeutender Chemiker Theoriebildung in der Chemie (Säure-Base, Redox) Vom Kautschuk zum High-Tech-Reifen
Chemie im Alltag	Kunststoffe <b>Haushaltsreiniger</b> <b>Puffersysteme in Natur und Technik</b> <b>Mobile Energiequellen</b> <b>Natürliche und künstliche Textilfasern</b> Kosmetika Chemie und Sport Müll – zu schade zum Wegwerfen

## A 4 Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang in der Einführungsphase

### Unterrichtseinheit „Alkohol“

Ausgehend von der Betrachtung der Wirkung des Trinkalkohols auf den Körper werden Fragestellungen entwickelt, die die Unterrichtseinheit strukturieren. Zur Klärung der Bildung des Ethanols wird die alkoholische Gärung thematisiert. In diesem Zusammenhang wird eine qualitative Analyse durchgeführt. Um die Resorption und Verteilung des Ethanols im Körper (Wasserlöslichkeit, Diffusion, Molekülgröße) zu erklären, werden die Eigenschaften des Ethanols mithilfe der Molekülstruktur erläutert. Die Betrachtung des Ethanolabbaus im Körper führt zu der Oxidationsreihe des Ethanols. Die Beschäftigung mit den Gefahren des Konsums methanolhaltiger Getränke öffnet den Weg zur Erarbeitung der homologen Reihe der Alkanole. Dieses bietet die Möglichkeit für eine weitergehende Betrachtung der Eigenschaften und chemischen Reaktionen der Alkanole.

Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit ist es selbstverständlich, dass die individuellen und gesellschaftlichen Gefahren des Alkoholkonsums angemessen thematisiert werden.



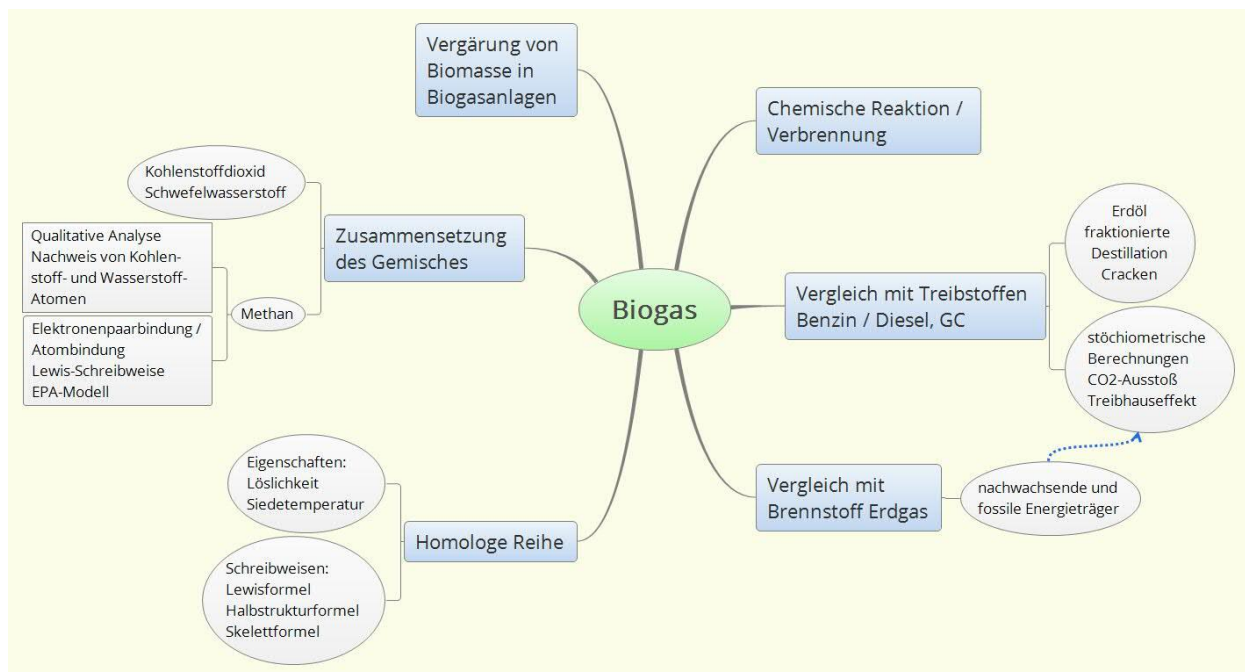
### Unterrichtseinheit „Biogas“

Ausgehend von der Veränderung des Landschaftsbildes durch Maisfelder und Biogasanlagen wird die Funktionsweise einer Biogasanlage erarbeitet. Die Zusammensetzung und die Verwendung von Biogas werden recherchiert. Hierbei wird Methan als Hauptbestandteil identifiziert. Biogas und Erdgas werden anschließend unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten miteinander verglichen; Vor- und Nachteile werden erarbeitet.

