

Die Gymnasiale Oberstufe im Land Bremen

---

# Chemie

**Bildungsplan für die  
Gymnasiale Oberstufe**  
- Qualifikationsphase -

**Herausgeber**

Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft,  
Rembertiring 8 – 12  
28195 Bremen  
<http://www.bildung.bremen.de>

Stand: 2008

**Curriculumentwicklung**

Landesinstitut für Schule  
Abteilung 2 - Qualitätssicherung und Innovationsförderung  
Am Weidedamm 20  
28215 Bremen  
Ansprechpartner: Wolfgang Löwer

Nachdruck ist zulässig

Bezugsadresse: <http://www.lis.bremen.de>

## **Inhaltsverzeichnis**

Vorbemerkung	4
1. Aufgaben und Ziele	5
2. Themen und Inhalte	6
3. Standards	14
4. Leistungsbewertung	18
Anhang	
Liste der Operatoren	19

## Vorbemerkung

Der vorliegende Bildungsplan für das Fach Chemie gilt für die Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe; er schließt an den Bildungsplan für die Jahrgangsstufen 5 bis 10 des gymnasialen Bildungsganges an.

Bildungspläne orientieren sich an Standards, in denen die erwarteten Lernergebnisse als verbindliche Anforderungen formuliert sind. In den Standards werden die Lernergebnisse durch fachbezogene Kompetenzen beschrieben, denen fachdidaktisch begründete Kompetenzbereiche zugeordnet sind.

Die Kompetenzbereiche setzen die Beschreibung aus den Jahrgangsstufen 5 bis 10 im Bildungsplan des gymnasialen Bildungsganges fort, es wird damit deutlich, dass der Chemieunterricht im gesamten Bildungsgang einheitlichen Zielsetzungen genügt.

Die Eingangsvoraussetzungen für den Besuch von Leistungs- und Grundkursen Chemie in der Qualifikationsphase sind mit den Standards, die für die Jahrgangsstufe 10 des Bildungsplans für den gymnasialen Bildungsgang beschrieben sind, verbindlich vorgegeben. Die Festlegungen beschränken sich auf die wesentlichen Kenntnisse und Fähigkeiten und die damit verbundenen Inhalte, die für den weiteren Bildungsweg unverzichtbar sind. Die vorliegenden Bildungspläne für die Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe beschreiben die Standards für das Ende des Bildungsganges und damit benennen sie die Anforderungen für die Abiturprüfung in den benannten Kompetenzbereichen.

Mit den Bildungsplänen werden durch die Standards die Voraussetzungen geschaffen, ein klares Anspruchsniveau an der Einzelschule und den Schulen der Freien Hansestadt Bremen zu schaffen. Gleichzeitig erhalten die Schulen Freiräume zur Vertiefung und Erweiterung der zu behandelnden Unterrichtsinhalte und damit zur thematischen Profilbildung, indem die Vorgaben der Bildungspläne sich auf die zentralen Kompetenzen beschränken.

## 1. Aufgaben und Ziele

Der Bildungsplan orientiert sich an drei Grundprinzipien der Gymnasialen Oberstufe und des Abiturs: vertiefte allgemeine Bildung, Wissenschaftspropädeutik und Studierfähigkeit. Vertiefte chemiebezogene Bildung drückt sich in einer qualitativen Erhöhung des Reflexionsgrades durch erweiterte methodische Fähigkeiten sowie ein breiteres und tieferes fachliches Wissens aus. Wissenschaftspropädeutik besteht in der Heranführung an Ziele, Methoden und Techniken wissenschaftlichen Arbeitens sowie ihrer Erprobung in ausgewählten chemiebezogenen Kontexten. Trotz der curricularen Bezüge zwischen dem Unterrichtsfach Chemie in der Oberstufe und dem Studienfach Chemie und verwandter Fächer darf der Unterricht dabei nicht als vereinfachtes Abbild der wissenschaftlichen Ausbildung gestaltet werden. Beiträge zur Studierfähigkeit leistet der Chemieunterricht durch seine Orientierung auf systematisches Denken und Problemlösen, seine Orientierung auf allgemeinbildende prozessbezogene Kompetenzen und den Erwerb anschlussfähiger Kenntnisse und Fertigkeiten, die für eine Vielzahl beruflicher und universitärer Ausbildungen wichtige Voraussetzungen liefern. Er stellt aber auch ein Orientierungswissen für viele berufliche Felder bereit, die vordergründig nicht mit der Chemie in unmittelbarem Zusammenhang stehen.

Die Schülerinnen und Schüler befassen sich mit jenen Aspekten, die das Wesen der Chemie und des Faches Chemie charakterisieren:

- Stoffe, ihre Eigenschaften und die durch ihre Struktur-Eigenschafts-Beziehungen begründeten Verwendungsmöglichkeiten
- chemische Reaktionen, deren submikroskopische Deutung bis hin zur Betrachtung von Reaktionsmechanismen, kinetischen und energetischen Aspekten sowie einem Verständnis des chemischen Gleichgewichts
- praktische analytische und synthetische Arbeitsweisen der Chemie
- Zusammenhänge zwischen Chemie, Lebenswelt/Technik und Gesellschaft, insbesondere die Betrachtung ökologischer und sozio-ökonomischer Auswirkungen chemischer Prozesse und moderner Technologien unter den Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung und mit Blick auf die wesentlichen globalen und regionalen Herausforderungen unserer Zeit

Der angestrebte Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler wird durch die Einbeziehung relevanter Kontexte erreicht. Sie sind Ausgangspunkt für weiterführende Fragestellungen, motivieren zu eigenständigem Erforschen, stellen mögliche Anwendungsbereiche der Chemie dar und regen zur Abschätzung der Folgen gegenwärtiger und zukünftiger chemisch-technischer Entwicklungen an.

## 2. Themen und Inhalte

Der Bildungsplan für die Qualifikationsphase im Fach Chemie für das Land Bremen ist modular aufgebaut. Er beschreibt in elf Themenbereichen obligatorisch zu vermittelnde Fachinhalte, im Grundkurs davon sieben, im Leistungskurs neun. Die im weiteren Verlauf vorgenommene Auflistung der Themenbereiche stellt dabei ausdrücklich keine Vorgabe für die Reihenfolge der Behandlung im Unterricht dar. Zusätzlich werden für jeden Themenbereich verschiedene Zugangswege, Anwendungsgebiete und Vertiefungen beschrieben, die ein Erreichen der obligatorischen Kompetenzen, die zu jedem Themenbereich im folgenden Abschnitt ausgeführt sind, ermöglichen. Die Auswahl, aber auch die Ausgestaltung dieser Zugänge, Anwendungen und Vertiefungen führt durch Beschluss der Fachkonferenz zu Schwerpunktsetzungen der Schule.

Im Unterricht ist jeder Themenbereich ausgehend von **mindestens einem** der benannten Zugangswege, Anwendungsgebiete bzw. Vertiefungsbereiche zu behandeln. Die Zugangswege, Anwendungsgebiete und Vertiefungsbereiche geben dem Unterricht die Möglichkeit, sich an technischen Anwendungen, lebensweltlichen Fragestellungen, der Wissenschaftsgeschichte oder auch vertieften theoretischen Betrachtungen auszurichten.

Neben den fachinhaltlichen Kompetenzen weist der Bildungsplan im folgenden Abschnitt eine Reihe themenübergreifender fachmethodischer Kompetenzen aus, die über die Gesamtheit aller Themenbereiche obligatorisch zu vermitteln sind. Der Unterricht ist so zu gestalten, dass die Behandlung der Fachinhalte, Kompetenzen und der themenübergreifenden fachmethodischen Kompetenzen zusammen mit den ausgewählten Zugangswegen, Anwendungsgebieten bzw. Vertiefungsbereichen eine inhaltliche Einheit darstellen. Durch diese ist sicherzustellen, dass über die Zeit der Qualifikationsphase alle themenübergreifenden fachmethodischen Kompetenzen erreicht werden.

Die Differenzierung zwischen Grund- und Leistungskursen geschieht einerseits dahingehend, dass nach Maßgabe der Fachkonferenz im Leistungskurs zwei Themenbereiche mehr zu behandeln sind. Andererseits legt die Fachkonferenz für den Leistungskurs ein breiteres Spektrum an Zugängen, Anwendungen und Vertiefungen für die dort zu unterrichtenden Themenbereiche fest. Durch die Auswahl der Zugänge, Anwendungen und Vertiefungen setzt die Fachkonferenz inhaltlich unterschiedliche Schwerpunkte für den Grund- und Leistungskurs. Bei der Auswahl und Ausgestaltung des Unterrichts soll dem höheren Anspruch und der größeren theoretischen Orientierung im Leistungskurs Rechnung getragen werden.

## Themenbereich 1: Grundlagen des chemischen Gleichgewichts

### **Sachinhalte**

- Grundphänomene periodischer Bewegungsabläufe
- Beschreibende Größen Amplitude, Frequenz, Periodendauer, Elongation
- Hin- und Rückreaktion
- Dynamisches Gleichgewicht
- Konzentrations-Zeit-Diagramm
- Gleichgewichtskonzentration
- Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtskonstante
- Prinzip von Le Chatelier