Ausgehend von der Verbrennungsreaktion von Methan werden die homologe Reihe sowie die Eigenschaften der Alkane erarbeitet. Über die Funktionsweise des Ottomotors werden unterschiedliche



Treibstoffe betrachtet. Die Gewinnung traditioneller Treibstoffe aus Erdöl durch fraktionierte Destillation und die Bedeutung des Crackverfahrens werden erarbeitet. Die Gaschromatografie als analytisches Verfahren wird thematisiert. Das Aufstellen von Reaktionsgleichungen von Verbrennungsreaktionen schafft die Voraussetzung für stöchiometrische Berechnungen. Angaben zum Kohlenstoffdioxidausstoß der Automobilindustrie werden durch Berechnungen nachvollzogen. Der Zusammenhang zum Treibhauseffekt wird hergestellt. Eine Betrachtung von traditionellen Treibstoffen und Treibstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen schließt die Unterrichtseinheit ab.



*Die Kompetenzen der Einführungsphase können selbstverständlich auch in einen alternativen Unterrichtsgang geschult werden. Dieser kann mit dem Thema Erdöl beginnen, sodass die Organische Chemie anhand der Alkane eingeführt und am Beispiel der Alkanole vertieft wird.*

Das Themenfeld „Energieträger – Nutzen und Folgen“ wird in der Qualifikationsphase vertieft. Durch erweiternde Betrachtungen von Treibstoffen unter energetischen Aspekten wird das Fachwissen anschlussfähig erweitert.

## A 5 Dokumentationsbogen zur UE Alkohol

Unterrichtseinheit: Alkohol als Genussmittel	Einführungsphase
--	------------------

### Bezug zu den Themenfeldern

Chemie im Alltag

### Kompetenzaufbau

- Schwerpunkt im Kompetenzbereich Fachwissen/Fachkenntnisse: Strukturbestimmung von Ethanol, aus der Struktur ableitbare Eigenschaften
- Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden: Ermittlung von Stoffeigenschaften, Nutzen von Modellen
- Schwerpunkt im Kompetenzbereich Kommunikation: Arbeit mit Diagrammen, Formelschreibweisen, Recherche, Arbeit und Präsentation im Team
- Schwerpunkt im Kompetenzbereich Bewertung/Reflexion: Entwicklung einer eigenen Position zum Umgang mit Trinkalkohol

### Grober Verlauf

Einstieg: „Alkohol“ mitbringen, Zeitungberichte, Mindmap Thema Alkohol etc.  
Schülerinnen und Schüler formulieren Fragen zum Thema. Die Fragen lassen sich nach den Blöcken aus der oben stehenden Mind-Map strukturieren:

#### Block I: Alkoholische Gärung

- Alkohol im Leben der Schülerinnen und Schüler
- Alkoholische Gärung
- Verwendung von technischem Alkohol

#### Block II: Struktur des Moleküls

- Ausgangspunkt: Trinkalkohol = Ethanol (Reinstoff, Stoffgemisch)
- Qualitative Analyse
- Molekülstruktur des Ethanol-Moleküls (EPA Modell, Lewis-Schreibweise, Strukturformel, Summenformel)
- Experimentelle Untersuchung der Eigenschaften (Siedetemperatur, Löslichkeit, Brennbarkeit)
- Vergleich der Eigenschaften des Ethanol-Moleküls mit denen des Wasser-Moleküls. (Wasserstoffbrückenbindungen)

#### Block III: Die homologe Reihe der Alkohole

- Methanol-Vergiftung
- Funktionelle Gruppe und homologe Reihe der Alkanole
- Nomenklatur
- Strukturisomerie (Modellbau, primäre Alkanole, sekundäre Alkanole, tertiäre Alkanole)
- Veränderung der Eigenschaften der Alkanole innerhalb der homologen Reihe