### **Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen**

- Gleichgewichte in großtechnischen Synthesen (z.B. Haber-Bosch-Verfahren, Ostwald-Verfahren, Kontakt-Verfahren oder Hochofenprozess)
- Globale Gleichgewichte und Klimawandel (Kohlenstoffkreislauf, Kohlenstoffdioxidsenken, Fließgleichgewicht, anthropogene Kohlenstoffdioxidemission, Treibhauseffekt)
- Prinzipien nachhaltiger Chemie (Geschlossene Stoffkreisläufe, Green Chemistry, Abfallvermeidung, Prozessoptimierung, Energieeffizienz)
- Modellierung chemischer Gleichgewichte (Modelle des Gleichgewichts, Simulation, Modellrechnungen)
- Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes auf Löslichkeitsprozesse (Löslichkeitsgleichgewicht, Löslichkeitsprodukt)

## Themenbereich 2: Protolysegleichgewichte

### **Sachinhalte**

- Brönsted Säure-Base-Konzept
- Protolysegleichgewicht
- Korrespondierendes Säure-Base-Paar
- Autoprotolyse, Ionenprodukt des Wassers, pH-Wert
- Säurestärke und Basenstärke
- Titrationskurve und Äquivalenzpunkt

### **Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen**

- Säure-Base-Reaktionen in Salzlösungen (z.B. Ionenaustauschergleichgewichte, Festkörpersäuren, Zeolithe, Wasserenthärtung)
- Quantitative Bestimmungen von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (z.B. Säure- bzw. Base-Bestimmung in Reinigungs- oder Lebensmitteln)
- Biologisch und ökologisch bedeutsame Puffersysteme (z.B. Blutpuffer, Bodenpuffer oder Pufferwirkung des Meerwassers)

- Mathematische Beschreibung von Puffersystemen (z.B. Essigsäure-Acetat-Puffer, Henderson-Hasselbalch-Gleichung)
- Verschiedene Theorien der Säure-Base-Chemie im Vergleich (Historische Bedeutung und Vergleich der Säure-Base-Theorien von z.B. Lavoisier, Arrhenius/Ostwald, Brönsted/Lowry und Lewis)

### **Themenbereich 3: Reaktionskinetik und Katalyse**

#### ***Sachinhalte***

- Reaktionsgeschwindigkeit, Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit
- Konzentrations-Zeit-Verläufe
- Aktivierungsenergie
- Stoßtheorie
- Maxwell-Boltzmann-Verteilung
- RGT-Regel
- Homogene und heterogene Katalyse

#### ***Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen***

- Experimentelle Verfahren zur kinetischen Verfolgung von chemischen Reaktionen (z.B. Volumetrie, Gravimetrie, Photometrie, Leitfähigkeitsmessung, Titrationsen)
- Aufklärung von Reaktionsmechanismen über kinetische Messungen (z.B. SN<sub>1</sub>- und SN<sub>2</sub>-Reaktion, Molekularität und Reaktionsordnung)
- Katalyse in industriellen Verfahren (z.B. Ammoniak-Synthese, Ostwald-Verfahren, Fetthärtung, Kontaktverfahren, katalytisches Cracken, katalytische Hydrierung oder Reformieren)
- Enzymatische Katalyse (aktives Zentrum, Schlüssel-Schloss-Modell, Substratspezifität, Temperaturoptimum)
- Technische Katalyse durch Säuren und Basen (z.B. Veresterung und Verseifung, Festkörpersäure-Katalysatoren, MTBE-Synthese oder Biodiesel-Herstellung)

### **Themenbereich 4: Energetik**

#### ***Sachinhalte***

- Innere Energie
- Offene, geschlossene und isolierte Systeme
- Satz von Hess
- Reaktionsenthalpie
- Bildungsenthalpie
- Bindungsenthalpie
- Exergonische, endergonische Vorgänge
- Entropie
- Hauptsätze der Thermodynamik



**Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen**

- Experimentelle Ermittlung von Enthalpien (Kalorimetrie, z.B. Lösungs-, Schmelz-, Neutralisations- oder Verbrennungsenthalpien)
- Energetische Betrachtung verschiedener Brennstoffe (Verbrennungsenthalpien fossiler und nachwachsender Brennstoffe, ökologisch-ökonomische Bewertung verschiedener Energieträger)
- Energiehaushalt der Erde (Energieeinstrahlung und -ausstrahlung, Wechselwirkung von Energie und chemischen Bindungen, Auswirkungen energetischer Aspekte auf das Klima, Treibhauseffekt)
- Anwendung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung (Gibbs-Helmholtz-Gleichung, Verhältnisse von Enthalpie und Entropie bei verschiedenen exergonischen und endergonischen Prozessen, Einfluss der Temperatur)
- Betrachtung energetischer Aspekte anhand von Lebensmitteln (Brennwerte und Energiegehalt von z.B. fetthaltigen und kohlenhydratreichen Lebensmitteln, kritische Diskussion verschiedener Lebensmittel, z.B. von Light-Produkten)

**Themenbereich 5: Elektrochemie****Sachinhalte**

- Halbzelle, galvanische Zelle, Elektrolysezelle
- Elektrochemisches Potenzial
- Spannungsreihe
- Normalwasserstoffelektrode, Standardpotenzial
- Nernst-Gleichung
- Alkali-Mangan-Zelle und Blei-Akkumulator

**Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen**

- Moderne Batterien im Alltag (z.B. Zink-Luft- oder Lithium-Batterien)
- Moderne Akkumulatoren (z.B. Nickel-Metallhydrid-Akkumulator oder Lithium-Ionen-Akkumulator)
- Messung energetischer Größen mit Hilfe der Elektrochemie (z.B. Bestimmung der freien Reaktionsenthalpie aus elektrochemischen Daten)
- Brennstoffzellen für Fahrzeugantriebe (z.B. Wasserstoff- und Methanol-Brennstoffzelle, Wasserstoffauto, technisch-ökologische Bewertung)
- Elektrochemische Verfahren in der Industrie (z.B. Aluminiumherstellung, Kupferraffination und Kupferrecycling, Galvanisieren, Eloxieren)

## Themenbereich 6: Aromatische Verbindungen

### **Sachinhalte**

- Benzol
- Mesomerie
- Aromatizität
- elektrophile aromatische Substitution

### **Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen**

- Acetylsalicylsäure  
(Struktur des Acetylsalicylsäure-Moleküls, Synthese von Acetylsalicylsäure, Wirkung, Geschichte und Anwendungen eines Medikaments)
- Aromatische Systeme in Farbstoffmolekülen  
(z.B. Indigo oder Triphenylmethanfarbstoffe)
- Risiken aromatischer Verbindungen  
(Gesundheitliche Risiken von Benzol und ausgewählten aromatischen Verbindungen, Risikoabschätzung)
- Mechanistische Betrachtung der Erst- und Zweitsubstitution an Benzolderivaten  
(Mechanismus der Erst- und Zweitsubstitution, induktiver und mesomerer Effekt, Substituenten 1. und 2. Ordnung, ortho-, meta- und para-Stellung)
- Erklärung der Molekülstruktur des Benzols mit dem Orbital-Modell  
(Orbitale, Hybridisierung,  $\sigma$ - und  $\pi$ -Bindung)

## Themenbereich 7: Kohlenhydrate

### **Sachinhalte**

- Mono-, Di- und Polysaccharide
- Aldosen und Ketosen
- Fischer-Projektion
- Haworth-Projektion
- Glykosidische Bindung
- Nachweisreaktionen der Kohlenhydrate

### **Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen**

- Treibstoffe aus Kohlenhydraten  
(z.B. Bioethanol, BTL-Kraftstoff, ökonomische und ökologische Bewertung)
- Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe  
(z.B. Fructose, Sorbit, Cyclamat, Saccharin, Aspartam, Süßkraft, Bewertung von Nutzen und Risiken)
- Strukturchemie der Kohlenhydrate  
(Stereochemie der Kohlenhydrate, Mutarotation)
- Biotechnologisch relevante Kohlenhydrate  
(z.B. Cyclodextrine, Kohlenhydratklebstoffe, Polymere auf Kohlenhydratbasis, Chitosan)

- Kohlenhydrate im globalen Kohlenstoffkreislauf (Auf- und Abbau von Kohlenhydraten durch Organismen, Kohlenhydrate als Kohlenstoffspeicher, Klimawandel)

## **Themenbereich 8: Aminosäuren, Peptide, Proteine**

### ***Sachinhalte***

- Aminosäuren und Proteine
- Peptidbindung
- Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur
- Denaturierung
- Zwitterion
- Chiralität und optische Aktivität
- D- und L-Form
- Nachweisverfahren

### ***Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen***

- Enzyme und Hormone (Struktur-Wirkungsprinzip, Substrat- und Reaktionsspezifität, chemische Interaktion zwischen Enzym und Substrat bzw. Hormon und Wirkort)
- Proteine in Organismen (z.B. Faserproteine, Motorproteine, Prionen)
- Biotechnologische oder lebensmitteltechnische Anwendungen (z.B. Muschelkleber, Spinnenseide, Vergleich von Biopolymeren mit Kunststoffen, Aromen und Geschmacksverstärker, Collagen, Gelatine)
- Untersuchung von Aminosäurelösungen (z.B. Titration von Aminosäurelösungen, isoelektrischer Punkt, elektrophoretische oder dünnschichtchromatische Trennverfahren)
- Anwendungen der Stereochemie (z.B. Contergan, Milchsäure, Weinsäure, Konzentrationsbestimmung durch Polarimetrie)

## **Themenbereich 9: Fette und Seifen**

### ***Sachinhalte***

- Fette
- Gesättigte und ungesättigte Fettsäuren
- Fetthärtung
- Seifen
- Anionische, kationische, amphotere und nichtionische Tenside
- Grenzflächenaktivität
- Micellenbildung

**Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen**

- Fette und ihre Bedeutung für das Leben  
(Entstehung und Gewinnung der Fette, Brennwert, Fettoxidation, Bestimmung und Vergleich des Fettgehalts von Lebensmitteln, Cholesterin, trans-Fettsäuren)
- Fette als nachwachsende Rohstoffe  
(Pflanzenöl als Kraftstoff, Biodiesel, Umesterung, Ökobilanz)
- Charakterisierung von Fetten  
(z.B. Säurezahl, Esterzahl, Verseifungszahl, Iodzahl)
- Moderne Waschmittel und ihre Inhaltsstoffe  
(waschaktive Substanzen, Enthärter, Bleichmittel, optische Aufheller, Enzyme, Umweltauswirkungen)
- Technische Anwendungsgebiete von Tensiden  
(z.B. Emulgatoren in Lebensmitteln und Kosmetika, Benetzungs-, Emulgier- und Dispergiervermögen)

**Themenbereich 10: Kunststoffe****Sachinhalte**

- Kunststoffe
- Monomere und Polymere
- Polymerisation, Polyaddition, Polykondensation
- Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere
- Kunststoffrecycling

**Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen**

- Struktur und Bildung wichtiger Polykondensate  
(z.B. Nylon, Bakelit, Makrolon, Epoxidharze, Mechanismus wichtiger Polykondensationen oder Polyadditionen)
- Herstellung und Verwendung moderner Kunststoffe  
(z.B. PVC, Copolymere, elektrisch leitfähige Kunststoffe, Polymerlegierungen, biologisch abbaubare Kunststoffe, Additive: Weichmacher, Farbstoffe, Füllstoffe usw., technisch-ökologische Bewertungen und gesundheitliche Risiken)
- Vom Kautschuk zum Gummi  
(Naturkautschuk, Synthetikautschuk, Vulkanisation, industrielle Bedeutung)
- Klebstoffe  
(Klebstoffarten, Wirkungsweise, Adhäsion, Kohäsion, Abbindemechanismen, Anwendungsgebiete und Art der Anforderungen)
- Silicone  
(Herstellung und Struktur, Eigenschaften und Anwendungsgebiete, Siliconöle, -harze und -kautschuke)

**Themenbereich 11: Farbstoffe****Sachinhalte**

- Farbstoffe

- Elektromagnetisches Spektrum, Absorptionsspektrum
- Farbmischung, Komplementärfarbe
- Mesomerie
- Chromophore
- Auxochromes, antiauxochromes Verhalten

### ***Zugangswege/Anwendungsbereiche/Vertiefungen***

- Synthese von Farbstoffen  
(z.B. elektrophile aromatische Zweitsubstitution oder Azokupplung)
- Färben von Textilien  
(Küpenfärbung, Entwicklungsfärbung oder Direktfärbung)
- Pigmentfarbstoffe  
(anorganische Pigmente, organische Pigmente, Lacke)
- Indikatorfarbstoffe  
(Säure-Base-Indikatoren, Redox-Indikatoren)
- Farbstoffe in Lebensmitteln  
(natürliche und synthetische Farbstoffe, Bewertung von Nutzen und Risiken)

### 3. Standards

In den Standards werden die Kompetenzen beschrieben, die Schülerinnen und Schüler am Ende der Qualifikationsphase im Gymnasium erworben haben sollen. Die Kompetenzen legen die Anforderungen im Fach Chemie fest.

Die Standards gliedern sich nach *themenbezogenen fachlichen Kompetenzen* und *themenübergreifenden fachmethodischen Kompetenzen*, die über die Gesamtheit aller Themenbereiche zu vermitteln sind. Die Standards beschreiben den Kern der fachbezogenen Anforderungen. Der Unterricht ist nicht auf ihren Erwerb beschränkt, er soll es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, darüber hinausgehende Kompetenzen zu erwerben, weiterzuentwickeln und zu nutzen.

Der Bildungsplan des Landes Bremen für die Qualifikationsphase im Fach Chemie sieht für die oben benannten elf Themenbereiche unterschiedliche *themenbezogene fachliche Kompetenzen* vor. Wie oben bereits ausgeführt, wählt die Fachkonferenz für den Leistungskurs neun der elf und für den Grundkurs sieben der elf Themenbereiche aus. Dadurch festgelegt sind entsprechend auch die *themenbezogenen fachlichen Kompetenzen* aus dem folgenden Katalog, die zu erreichen sind.

Darüber hinaus stellt die Fachkonferenz sicher, dass durch die Auswahl der Zugangswege, Anwendungsgebiete und Vertiefungen auch die zehn unter 3.2 aufgeführten *themenübergreifenden fachmethodischen Kompetenzen* vermittelt werden. Dabei ist dem höheren Anspruch und der größeren theoretischen Orientierung im Leistungskurs Rechnung zu tragen.