#### Block IV: Chemische Reaktion

- Verbrennung von Alkanolen
- Oxidation von Alkanolen (Oxidation als Elektronenübertragungsreaktion, Oxidationszahlen)
- Oxidationsprodukte primäre und sekundärer Alkanole (Alkanale, Alkanone, Alkansäuren)

#### Block V: Alkohol im Körper

- Rauschwirkung von Ethanol (Fahruntüchtigkeit, Enthemmung, Abhängigkeit, Verantwortungsvoller Umgang mit Ethanol)
- Physiologische Wirkung (Abbau und Zellgift, Vergleich mit Methanol)

### **Kompetenzbereich Fachwissen/Fachkenntnisse**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen organische Moleküle in der Lewis-Schreibweise dar.
- verwenden das EPA-Modell zur Erklärung der räumlichen Struktur organischer Moleküle.
- unterscheiden die Stoffklassen der Alkanole, Alkanale, Alkanone und Alkansäuren anhand ihrer Molekülstruktur und ihrer funktionellen Gruppen.
- unterscheiden Einfach- und Mehrfachbindungen.
- erklären die Strukturisomerie organischer Moleküle.
- unterscheiden zwischen primären, sekundären und tertiären Kohlenstoffatomen.
- differenzieren zwischen polaren und unpolaren Atombindungen/Elektronenpaarbindungen in Molekülen.
- unterscheiden Dipolmoleküle und unpolare Moleküle.
- erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrückenbindungen.
- unterscheiden zwischen Hydrophilie und Lipophilie.
- beschreiben die Verbrennung organischer Stoffe als chemische Reaktion.
- beschreiben die Oxidierbarkeit primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole.
- benennen die Oxidationsprodukte der Alkanole: Alkanale, Alkanone, Alkansäuren.
- benennen die funktionellen Gruppen: Hydroxy-, Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-), Carboxy-Gruppe.
- beschreiben, dass bei Verbrennungsreaktionen Energie mit der Umgebung ausgetauscht wird und neue Stoffe mit einem niedrigeren Energiegehalt entstehen.
- beschreiben die schrittweise Oxidation der Alkanole als energetisch mehrstufigen Prozess.

### **Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- führen Experimente zum Nachweis von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen durch.
- veranschaulichen die Struktur organischer Moleküle mit Modellen.
- beschreiben die Gesetzmäßigkeit homologer Reihen.
- leiten aus einer Summenformel Strukturisomere ab.
- wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Moleküle an.
- nutzen Tabellen zu Siedetemperaturen.
- planen Experimente zur Löslichkeit und führen diese durch.
- verwenden geeignete Darstellungen zur Erklärung der Löslichkeit.
- nutzen ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten.
- führen Experimente zu Verbrennungsreaktionen durch.
- stellen den Energiegehalt von Edukten und Produkten in einem qualitativen Energiediagramm dar.
- wenden Nachweisreaktionen zu Kohlenstoffdioxid und Wasser an.
- führen Experimente zur Oxidation von Alkanolen durch.
- stellen die Reaktionsgleichungen zur Oxidation von Alkanolen mit Kupferoxid auf.
- stellen Redoxreaktionen mit Molekülverbindungen mithilfe der formalen Größe der Oxidationszahl dar.

### **Kompetenzbereich Kommunikation**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- unterscheiden Stoff- und Teilchenebene.
- recherchieren Namen und Verbindungen in Tafelwerken.
- verwenden verschiedene Schreibweisen organischer Moleküle (Summenformeln, Lewis-Schreibweise, Skelettformel, Halbstrukturformel).
- wenden Fachsprache an.
- kennzeichnen die Polarität in Bindungen mit geeigneten Symbolen.
- stellen den Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaft und Molekülstruktur fachsprachlich dar.
- argumentieren sachgerecht auf Stoff- und Teilchenebene.
- beschreiben die Elektronen-übertragung anhand der veränderten Oxidationszahlen.
- differenzieren Alltags- und Fachsprache.

### **Kompetenzbereich Bewertung/Reflexion**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erkennen und beschreiben die gesellschaftliche Relevanz von organischen Verbindungen in ihrer Lebenswelt.
- nutzen ihre Erkenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt.
- reflektieren, dass Methanol und Ethanol als Zellgifte wirken.
- wenden ihre Kenntnisse über die Oxidation von Ethanol auf physiologische Prozesse an: Alkoholabbau im Körper, Herstellung von Essigsäure.