#### 3.1 Themenbezogene fachliche Kompetenzen

##### Grundlagen des chemischen Gleichgewichts

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen als eine Ursache für unvollständigen Stoffumsatz darstellen,
- erläutern, dass das chemische Gleichgewicht ein stabiles dynamisches Gleichgewicht ist, bei dem die Geschwindigkeiten der Hin- und der Rückreaktion gleich groß sind und die Stoffmengenkonzentrationen konstant bleiben,
- Möglichkeiten der Beeinflussung von Gleichgewichtslagen durch Variation von Reaktionsbedingungen erklären,
- das Massenwirkungsgesetz auf Gasgleichgewichte und Gleichgewichte in wässrigen Lösungen anwenden und die Lage von Gleichgewichten berechnen.

##### Protolysegleichgewichte

Die Schülerinnen und Schüler können

- Säure-Base-Reaktionen als reversible Protolysereaktionen erklären, indem sie das Brönstedtsche Säure-Base-Konzept auf Protolysegleichgewichte in wässrigen Lösungen anwenden,
- das Massenwirkungsgesetz auf Protolysegleichgewichte anwenden,

- die unterschiedliche Stärke von Säuren und Basen auf der Teilchenebene begründen und mathematisch beschreiben,
- durch Titration Stoffmengen bzw. Stoffmengenkonzentrationen von Säuren und Basen bestimmen.

### **Reaktionskinetik und Katalyse**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionen hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes charakterisieren, Reaktionsgeschwindigkeiten bestimmen,
- Konzentrations-Zeit-Verläufe aus experimentellen Daten darstellen und interpretieren,
- den Zusammenhang zwischen Temperatur und Reaktionsgeschwindigkeit qualitativ und quantitativ beschreiben und auf der Teilchenebene erklären,
- die Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit durch Katalysatoren erklären und anhand ausgewählter Beispiele darstellen.

### **Energetik**

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Gesetzmäßigkeiten von Enthalpieänderungen erklären,
- Reaktions- und Bildungsenthalpien berechnen,
- die Rolle der Entropie für die Freiwilligkeit einer Reaktion erkennen und die freie Enthalpie einer chemischen Reaktion berechnen,
- die Bedeutung der Hauptsätze der Thermodynamik darstellen.

### **Elektrochemie**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Aufbau und Funktion von galvanischen und Elektrolyse-Zellen an ausgewählten Beispielen erläutern und schematisch darstellen,
- Verfahren zur Messung von elektrochemischen Potenzialen beschreiben und anwenden,
- die Konzentrationsabhängigkeit des elektrochemischen Potentials erklären und elektrochemische Potentiale von Halbzellen und galvanischen Zellen berechnen,
- den Aufbau und die Reaktionen der Alkali-Mangan-Zelle und des Blei-Akkumulators schematisch darstellen und erläutern.

### **Aromatische Verbindungen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- das besondere Verhalten aromatischer Verbindungen im Vergleich zu aliphatischen Verbindungen beschreiben und durch die Struktur und Bindungsverhältnisse im Benzol mit dem Mesomeriemodell erklären,
- wichtige aromatische Verbindungen aus dem Alltag und der industriellen Chemie benennen und Unterschiede zwischen diesen Verbindungen im Verhalten erklären,

- die zentrale Stellung der aromatischen Verbindungen für Kernbereiche der industriellen Chemie beschreiben und an ausgewählten Beispielen darstellen,
- typische Reaktionen aromatischer Verbindungen und typische Reaktionsbedingungen für einfache Beispiele beschreiben.

### **Kohlenhydrate**

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Entstehung der Kohlenhydrate in Organismen und die Bedeutung der Kohlenhydrate als Rohstoffe für industrielle Produkte und zur Energiebereitstellung beschreiben,
- die Strukturen der Mono- und Disaccharide anhand der funktionellen Gruppen und Bindungen erklären und hieraus die Eigenschaften dieser Verbindungen ableiten,
- die Strukturen und Eigenschaften von Polysacchariden erklären und vergleichen.
- mit Hilfe von Nachweisreaktionen Kohlenhydrate auf ihre reduzierende bzw. nicht reduzierende Wirkung überprüfen.

### **Aminosäuren, Peptide, Proteine**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Strukturen und Eigenschaften der biogenen Aminosäuren sowie ausgewählter Polypeptide und Proteine darstellen,
- Bedeutung und Vorkommen ausgewählter Aminosäuren, Polypeptide und Proteine beschreiben,
- Nachweisverfahren für Aminosäuren durchführen,
- ausgewählte Aspekte der Stereochemie auf den Bereich der Aminosäuren, Peptide und Proteine anwenden.