### **Erweiterungsmöglichkeiten**

- Unterrichtsblöcke für die Wiederholung bzw. Vertiefung von Grundlagen: Atombau, chemische Bindung, Stoffmengenbegriff
- Eigenschaften von Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren

### **Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden**

- Schülerexperimente
- Arbeitsteilige Gruppenarbeit
- Expertenbefragung (Polizei, Suchtberatungsstelle etc.)
- Referate
- Podiumsdiskussion (Abschluss der UE)

### **Materialien und Fundstellen**

Je nach Schulausstattung auszufüllen: Medien, Literatur, Software, Modelle, ...

### **Zeitbedarf**

Bis zu einem Halbjahr, je nach Umfang der Wiederholungsblöcke

## A 6 Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang in der Qualifikationsphase (eA)

### Kursthema 1: Energieträger – Nutzung und Folgen

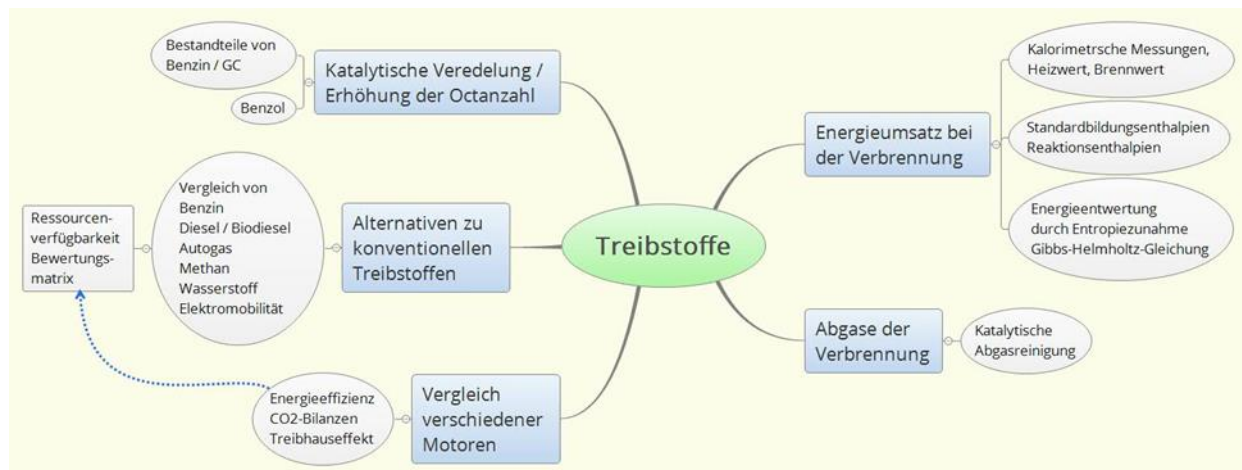
#### Unterrichtseinheit „Treibstoffe“

Die Unterrichtseinheit „Treibstoffe“ schließt an die Einführungsphase an. In dieser Unterrichtseinheit stehen energetische Betrachtungen im Mittelpunkt. Die Eignung verschiedener Stoffe als Treibstoffe wird exemplarisch auch in kalorimetrischen Messungen untersucht. In diesem Zusammenhang erfolgt die fachsystematische Erarbeitung der thermodynamischen Grundlagen (Reaktionsenthalpien und Standardbildungsenthalpien). Die Betrachtung der durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehenden Abgase und deren Folgen für die Umwelt bildet den Ausgangspunkt, um sich kritisch mit verschiedenen Energieträgern auseinanderzusetzen. Einsatz und Energieeffizienz von Treibstoffen werden darüber hinaus vor dem Hintergrund der Ressourcenverfügbarkeit diskutiert.

Die erworbenen Kenntnisse werden auch auf Brennwertbetrachtungen (z. B. von Lebensmitteln) und auf Lösungsprozesse angewendet.

Die Verbrennungsreaktionen werden genutzt, um die Energieentwertung als Zunahme der Entropie zu beschreiben. Das Wechselspiel von Entropie und Enthalpie wird als Kriterium für den freiwilligen Ablauf von Prozessen erläutert. Es werden Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durchgeführt.

Außerdem beurteilen die Schülerinnen und Schüler den Einsatz von Katalysatoren bei der Veredelung von Kraftstoffen und deren Verbrennung. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Problematik von Benzol in veredelten Kraftstoffen eingegangen.



#### Unterrichtseinheit „Ethanol – zu schade zum Verbrennen?“

Den Ausgangspunkt bildet Ethanol, das den Schülerinnen und Schülern sowohl aus der Einführungsphase als auch als Treibstoff aus der vorangegangenen Unterrichtseinheit bekannt ist. Ausgehend von der Fragestellung: „Ethanol – zu schade zum Verbrennen?“ werden weitere Verwendungsmöglichkeiten, z. B. als Lösungsmittel, diskutiert. Die Überlegungen werden auf verschiedene Alkanole ausgeweitet. Die Verwendung von Alkanolen als Edukte für die Herstellung von Estern und bestimmten

Halogenalkanen führt zur Behandlung des Reaktionstyps der Kondensation und des Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution ( $S_N1$ ).

Durch den hohen Bedarf an Ethanol stellt sich die Frage nach einer Alternative zur Gewinnung von Ethanol durch alkoholische Gärung. Dieses wird exemplarisch an der Hydratisierung von Ethen betrachtet (Reaktionsmechanismus  $A_E$ ). Auch hier findet ein Rückbezug zur Treibstoff-Einheit statt.

Es erfolgt eine Ausweitung auf Reaktionen verschiedener Alkanole (verzweigte, längerkettige Moleküle) mit unterschiedlichen Reaktionspartnern (symmetrische und asymmetrische Moleküle). Synthesewege für vorgegebene Alkanole werden geplant.

Abschließend wird der Reaktionstyp der Eliminierung als Umkehrung der Hydratisierung angesprochen.

Gaschromatogramme können genutzt werden, um Produkte konkurrierender Reaktionen zu identifizieren.

## **Kursthema 2: Gleichgewichtsreaktionen**

### **Unterrichtseinheit „Treibhauseffekt und Atmosphäre“**

Die Unterrichtseinheit „Treibhauseffekt und Atmosphäre“ stellt, ausgehend von kinetischen Betrachtungen, zunächst das chemische Gleichgewicht in den Mittelpunkt. Über das Phänomen des Treibhauseffekts im Zusammenhang mit dem globalen Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehalts in der Atmosphäre werden der Kohlenstoffkreislauf betrachtet und die Löslichkeit des Kohlenstoffdioxids in Wasser untersucht. Das chemische Gleichgewicht wird als dynamisches Gleichgewicht identifiziert und gleichzeitig als Zustand beschrieben. Dies liefert die Voraussetzung, real ablaufende Vorgänge in Modelle zu übertragen und zu diskutieren.

In Bezug auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser werden beeinflussende Faktoren experimentell untersucht. Der Einfluss äußerer Faktoren auf die Gleichgewichtskonzentrationen wird qualitativ betrachtet (Le Chatelier). Hier bietet sich die Möglichkeit zu quantitativen Betrachtungen durch Anwendung des Massenwirkungsgesetzes.

Der Salzgehalt der Meere ist Ausgangspunkt für die Behandlung von Löslichkeitsgleichgewichten.

Abschließend wird der Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution im Zusammenhang mit der Atmosphärenchemie erarbeitet. Treibhauseffekt und Ozonproblematik werden voneinander abgegrenzt.

Die bislang erarbeiteten Reaktionsmechanismen werden zusammenfassend betrachtet, reaktive Teilchen werden identifiziert und benannt. Es wird zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung unterschieden.

Die Erkenntnisse zum chemischen Gleichgewicht werden qualitativ und quantitativ auf andere Beispiele übertragen (z. B. Haber-Bosch-Verfahren).

### **Unterrichtseinheit „Saure und alkalische Haushaltsreiniger“**

Wässrige Lösungen verschiedener Haushaltsreiniger werden mit Indikatoren untersucht. Inhaltsstoffe der Haushaltsreinger werden recherchiert und in Beziehung zu den Versuchsergebnissen gesetzt. Unter Anwendung des Vorwissens aus der SI wird die Säure-Base-Theorie nach Brønsted erarbeitet. Dabei werden auch ausgewählte Salzlösungen berücksichtigt, z. B. von Soda und Kernseife. Der pH-Wert wird definiert und es finden Stoffmengenkonzentrationsberechnungen statt.

Das Massenwirkungsgesetz wird angewendet und zur Definition der Säurekonstante und der Basenkonstante genutzt. Die Schülerinnen und Schüler nutzen diese Konstanten zur Unterscheidung von starken und schwachen Säuren und Basen. Die Konstanten bilden außerdem den Ausgangspunkt zur Erklärung unterschiedlicher Säurestärken organischer Säuren (induktive, mesomere Effekte).

Die Titrationskurve eines Essigreinigers wird aufgenommen und mit der von Salzsäure verglichen.

### **Unterrichtseinheit „Puffersysteme in Natur und Technik“**

Diese Unterrichtseinheit verknüpft die erworbenen Kenntnisse zur Protolyse mit dem bekannten Gleichgewicht Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat zur Einführung und Deutung der Pufferwirkung. Hierbei finden experimentelle Untersuchungen und quantitative Beschreibungen statt (Henderson-Hasselbalch-Gleichung). Die Schülerinnen und Schüler recherchieren zu weiteren Puffersystemen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dadurch erkennen sie die Bedeutung von Puffersystemen in Natur und Technik.

## **Kursthema 3: Elektrochemie**

### **Unterrichtseinheit „Redoxreaktionen“**

Das Verfahren der Maßanalyse wird angewendet, um eine ausgewählte Redoxtitration mit Kaliumpermanganat durchzuführen. Grundlegende Kenntnisse aus der SI und der Einführungsphase zu Redoxreaktionen werden aufgegriffen. Das Entwickeln von Redoxgleichungen über Oxidationszahlen und Teilgleichungen wird vermittelt und geübt. In diesem Zusammenhang wird die Oxidation der Alkanole mit Kaliumpermanganat thematisiert.

Die Fehling-Reaktion wird zur Unterscheidung von Alkanalen und Alkanonen durchgeführt und als Redoxreaktion mit Teilgleichungen dargestellt.

Mit der Iodometrie kann eine vertiefende Anwendung von Redoxtitrationen erfolgen. Hierbei kann die Iod-Stärke-Reaktion als Nachweis eingesetzt werden.

### **Unterrichtseinheit „Mobile Energiequellen“**

Der Schwerpunkt dieser Einheit liegt in der technischen Anwendung von Redoxreaktionen. Dazu werden Aufbau und Funktionen von Batterien, Akkus und Brennstoffzellen recherchiert und experimentell untersucht.

Ausgehend von Batteriesystemen wird der grundsätzliche Aufbau galvanischer Zellen erarbeitet. Die Redoxreihe der Metalle wird experimentell untersucht. Kenntnisse zum chemischen Gleichgewicht werden auf galvanische Zellen angewendet (elektrochemische Doppelschicht) und auf die Batteriesysteme übertragen. Die Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotenzials wird bei  $\text{Me}/\text{Me}^{n+}$ -Halbzellen mit der NERNST-Gleichung beschrieben.

Über die Aufladbarkeit von Akkus werden Fachinhalte der Elektrolyse angesprochen. An einem ausgewählten System wird die Zersetzungsspannung gemessen. Durch das Modell der Überspannung werden Konkurrenzreaktionen an Elektroden erklärt. In diesem Zusammenhang kann die Bedeutung von Löslichkeitsgleichgewichten schwerlöslicher Salze für konstante Elektrodenpotenziale betrachtet werden.

Abschließend werden die Kenntnisse in Bezug auf Brennstoffzellen erweitert.

Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit Bewertungskriterien elektrochemischer Energiequellen auseinander, sodass sie deren Einsatzmöglichkeiten beurteilen können.

Das Donator-Akzeptor-Konzept wird vergleichend auf Säure-Base- und Redoxreaktionen angewendet.

### **Unterrichtseinheit „Korrosion“**

Unter Rückbezug auf die Grundlagen zu galvanischen Elementen wird das Phänomen der elektrochemischen Korrosion am Beispiel des Rostens von Eisen betrachtet. Unter Ausweitung auf andere Metalle werden Säure- und Sauerstoffkorrosion unterschieden. Die Auseinandersetzung mit wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden führt zur Thematik des Korrosionsschutzes (exemplarisch: kathodischer Korrosionsschutz).

## **Kursthema 4: Makromoleküle**

### **Unterrichtseinheit „Natürliche und synthetische Textilfasern“**

Den Ausgangspunkt dieser Einheit bildet die Betrachtung von Wolle und Baumwolle als Naturstoffe. Der strukturelle Aufbau der Makromoleküle wird erarbeitet. Der Reaktionstyp der Polykondensation wird erkannt. Die Bausteine der Protein-Moleküle und Kohlenhydrat-Moleküle werden untersucht (Löslichkeit, Fehling-Reaktion, Iod-Stärke-Reaktion). Die Bifunktionalität von Monomeren als Voraussetzung zur Bildung von Makromolekülen wird erarbeitet. Stärke- und Cellulose-Moleküle werden voneinander unterschieden. Abgewandelte Naturstoffe, z. B. Viskose, werden recherchiert. Die hydrophobe Eigenschaft von fetthaltiger Wolle ist Ausgangspunkt zu Betrachtungen von Struktur und Eigenschaften der Fette.

Die Sichtung von Etiketten verschiedener Textilien führt zu synthetischen Textilfasern. Die Schülerinnen und Schüler ordnen die Monomere den Polymeren zu und erkennen den grundsätzlichen Aufbau von Kunststoffen. Der Reaktionstyp der Polykondensation und der Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation werden erarbeitet. Sowohl bei der Erarbeitung der Reaktionstypen als auch im



Bereich von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen werden Rückbezüge zu vorausgegangenen Inhalten hergestellt. Der Zusammenhang zwischen Struktur, Eigenschaften und Funktionalität wird an ausgewählten Beispielen (z. B. GoreTex®, Sympatex®, Elastan) betrachtet.

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren unter den Gesichtspunkten Ressourcenverfügbarkeit und Recycling den Einsatz von unterschiedlichen Textilmaterialien.

Es wird zwischen Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren unterschieden.

Die erworbenen Kenntnisse des Chemieunterrichts werden angewendet, um einen Syntheseweg von Teflon zu planen.

## A 7 Dokumentationsbogen: „Treibstoffe“

<b>Unterrichtseinheit Treibstoffe</b>	<b>Schulhalbjahr je nach Fachcurriculum</b>
<b>Bezug zu den Themenfeldern</b>	
Energieträger – Nutzung und Folgen	
<b>Kompetenzaufbau</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Fachwissen/Fachkenntnisse: Organische Stoffklassen und deren Energetik</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden: Kalorimetrische Messungen und Modellexperimente zum Treibhauseffekt</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Kommunikation: Arbeit mit Diagrammen, Recherche, Arbeit und Präsentation im Team</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Bewertung/Reflexion: Entwicklung einer eigenen Position zur Klima-Diskussion</li></ul>	
<b>Grober Verlauf</b>	
<p>Einstieg: Aktuelle Treibstoffdiskussion, z. B. Video, Zeitungsartikel, ...</p> <p>Schülerinnen und Schüler formulieren Fragen zum Thema: „Treibstoff der Zukunft?“ Die Fragen werden strukturiert und geordnet.</p> <p><b>Treibstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Unter Vernetzung zu Kenntnissen der Einführungsphase werden verschiedene Treibstoffe betrachtet.</li><li>• Es bieten sich wiederholende Aspekte zur Gewinnung und Zusammensetzung von konventionellen Treibstoffen an. In diesem Zusammenhang werden Aspekte aus der Einführungsphase, z. B. die IUPAC-Nomenklatur aufgegriffen und vertieft.</li><li>• Zur Identifizierung der Bestandteile von Benzin wird die Gaschromatografie genutzt (Anschluss an die Kenntnisse der Einführungsphase)</li><li>• Weiterführende Fragen, z. B. zu Elektroautos, können recherchiert werden.</li></ul> <p><b>Vergleich von Treibstoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ausgehend von der Frage, wie sich Treibstoffe vergleichen lassen, werden Bezüge zur Energetik (Innere Energie, Reflexion von energetischen Begriffen in der Alltagssprache) erstellt.</li><li>• Die Energieeffizienz verschiedener Motoren wird verglichen.</li><li>• Unter Bezug zur Oktanzahl finden Betrachtungen zum Benzol-Molekül statt (nur eA).</li><li>• Ausgewählte Treibstoffe (Alkane, Ethanol, Gas, Biodiesel) werden experimentell kalorimetrisch untersucht. Es werden Enthalpieberechnungen und Berechnungen zum Heizwert durchgeführt.</li><li>• Treibstoffe werden bezüglich der Ressourcenverfügbarkeit betrachtet.</li><li>• Die Treibstoffe werden in einer Bewertungsmatrix eingestuft. Ggf. noch nicht betrachtete Treibstoffe werden durch Recherche ergänzt.</li><li>• Die erworbenen Kenntnisse werden auch auf Brennwertbetrachtungen (z. B. von Lebensmitteln) und auf Lösungsprozesse angewendet.</li><li>• Berechnungen unter Standardbedingungen als auch die Gibbs-Helmholtz-Gleichung (nur eA) werden betrachtet.</li></ul> <p><b>Abgasproblematik und Treibhauseffekt</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufgabe und Wirkungsweise von Abgaskatalysatoren werden thematisiert.</li><li>• Ausgehend von Verbrennungsmotoren finden rückvernetzend zur Einführungsphase Berechnungen zur Kohlenstoffdioxidbilanz statt.</li><li>• Ein Modellexperiment zum Treibhauseffekt wird durchgeführt.</li><li>• Zur globalen Treibhausproblematik wird recherchiert.</li></ul> <p>Ergebnis: Beantwortung der eingangs gestellten Fragen</p>	

<b>Kompetenzbereich Fachwissen/Fachkenntnisse</b>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
BK Stoff – Teilchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Molekülstruktur und die funktionellen Gruppen folgender Stoffklassen: Alkane, Alkene, Alkanole, Alkansäuren, Ester.</li> <li>• benennen die funktionellen Gruppen: Doppelbindung, Hydroxy-, Carboxy-, Ester -Gruppe</li> <li>• kennen Benzol und seine Eigenschaften.</li> <li>• <b>erklären die Mesomerie mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise für das Benzolmolekül (eA).</b></li> <li>• beschreiben den Stoffumsatz bei chemischen Reaktionen.</li> <li>• beschreiben das EPA-Modell (Kohlenwasserstoff-Verbindungen).</li> </ul>
BK Struktur – Eigenschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen.</li> <li>• beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können.</li> </ul>
BK Donator – Akzeptor	
BK Kinetik/chem. Gleichgewicht	
BK Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems.</li> <li>• nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik.</li> <li>• beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA).</li> <li>• beschreiben die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck.</li> <li>• nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie.</li> <li>• <b>beschreiben die Entropie als Maß der Unordnung eines Systems (eA).</b></li> <li>• <b>erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA).</b></li> <li>• beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA).</li> <li>• beschreiben die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand.</li> <li>• beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.</li> </ul>

<b>Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden</b>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen ausgewählte Stoffklassen in Form homologer Reihen.</li> <li>• wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.</li> <li>• <b>wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzol-Moleküls an (eA).</b></li> <li>• nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten.</li> <li>• führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch.</li> <li>• erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie.</li> <li>• nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard- Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien.</li> <li>• <b>nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen.</b></li> <li>• <b>führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA).</b></li> <li>• nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung.</li> </ul>	

### Kompetenzbereich Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler ...

- unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen.
- **diskutieren die Grenzen und Möglichkeiten von Modellen am Bsp. des Benzol-Moleküls (eA).**
- stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar.
- **stellen die Elektronenverschiebung in angemessener Fachsprache dar (eA).**
- argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.
- übersetzen die Alltagsbegriffe Energiequelle, Wärmeenergie, verbrauchte Energie und Energieverlust in Fachsprache.
- **stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar (eA).**
- stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar.
- interpretieren Enthalpiediagramme
- stellen die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand dar.
- stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energiediagramm dar.

### Kompetenzbereich Bewertung/Reflexion

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag.
- erkennen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik.
- reflektieren die Unschärfe im Alltag verwendeter energetischer Begriffe.
- nutzen ihre Kenntnisse zur Enthalpieänderung ausgewählter Alltags- und Technikprozesse.
- beurteilen die Energieeffizienz ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt.
- bewerten die gesellschaftliche Relevanz verschiedener Energieträger.
- beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen.

### Erweiterungsmöglichkeiten

- Strahlungsbilanz beim Treibhauseffekt
- Wasserstofftechnologie
- Verschiedene Antriebstechniken
- Weitergehende Betrachtungen zum Klimawandel
- Politische Diskussionen zum Klimawandel

### Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Schülerexperimente
- Lernen an Stationen
- Arbeitsteilige Gruppenarbeit
- Expertenrunde
- Referate
- Podiumsdiskussion/Rollenspiel (Abschluss der UE)

### Materialien und Fundstellen

Je nach Schulausstattung auszufüllen: Medien, Literatur, Software, Modelle zum Treibhauseffekt, ...

### Zeitbedarf

Ca. 12 Wochen bei 5-stündigem Unterricht

### Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

- Gruppenarbeit
- Präsentationen
- Klausur