### **Fette und Tenside**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Methoden der Fettgewinnung beschreiben und praktisch durchführen,
- wichtige Eigenschaften der Fette durch ihre molekulare Struktur erklären,
- das Verfahren der Fetthärtung mittels Hydrierung als Additionsreaktion verallgemeinern,
- die Seifengewinnung aus Fetten als Hydrolyse erklären,
- Tenside anhand ihrer Struktur in Tensidklassen einordnen,
- das Verhalten der Tenside in wässriger Lösung und die Waschwirkung erklären.

### **Kunststoffe**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Kunststoffe anhand ihrer Strukturen und Eigenschaften ordnen,
- die Entstehung wichtiger Kunststoffe über Reaktionen der Polymerisation, Polyaddition und Polykondensation erklären,
- den Mechanismus der radikalischen Polymerisation erklären,



- werkstoffliche, rohstoffliche und energetische Kunststoffverwertung beschreiben und diese Verfahren hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile erörtern.

### **Farbstoffe**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Farbigkeit als Wechselwirkung von Strahlung und Materie erklären,
- die Strukturen ausgewählter Farbstoffe darstellen und erläutern,
- die Eigenschaften wichtiger organischer Farbstoffe über das Mesomeriemodell erklären,
- an Beispielen ausgewählter natürlicher und synthetischer Farbstoffe deren Vorkommen und Verwendung erläutern.

## **3.2 Themenübergreifende fachmethodische Kompetenzen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- die besondere Stellung der Chemie als Wissenschaft, auch im Hinblick auf das Verhältnis zu den anderen Naturwissenschaften, beschreiben und mit Blick auf wichtige Anwendungen explizit diskutieren,
- chemische Untersuchungen und Experimente eigenständig planen, durchführen, auswerten und deuten,
- entlang ausgewählter Anwendungen sozio-ökonomische und ökologische Auswirkungen chemisch-technischer Entwicklungen beschreiben und mit dem Blick auf die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung einordnen und bewerten,
- die besondere Stellung der Chemie und der chemischen Technik für die Wertschöpfung in einer modernen Industriegesellschaft anhand ausgewählter technischer Prozesse einordnen und bewerten,
- Möglichkeiten und Grenzen der modernen Chemie zur Lösung wichtiger – insbesondere globaler – Umweltprobleme erkennen und ausgewogen diskutieren,
- Möglichkeiten und Grenzen chemischer Nachweisverfahren diskutieren und im Hinblick auf die Lösung alltagsorientierter Fragestellungen bewerten,
- am Beispiel ausgewählter Fragestellungen den historischen Gang der Erkenntnisgewinnung in der Naturwissenschaft Chemie beschreiben und vor dem Hintergrund des heutigen Theorieverständnisses einordnen und bewerten,
- fundamentale Grundgedanken des Denkens in Systemen, die dynamischen Steuerungs- und Ausgleichsprozessen unterliegen, als wesentliches Element des chemischen Denkens beschreiben und auf verschiedene Beispiele anwenden,
- fundamentale Grundgedanken des Struktur-Wirkungsdenkens als wesentliches Element des chemischen Denkens darstellen und auf verschiedene Beispiele als explizites Erklärungsmuster anwenden,
- die Unterschiedlichkeit im qualitativen, halb-quantitativen und quantitativen Arbeiten als wesentliches Element des chemischen Denkens darstellen und für ausgewählte Fragestellungen das richtige Vorgehen auswählen.

## 4. Leistungsbewertung

Die Dokumentation und Beurteilung der individuellen Entwicklung des Lern- und Leistungsstandes der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt nicht nur die Produkte, sondern auch die Prozesse schulischen Lernens und Arbeitens. Leistungsbewertung dient der Rückmeldung für Schülerinnen und Schüler, Erziehungsberechtigte und Lehrkräfte. Sie ist eine Grundlage verbindlicher Beratung sowie der Förderung der Schülerinnen und Schüler. Zu unterscheiden sind Lern- und Leistungssituationen. Fachliche Fehler in Lernsituationen werden als Quelle für die fachliche Weiterentwicklung angesehen, beurteilt wird in Lernsituationen die Intensität einer konstruktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Fehlern. In Leistungssituationen hingegen gehen Quantität und Qualität fachlicher Fehler direkt in die Leistungsbeurteilung ein.

Grundsätze der Leistungsbewertung:

- Bewertet werden die im Unterricht und für den Unterricht erbrachten Leistungen der Schülerinnen und Schüler.
- Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie sie in den „Anforderungen“ (Standards) beschrieben sind.
- Leistungsbewertung muss für Schülerinnen und Schüler sowie Erziehungsberechtigte transparent sein, die Kriterien der Leistungsbewertung müssen zu Beginn des Beurteilungszeitraums bekannt sein.
- Die Kriterien für die Leistungsbewertung und die Gewichtung zwischen den Beurteilungsbereichen werden in der Fachkonferenz festgelegt.

Die beiden notwendigen Beurteilungsbereiche sind:

1. Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht und ihnen gleichgestellte Arbeiten
2. Laufende Unterrichtsarbeit

Bei der Festsetzung der Noten werden zunächst für die beiden Bereiche Noten festgelegt, danach werden beide Bereiche angemessen zusammengefasst. Die Noten dürfen sich nicht überwiegend auf die Ergebnisse des ersten Beurteilungsbereichs stützen.

### *Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht*

Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht dienen der Überprüfung der Lernergebnisse eines Unterrichtsabschnittes. Weiter können sie zur Unterstützung kumulativen Lernens auch der Vergewisserung über die Nachhaltigkeit der Lernergebnisse zurückliegenden Unterrichts dienen. Sie geben Aufschluss über das Erreichen der Ziele des Unterrichts.

### *Laufende Unterrichtsarbeit*

Dieser Beurteilungsbereich umfasst alle von den Schülerinnen und Schülern außerhalb der schriftlichen Arbeiten unter Aufsicht und den ihnen gleichgestellten Arbeiten erbrachten Unterrichtsleistungen wie

- mündliche und schriftliche Mitarbeit,
- Mitarbeit und Qualität der Arbeit im Rahmen praktischer Arbeiten (z.B. experimentieren, protokollieren, untersuchen),
- Arbeitsprodukte aus dem Unterricht wie Lerntagebücher oder Portfolios,
- Hausaufgaben,
- längerfristig gestellte häusliche Arbeiten (z.B. Referate oder kleinere Facharbeiten),
- Gruppenarbeit und Mitarbeit in Unterrichtsprojekten (Prozess - Produkt - Präsentation).

## Anhang

### Liste der Operatoren für die naturwissenschaftlichen Fächer

Die in den zentralen schriftlichen Abituraufgaben, den Klausuren und im Unterricht verwendeten Operatoren (Arbeitsaufträge) werden in der folgenden Tabelle definiert und inhaltlich gefüllt.

Operator	Task/Operational terms	Definition
Ableiten	deduce / infer	Auf der Grundlage wesentlicher Merkmale sachgerechte Schlüsse ziehen
Abschätzen	estimate	Durch begründete Überlegungen Größenordnungen physikalischer Größen angeben
Analysieren Untersuchen	analyse / examine	Wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin ausarbeiten „Untersuchen“ beinhaltet gegebenenfalls zusätzliche praktische Anteile
Angeben Nennen	list / state / name	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterung aufzählen
Anwenden	apply	Einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
Aufbauen (Experimente)	set up	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
Auswerten	evaluate	Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen
Begründen	give reasons	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen
Berechnen Bestimmen	calculate	Mittels Größengleichung eine biologische, chemische oder physikalische Größe ermitteln
Beschreiben	describe	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
Bestätigen oder Verwerfen	accept / verify or reject	Die Gültigkeit einer Aussage, z.B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung oder eines Naturgesetzes durch ein Experiment verifizieren
Beurteilen	assess / judge	Zu einem Sachverhalt ein selbständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
Bewerten	rate	Einen Gegenstand (Sachverhalt, Methode, Ergebnis etc.) an erkennbaren Wertekategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
Darstellen	present / demonstrate / show	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Bezüge strukturiert in angemessenen Kommunikationsformen (ggf. graphisch) wiedergeben

Operator	Task/Operational terms	Definition
Diskutieren Erörtern	discuss	Im Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen bzw. Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen
Dokumenten- tieren	document	Alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen
Durchführen Messen (Experimente)	perform / carry out measure	Eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen bzw. Messungen vornehmen
Erklären	explain	Ausgehend von theoretischen Überlegungen (z.B. Regeln, Gesetze, Funktionszusammenhänge, Modelle, etc.) einen Sachverhalt unter Verwendung der Fachsprache verständlich darstellen
Erläutern	illustrate / elucidate	Einen Sachverhalt auf der Grundlage von Vorkenntnissen und eventuell gegebenem Material unter Verwendung der Fachsprache verständlich darstellen
Ermitteln	investigate / determine	Einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
Entwerfen Planen (Experimente)	develop / plan	Zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung oder Experimentieranleitung erstellen
Herleiten	derive	Aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine physikalische Größe freistellen
Hypothesen entwickeln, aufstellen	hypothesize / suggest a hypothesis	Begründete Vermutungen auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
Interpretie- ren	interpret	Ergebnisse bzw. kausale Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen
Skizzieren	sketch / outline	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert übersichtlich darstellen
Stellung nehmen	comment on	Zu einem Gegenstand, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Überprüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben
Strukturieren Ordnen	classify / sort / match	Vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren und hierarchisieren
Verallgemeinern	generalize	Aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
Vergleichen	compare	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln
(Über-)prüfen Testen	reconsider / check / test	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
Zeichnen	draw	Eine möglichst exakte graphische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
Zusammen- fassen	summarize	Das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen