

# Rahmenlehrplan Chemie

## BILDUNGSPLAN WIRTSCHAFTSGYMNASIUM



Freie und Hansestadt Hamburg  
Behörde für Bildung und Sport

Dieser Rahmenlehrplan ist Teil des Bildungsplans für das Wirtschaftsgymnasium.

Die Behörde für Bildung und Sport hat mit Beschluss der Deputation vom 09.06.2004 die Erprobung des Bildungsplans beschlossen.

Er ist erstmals verbindlich für den Unterricht der Schülerinnen und Schüler, die zum 01.08.2004 in die Vorstufe bzw. in das 1. Halbjahr der Studienstufe eintreten. Der Unterricht der Schülerinnen und Schüler, die zum 01.08.2004 in das 3. Halbjahr der Studienstufe eintreten, basiert ein weiteres Schuljahr auf den bis zum 01.08.2004 gültigen Plänen. Für das Abitur ab 2006 ist der am 09.06.2004 beschlossene Bildungsplan die Grundlage für die Aufgabenstellungen.

Der Bildungsplan besteht aus einem Teil A, dem „Bildungs- und Erziehungsauftrag“ für das neunstufige Gymnasium, und einem Teil B, den Rahmenlehrplänen der Fächer (§ 4 HmbSG).

## Impressum

### **Herausgeber:**

Freie und Hansestadt Hamburg  
Behörde für Bildung und Sport  
Amt für Bildung  
- Referat Berufliche Bildung -  
Hamburger Straße 131, 22083 Hamburg

Alle Rechte vorbehalten

**Referat:** Grundsatz- und Strukturangelegenheiten  
Michael Schopf (B 42-2)

**Geschäftsführung:** Anne Meyer  
Andreas Grell (B 42-72)

### **Referat Mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Unterricht**

**Referatsleitung:** Werner Renz

**Fachreferentin:** Beate Proll

**Redaktion:** Michael Plehn (Hauptredakteur)  
Frank Boehnke  
Kristof Dittrich  
Mechthild Doedens  
Marianne Hein (zeitweise)  
Volker Heldmann  
Dagmar Henkel  
Claudia Koerper  
Marlon Koerper  
Rainer Wagner

**Internet:** [www.bildungsplaene.bbs.hamburg.de](http://www.bildungsplaene.bbs.hamburg.de) oder [www.wibes.de](http://www.wibes.de)

**Hamburg 2004**

## Inhaltsverzeichnis

|       |                                                       |    |
|-------|-------------------------------------------------------|----|
| 1     | Ziele .....                                           | 5  |
| 2     | Didaktische Grundsätze .....                          | 7  |
| 3     | Inhalte .....                                         | 8  |
| 3.1   | Vorstufe .....                                        | 8  |
| 3.1.1 | Verbindliche Themenbereiche .....                     | 12 |
| 3.1.2 | Wahlthemenbereiche .....                              | 16 |
| 3.2   | Grundkurse der Studienstufe .....                     | 18 |
| 3.2.1 | Pflichtthemenbereich .....                            | 21 |
| 3.3   | Leistungskurse der Studienstufe .....                 | 28 |
| 3.3.1 | Pflichtthemenbereich .....                            | 31 |
| 3.4   | Wahlthemenbereich der Grund- und Leistungskurse ..... | 38 |
| 4     | Anforderungen und Beurteilungskriterien .....         | 39 |
| 4.1   | Anforderungen .....                                   | 39 |
| 4.1.1 | Vorstufe .....                                        | 40 |
| 4.1.2 | Grundkurse .....                                      | 41 |
| 4.1.3 | Leistungskurse .....                                  | 42 |
| 4.2   | Beurteilungskriterien .....                           | 44 |



# 1 Ziele

Im Mittelpunkt des Chemieunterrichts steht die entscheidende didaktische Aufgabe, die Schülerinnen und Schüler mit chemischen Konzepten, Modellen und Methoden vertraut zu machen, die notwendig sind, um ihre Lebenswelt durchschaubar und verstehbar zu machen.

Durch ein „Lernen im Kontext“, das an den lebensweltlichen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler ansetzt und diese zum Ausgangspunkt und Anlass für den Unterricht macht, erschließt der Chemieunterricht komplexe, z.T. fachübergreifend angelegte, aktuelle Fragestellungen, anhand derer die sinnstiftenden Beiträge der Chemie einsichtig werden und sich viele Sachstrukturen erarbeiten lassen.

## Chemie im Kontext

Die industrielle Anwendung der chemischen Forschung führt zu einer Sicherung unserer Lebensgrundlagen und zur Verbesserung von Lebensqualität. Der Chemieunterricht trägt durch geeignete Themenbereiche entscheidend dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler sowohl den Nutzen dieses Einsatzes als auch die Probleme wie zum Beispiel Rohstoffknappheit, Abfallbelastungen und Energieverbrauch erkennen. Durch die Berücksichtigung von Alltag-, Umwelt-, Technik- und Forschungsaspekten wird die Kritikfähigkeit der Lernenden im Hinblick auf eine Beurteilung der Anwendung chemischer Erkenntnisse gefördert. Der Chemieunterricht befähigt somit die Jugendlichen, am öffentlichen Diskurs und der Verständigung über Ziele, Wertsetzungen, Zwecke, Mittel, Methoden der Naturwissenschaften angemessen teilnehmen zu können.

Eine Ausrichtung des Unterrichts an „Kreisprozessen und Vernetzungen“ zeigt, dass ungestörte stoffliche Vorgänge in der Natur in Kreisprozessen verlaufen und eine Minimierung von Abfällen und Schonung unserer natürlichen Ressourcen von konstitutiver Bedeutung sind. Eine vernetzte Reaktionslenkung führt zu einer Verringerung von Stoffrestmengen. Durch das didaktische Prinzip „Denken in Kreisprozessen und Vernetzungen“ wird das Verantwortungsbewusstsein der Schülerinnen und Schüler für unsere Lebens- und Umweltwelt gefördert und weiterentwickelt.

## Kreisprozesse und Vernetzungen

Die Lernenden erhalten so oft wie möglich die Gelegenheit, zu experimentieren. Dabei erlernen die Jugendlichen den sachgerechten, sicheren und verantwortungsbewussten Umgang mit Geräten und Chemikalien. Durch das Planen, Durchführen und Auswerten von chemischen Experimenten lernen die Schülerinnen und Schüler einerseits die spezifischen Methoden der Chemie kennen, andererseits wird ihre Fähigkeit zur Selbstständigkeit und zur Selbstreflexion über die geleistete Arbeit gefördert.

## Experimente

Die Erarbeitung von Erkenntnissen, die über Kontexte erschlossen werden, erfordert eine Vernetzung und Abstraktion, um ein kontextunabhängiges Wissensfundament aufzubauen, das auch in neuen Situationen angewandt werden kann. Dies geschieht durch Entwicklung und Ausbau der zentralen chemischen Basiskonzepte:

## Erweiterung von Orientierungswissen

- Teilchenkonzept:

Vorstellung vom Aufbau der Materie auf Teilchenebene, Interpretation von Wechselwirkungen und Teilchenverbänden durch differenzierte Betrachtungen der Grenztypen der chemischen Bindung, Anwenden von Modellen chemischer Bindungen zur Erklärung für die Vielfalt der Stoffe, Deuten chemischer Reaktionen auf der Teilchenebene, Entwicklung eines räumlichen Vorstellungsvermögens im Bereich des Molekülbaus.

## Basiskonzepte

- Struktur-Eigenschafts-Konzept:

Schaffung von Basiswissen über die Strukturen ausgewählter anorganischer und insbesondere organischer Stoffe sowie einfacher Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

- Donator-Akzeptor-Konzept:

Erkennen und Anwenden des Donator-Akzeptor-Prinzips anhand von Beispielen (z.B. Aufstellen und Interpretieren von Redoxgleichungen, Säure-Base-Theorie nach Brönsted, Auxo- und Antiauxochrome in Farbstoffen).

- Gleichgewichtskonzept:

Anwenden des Prinzips der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, Herstellen von Beziehungen zwischen der Unvollständigkeit von Reaktionen, ihrer Beeinflussbarkeit und der möglichen Ausbeute (MWG), Erkennen von Stoffkreisläufen, Übertragen des Prinzips der Umkehrbarkeit auf elektrochemische Reaktionen.

- Energiekonzept:

Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz, Herstellen von Beziehungen zwischen elektrochemischen Reaktionen und energetischen Aspekten.

Diese Basiskonzepte werden an möglichst vielen Stellen des Unterrichts und aus unterschiedlichen Richtungen und Themenstellungen heraus gezielt aufgegriffen.

Die Entwicklung von Basiskonzepten verfolgt folgende Ziele:

- Förderung eines Konzeptverständnisses (Erarbeitung grundlegender Prinzipien),
- leichtere Weiterentwicklung und Verknüpfung von Wissen (horizontale Vernetzung),
- Aufbau eines strukturierten Wissens (vertikale Vernetzung),
- Anwendung des strukturierten Wissens zur horizontalen fächerübergreifenden Verknüpfung.

**Berufsorientierung**

Der Chemieunterricht fördert durch die Thematisierung der Berufs- und Arbeitswelt und Realbegegnungen die berufliche Orientierung der Schülerinnen und Schüler und ihre Fähigkeit zur begründeten Planung des weiteren Lebensweges. Die Anforderungen eines Studiums der Chemie und die beruflichen Möglichkeiten nach Abschluss des Studiums werden den Schülerinnen und Schülern deutlich.

Der Chemieunterricht bietet in besonderer Weise die Möglichkeit, durch Exkursionen und Betriebsbesichtigungen, durch Universitätsbesuche, durch die Heranziehung von Experten, durch doppelqualifizierende Bildungsgänge (z.B. Abitur und Chemisch-Technische-Assistenz, CTA) die Jugendlichen angemessen über die beruflichen Perspektiven und Anforderungen zu informieren.

**Vorstufe**

Der Unterricht in der Vorstufe baut auf den Inhalten und Kenntnissen der anorganischen Chemie aus der Mittelstufe auf und erweitert sie um die Grundlagen der organischen Chemie. Er schafft die Voraussetzungen und liefert Ausblicke auf Grund- und Leistungskurse der Studienstufe und ermöglicht so eine differenzierte Kurswahl.

**Grundkurse**

Der Unterricht im Grundkurs Chemie soll in grundlegende Sachverhalte, Strukturen, Fragestellungen und Darstellungsformen der Fachwissenschaft einführen, dabei wesentliche Arbeitsmethoden erfahrbar machen, so dass Zusammenhänge im Fach und über die Fachgrenzen hinaus deutlich werden. Allerdings darf der Unterricht nicht allein die Fachwissenschaft ins Zentrum stellen oder Sachwissen anhäufen, sondern muss kontextorientiert die Stärkung allgemeiner Kompetenzen fördern, damit sich die Schülerinnen und Schüler als naturwissenschaftlich gebildete Menschen kompetent und konstruktiv in unsere Gesellschaft einbringen können.

**Leistungskurse**

Hingegen ist der Unterricht im Leistungskurs Chemie, ausgehend von relevanten Themen aus Alltag, Technik oder Umwelt, auf eine Beschäftigung mit wesentlichen Inhalten, Theorien und Modellen ausgerichtet, die eine vertiefte Beherrschung der fachlichen Arbeitsmittel und Methoden sowie ihre selbstständige Anwendung und Reflexion anstrebt. Leistungskurschülerinnen und -schüler werden exemplarisch an das wissenschafts-propädeutische Arbeiten herangeführt, allerdings ohne dass dabei durch extreme Spezialisierung Teilen eines Hochschulstudiums vorgegriffen wird.

## 2 Didaktische Grundsätze

Der Chemieunterricht bezieht die vielfältigen Lebens- und Erfahrungswelten der Schülerinnen und Schüler für die Auswahl und Gestaltung des Unterrichts ein. Er berücksichtigt die unterschiedlichen Zugangs- und Betrachtungsweisen der Jugendlichen, unterstützt die reflektierte Auseinandersetzung mit den eigenen Sichtweisen und fördert die Bereitschaft zum Wechsel der Perspektive.

**Pluralität der Lebens- und Erfahrungswelten**

Im Chemieunterricht üben die Schülerinnen und Schüler, Informationsgehalt, Intention und Argumentationsstruktur anspruchsvoller Texte zu erschließen und sie zeitökonomisch zu bearbeiten. Neben Texten in deutscher Sprache werden in angemessener Weise auch Texte in englischer Sprache eingesetzt.

**Entwicklung grundlegender Fähigkeiten und Fertigkeiten**

Der Chemieunterricht fördert die Fähigkeit zum Einsatz und zur Interpretation formalsprachlicher Mittel, Statistiken und mathematischer Modellierungen der fachlichen Inhalte und Theorien und stellt ein anschlussfähiges Wissen bereit.

Die Schülerinnen und Schüler erhalten immer wieder Gelegenheit, komplexe Zusammenhänge mündlich und schriftlich in unterschiedlichen Textsorten darzustellen. Die Lehrerinnen und Lehrer unterstützen sie durch gezielte Rückmeldungen darin, wichtige Arbeitsergebnisse mehrfach zu überarbeiten.

Die Ausdifferenzierung der allgemeinen sprachlichen Ausdrucksfähigkeit und der Fachsprache wird u.a. durch die Protokollierung von Schülerexperimenten, durch Arbeitsprozessberichte über eine Gruppenarbeit, durch eine angemessene Präsentation im Plenum (sprachlicher Vortrag, Anschaulichkeit, Verständlichkeit, Konzentration auf das Wesentliche, fachliche Richtigkeit, adressatenbezogen, Aktivierung der Zuhörer, Beantwortung von Fragen usw.) weiterentwickelt.

Im Unterricht werden elektronische Informations- und Kommunikationstechniken für den eigenen Lernprozess, zur Recherche, zur Kommunikation mit außerschulischen Partnern und zur Gestaltung und Präsentation von Arbeitsprodukten genutzt. Durch den Einsatz des Computers (z.B. zu Internetrecherchen bei Referaten, zur Messwerterfassung und Verarbeitung, zur Nutzung von Simulationsmodellen) erfahren die Lernenden, wie sie elektronische Informations- und Kommunikationstechniken sicher, zielgerichtet und angemessen für den eigenen Lernprozess und zur Gestaltung und Präsentation von Arbeitsprodukten nutzen können.

**Medien**

Neben den notwendigen Lehrgangs- und Trainingsphasen wählen Lehrerinnen und Lehrer solche Arbeits- und Sozialformen, die den Lernenden eigene Entscheidungsspielräume und Verantwortung einräumen und sie darin unterstützen, sich in selbstregulierten Lernprozessen mit dem Lerngegenstand und den eigenen Lernstrategien aktiv und reflektierend auseinander zu setzen.

**Selbstreguliertes Lernen**

Durch besondere Formen der Zusammenarbeit wird die Team-, Kooperations-, Kommunikationsfähigkeit und das Üben von Fairness in Konkurrenzsituationen weiterentwickelt.

Kooperatives Arbeiten, angefangen von der Arbeitsplanung bis hin zur Präsentation der gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse, versetzt die Schülerinnen und Schüler in die Lage, eigene Vorstellungen und Ideen zu Problemlösungen in der Diskussion mit anderen zu überprüfen und zu modifizieren.

Geeignete Methoden zur Förderung der Selbstständigkeit und Teamfähigkeit sind u. a. die Gruppenarbeit und das „Lernen an Stationen“. Hierbei werden die Schülerinnen und Schüler z.B. durch Planung und Durchführung einer Präsentation oder Vorbereitung einer Lernstation, durch Arbeitsteilung und Teamarbeit in der Gruppe, durch gemeinsames Erarbeiten von Bewertungskriterien für die Gruppenarbeit und ihre Präsentation, durch die Reflexion eigener und fremder Leistungen, durch die konstruktive Rückmeldung der Lehrerin oder des Lehrers gefördert.

**Forschendes Lernen**

Der Chemieunterricht bietet in besonderer Weise die Chance, die Lernenden in ein „forschendes Lernen“, das unterschiedliche Zugriffe, Lösungen und Gestaltungsmittel erlaubt, einzuführen. Dazu zählen neben dem Arbeiten mit fertigen Modellen besonders die Erarbeitung neuer Denkmodelle, die die Grenzen der bisherigen Vorstellungen überwinden, die eigenständige Konzeption von „Forschungsfragen“ und die experimentelle Überprüfung, das Literaturstudium, die Internetrecherche, die Teilnahme an Wettbewerben (z.B. „Jugend forscht“, „Chemie-Olympiade“) und die besondere Lernleistung.

### 3 Inhalte

**Themenbereiche und verbindliche Inhalte**

Der Chemieunterricht in der Sekundarstufe II folgt dem Prinzip der Kontextorientierung. Ein Abarbeiten von aus der reinen Fachsystematik abgeleiteten Themen entspricht ausdrücklich nicht diesem Ansatz. Stattdessen werden die chemischen Grundlagen anhand von anwendungs- und lebensbezogenen Themenbereichen im Unterricht realisiert. Diese bilden einen inhaltlichen Rahmen, zu deren Bearbeitung sowohl Inhalte und Methoden verschiedener chemischer Sachgebiete als auch Kenntnisse über die grundlegenden Basiskonzepte herangezogen werden. Dadurch werden die gesellschaftliche Bedeutung chemischer Produkte und Vorgänge deutlich gemacht und die fachlichen Grundlagen erfasst und vernetzt.

Die Pflicht- und Wahlthemenbereiche mit den verbindlichen Inhalten, Themen und Basiskonzepten sind in einer Übersicht dargestellt. In der Vorstufe und in der Studienstufe sind je zwei Themenbereiche verbindlich. Die Reihenfolge der Bearbeitung ist in der Vorstufe frei, jedoch ist sicherzustellen, dass die verbindlichen Inhalte bis zum Ende der Vorstufe unterrichtet worden sind. Die verbindlichen Themen des 1. und 2. Semesters der Studienstufe sind austauschbar.

#### 3.1 Vorstufe

Die Schülerinnen und Schüler bringen aufgrund ihrer Schullaufbahn aus der Sekundarstufe I unterschiedliche Kenntnisse über die Grundlagen der organischen Chemie mit. Der Chemieunterricht muss diese Unterschiede ausgleichen und die Vorkenntnisse festigen, um im Laufe der Vorstufe gesichertes Grundwissen über Aufbau und Eigenschaften von Kohlenwasserstoffen und Verbindungen mit einfachen sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen bereitzustellen.

**Verbindliche Themenbereiche**

Der verbindliche Themenbereich für den Chemieunterricht der Vorstufe ist in einem Halbjahr:

- **Erdöl als Energieträger und Rohstoff**  
mit den verbindlichen Themen:

**Benzin und Heizöl**

**Kunststoffe**

und im anderen Halbjahr:

- **Alkohole als Energieträger und Rohstoff**  
mit den verbindlichen Themen:

**Methanol und Ethanol**

**Essig.**

**Basiskonzepte**

Bei der Darstellung der Themen werden die verbindlichen Inhalte den entsprechenden Basiskonzepten zugeordnet (vergl. S. 6), sofern diese Ergänzung sinnvoll ist und keine Wiederholung darstellt. Diese Basiskonzepte sichern das Einordnen und Systematisieren der fachlichen Grundlagen.

Zu jedem Thema werden Beispiele für Schülerexperimente, projektorientiertes Arbeiten und fächerübergreifende Aspekte genannt. Diese Angaben erheben ausdrücklich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

**Schülerexperimente,  
Projekte, fächerüber-  
greifendes Arbeiten**

Je nach Interessenlage der Kursteilnehmer und verbleibender Zeit stehen die folgenden Wahlthemenbereiche zur Verfügung:

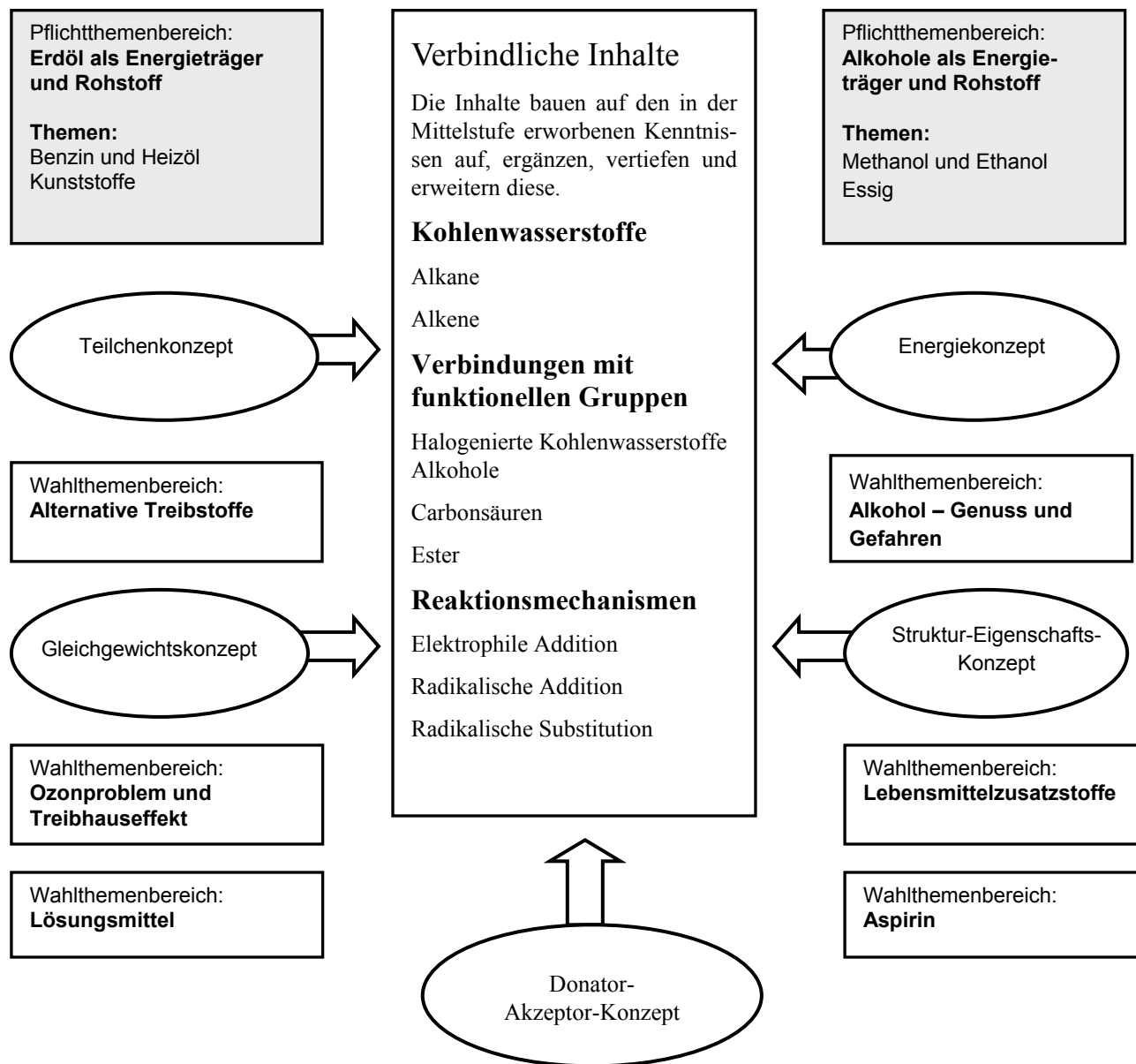
**Wahlthemenbereiche**

- **Alternative Treibstoffe**
- **Ozonproblem und Treibhauseffekt**
- **Alkohol – Genuss und Gefahren**
- **Lebensmittelzusatzstoffe**
- **Aspirin.**

Bei der Themenauswahl für Ergänzungskurse ist die unterschiedliche Interessens- und Motivationslage der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen. Qualitative und quantitative Schülerexperimente, Projekte und fächerübergreifende Bezüge geben exemplarisch Einblicke in die Arbeit des Leistungskurses, ohne dass Inhalte der Studienstufe vorweggenommen werden dürfen. Mögliche Themen können z.B. sein: Qualitative und quantitative Analyse, Chromatographie, Spektroskopie, Chemie im Haushalt, Jahrmarktschemie, Chemie des Siliciums, Komplexchemie, Kernchemie, Photochemie, Geschichte der Chemie.

Daneben eignen sich auch die Wahlthemenbereiche, die noch nicht unterrichtet wurden, als Ergänzungskurse.

**Ergänzungskurse**

**Übersicht: Vorstufe****Verbindliche Inhalte, Pflicht- und Wahlthemenbereiche, Themen, Basiskonzepte**

**Übersicht: Vorstufe****Verbindliche Inhalte der Pflichtthemenbereiche****Alkane**

Methan, homologe Reihe der Alkane, Isomerie  
Van-der-Waals-Kräfte, Siedetemperaturen der Alkane, Hydrophobie, Lipophilie  
Fraktionierte Destillation von Erdöl, Cracken, Reformieren  
Verbrennung von Alkanen

**Alkene**

Ethen, Aufbau, Eigenschaften der Doppelbindung  
Homologe Reihe der Alkene

**Elektrophile Addition**

Bromaddition an Alkenen

**Radikalische Addition**

Polymerisation  
Polyethylen, Polyvinylchlorid, Duroplaste, Thermoplaste

**Radikalische Substitution**

Halogenierte Kohlenwasserstoffe

**Alkohole**

Methanol, Eigenschaften von Methanol, Dipolmoleküle, Wasserstoffbrückenbindung  
Verbrennung von Methanol, Brennstoffzellen  
Ethanol, alkoholische Gärung,  
Homologe Reihe der Alkanole, Isomerie  
Zwischenmolekulare Wechselwirkungen, Löslichkeit der Alkanole, Hydrophilie  
Siedetemperaturen der Alkanole  
Oxidation von primären, sekundären Alkoholen

**Carbonsäuren**

Verwendung von Essig, Essigsäure,  
Aufbau der Carboxylgruppe, zwischenmolekulare Wechselwirkungen  
Saure Eigenschaften der Carboxylgruppe, Acetate  
Homologe Reihe der Carbonsäuren, Löslichkeiten, Siedetemperaturen

**Ester**

Aufbau und Eigenschaften der Estergruppe, Veresterung, Umesterung, Löslichkeit, Siedetemperaturen, Verwendung und Herstellung ausgewählter Ester (Rapsölmethylester, „Biodiesel“)

### 3.1.1 Verbindliche Themenbereiche

#### Erdöl als Energieträger und Rohstoff

- Benzin und Heizöl
- Kunststoffe

Kenntnisse der organischen Chemie aus der Sekundarstufe I werden gegebenenfalls wiederholt, systematisiert und ergänzt.

#### Benzin und Heizöl

Treibstoffe und Heizöl aus der begrenzt vorkommenden Ressource Erdöl bilden den Kontext zur Erarbeitung der Kohlenstoffketten als Grundgerüste aller organischen Verbindungen, ihrer typischen Eigenschaften und zu Aspekten der Energieversorgung. Letztere werden in der Studienstufe im Themenbereich „Rohstoffe und Energie“ wieder aufgegriffen.

#### Verbindliche Inhalte

Alkane:

Siedetemperaturen der Alkane  
 Fraktionierte Destillation von Erdöl  
 Cracken  
 Reformieren  
 Methan  
 Homologe Reihe der Alkane  
 Isomerie  
 Van-der-Waals-Kräfte  
 Hydrophobie  
 Verbrennung von Alkanen

#### Hinweise und Erläuterungen

##### Beispiele für Schülerexperimente:

Modellversuche zur fraktionierten Destillation, zum Cracken und Reformieren, Untersuchungen der Löslichkeit und Viskosität von Benzin und Öl, Nachweise von Verbrennungsprodukten, Untersuchungen von Autoabgasen.

##### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

##### Umwelterziehung11/13-1:

Nachhaltigkeit in der ökologischen, ökonomischen und sozialen sowie kulturellen Entwicklung

##### Umwelterziehung11/13-2:

Zusammenhang globaler Umweltveränderungen und Unbestimmtheit der Voraussage künftiger Entwicklungen

##### Verkehrserziehung11/13-1:

Ökonomische und ökologische Aspekte der Mobilität

#### Teilchenkonzept:

Anwendung des Modells der Atombindung zur Erklärung der Vielfalt organischer Verbindungen.

#### Struktur-Eigenschafts-Konzept:

Schaffung von Basiswissen über Strukturen und Eigenschaften einfacher organischer Stoffe.

#### Energiekonzept:

Erfassen der Verbrennung als Stoff- und Energieumsatz.

## Kunststoffe

Polymerisate, ihr breites Verwendungsspektrum aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften und ihr regelmäßiger Aufbau aus Monomeren, bilden den Kontext für die Erarbeitung ungesättigter und halogener Kohlenwasserstoffe, aber auch für typische organische Reaktionsmechanismen. Dieses Thema wird in der Studienstufe innerhalb des Themenbereichs „Chemie am Menschen“ aufgegriffen und vertieft.

### Verbindliche Inhalte

Polyethylen  
 Duroplaste  
 Thermoplaste

Alkene:  
 Ethen  
 Aufbau, Eigenschaften der Doppelbindung  
 Homologe Reihe der Alkene

Elektrophile Addition:  
 Bromaddition an Alkenen

Radikalische Addition:  
 Polymerisation  
 Polyvinylchlorid

Radikalische Substitution:  
 Halogenierte Kohlenwasserstoffe

### Hinweise und Erläuterungen

#### Beispiele für Schülerexperimente:

Untersuchung von Kunststoffproben, Nachweis von Kohlenstoff und Wasserstoff, Polymerisation und Aufschäumen von Kunststoffen, Nachweis von Doppelbindungen mit Bromwasser.

### Struktur-Eigenschafts-Konzept:

Anwendung von Basiswissen zur Bildung von Zusammenhängen zwischen Struktur von Molekülen und Eigenschaften der daraus aufgebauten Stoffe.

### Teilchenkonzept:

Erarbeitung der Möglichkeiten und Grenzen von Modellen chemischer Bindungen,  
 Anwendung von Basiswissen zur Entwicklung einer räumlichen Vorstellung vom Bau der Moleküle,  
 Anwendung von Basiswissen zur Erfassung des Verlaufs einer chemischen Reaktion auf Teilchenebene.

## Alkohole als Energieträger und Rohstoff

- **Methanol und Ethanol**
- **Essig**

### Methanol und Ethanol

Als einfachster Alkanol bietet Methanol den Einstieg in Eigenschaften und Bedeutung der Alkohole. Zum Teil können Vorkenntnisse aus der Mittelstufe aufgegriffen und vertieft werden. Das Thema „Methanol“ wird durch den Aspekt „Biodiesel“ anwendungsorientiert erweitert. Als bekanntester Alkanol bietet Ethanol Anknüpfungspunkte aus Gesellschaft und Wirtschaft. Das Thema „Ethanol“ kann durch das Wahlthema „Alkohol – Genuss und Gefahren“ erweitert werden.

#### Verbindliche Inhalte

Ethanol  
Methanol: Eigenschaften von Methanol  
Dipolmoleküle  
Wasserstoffbrücken  
Hydrophilie  
Ethanol  
Alkoholische Gärung

Alkanole:  
Homologe Reihe der Alkanole  
Löslichkeit, Siedetemperaturen  
Zwischenmolekulare Wechselwirkungen  
Isomerie  
Brennstoffzellen  
Homologe Reihe der Alkanole  
Löslichkeit der Alkanole  
Siedetemperaturen der Alkanole

#### Hinweise und Erläuterungen

##### Beispiele für Schülerexperimente:

Brennstoffzelle, Eigenschaften der Alkanole.

##### Beispiele für Projekte:

Energiegewinnung durch Alkohole.

##### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

##### BiologieV-3:

Der Mensch manipuliert Lebewesen: Biotechnologie zum Wohle des Menschen?

#### Teilchenkonzept:

Anwenden der Modelle chemischer Bindung zum Erfassen von Molekülen mit unpolarem und polarem Teil.

#### Energiekonzept:

gegenseitige Umwandlung von chemischer und elektrischer Energie.

## Essig

Das Thema erschließt das Basiswissen zu weiteren sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen und einfachen organischen sauerstoffhaltigen Verbindungen. Ausgehend vom Natur- und Alltagsprodukt „Essig“ werden die Grundlagen über die Alkanole aufgegriffen und mit ihren Oxidationsprodukten erweitert. Die technische Bedeutung der Essigsäure eröffnet die Behandlung von Estern bis hin zum Kunststoff Polyvinylacetat, so dass eine Vernetzung mit dem verbindlichen Thema „Kunststoffe“ erfolgt.

### Verbindliche Inhalte

Carbonsäuren:

Verwendung von Essig, Essigsäure

Aufbau der Carboxylgruppe

Zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Saure Eigenschaften der Carboxylgruppe

Acetate

Oxidation von primären und sekundären Alkoholen

Homologe Reihe der Carbonsäuren

Löslichkeiten, Siedetemperaturen

Saure Eigenschaften

Fettsäuren

Ester:

Verwendung und Herstellung von ausgewählten Estern

Veresterung, Umesterung

Rapsölmethylester („Biodiesel“)

### Hinweise und Erläuterungen

#### Beispiele für Schülerexperimente:

Löslichkeitsverhalten, chemischen Eigenschaften der sauerstoffhaltigen Stoffgruppen, Veresterung.

#### Beispiele zur projektorientierten arbeitsteiligen Gruppenarbeit:

Rechercheaufgaben zu natürlichen und technischen Synthesewegen sowie zur alltäglichen Bedeutung der Stoffe.

#### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

#### BiologieV-3:

Der Mensch manipuliert Lebewesen: Biotechnologie zum Wohle des Menschen?

### Donator-Akzeptor-Konzept:

Aufstellen und Interpretieren von Säure-Base-Reaktionen, Säure-Base-Theorie nach Brönsted, Aufstellen und Interpretieren von Redoxreaktionen.

### Gleichgewichtskonzept:

Anwenden des Prinzips der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, Herstellen von Beziehungen zwischen der Unvollständigkeit von Reaktionen, ihrer Beeinflussbarkeit und der möglichen Ausbeute.

### 3.1.2 Wahlthemenbereiche

Die Wahlthemenbereiche werden nur nach Themen mit verbindlichen Inhalten, nicht aber mit Basiskonzepten, methodischen Bemerkungen und Hinweisen zum fächerübergreifenden Unterricht differenziert.

Das Wahlthema weist Überschneidungen mit den Pflichtthemenbereichen auf und ergänzt diese.

#### Alternative Treibstoffe

- **Erdgas, Flüssiggas:**

Erdgas-Motor Methanol, Methanolsynthese, Brennstoffzellen, Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle, Methanol-Zellen, Wirkungsgrad, Umweltbelastung, Nachhaltigkeit: Vergleich mit herkömmlichen Treibstoffen, Pflanzenöl, Biodiesel.

Aufbau und Eigenschaften der Estergruppe, Glycerin, Fettsäuren, Fette, Öle, Stimmgabelstruktur der Fette, Veresterung, Umesterung.

**Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:**

Umwelterziehung11/13-1:

Nachhaltigkeit in der ökologischen, ökonomischen und sozialen sowie kulturellen Entwicklung

Umwelterziehung11/13-2:

Zusammenhang globaler Umweltveränderungen und Unbestimmtheit der Voraussage künftiger Entwicklungen

Verkehrserziehung11/13-1:

Ökonomische und ökologische Aspekte der Mobilität

Das Thema wird in der Studienstufe unter „Rohstoffe und Energie“ wieder aufgegriffen und vertieft.

#### Ozonproblem und Treibhauseffekt

- **Halogenalkane, Chlorfluorkohlenwasserstoffe („CFKW“):**

Verwendung von CFKW, Ersatzprodukte, Pflanzenschutzmittel, Chlor als Wirtschaftsfaktor.

- **Ozon, Ozonkreislauf und „Ozonloch“:**

Vorkommen und Eigenschaften von Ozon, Ozon als Sauerstoffmodifikation, Ozongleichgewicht der Stratosphäre, Störung durch CFKW, „Ozonloch“, bodennahes Ozon, Sommersmog.

- **Treibhauseffekt:**

Schichtenaufbau der Atmosphäre, chemische Zusammensetzung, Herkunft und Entstehung der atmosphärischen Verbindungen, „Natürlicher Treibhauseffekt“: Beitrag der atmosphärischen Gase zum natürlichen Treibhauseffekt, Anthropogener Treibhauseffekt“ (Ursachen und Wirkung, mögliche Maßnahmen)

**Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:**

GeographieV-1.3:

Menschliche Eingriffe in natürliche Systeme

Umwelterziehung11/13-1:

Nachhaltigkeit in der ökologischen, ökonomischen und sozialen sowie kulturellen Entwicklung

Umwelterziehung11/13-2:

Zusammenhang globaler Umweltveränderungen und Unbestimmtheit der Voraussage künftiger Entwicklungen

Das Thema wird in der Studienstufe im Wahlthema „Chemie und Klima“ wieder aufgegriffen und vertieft.

## Alkohol – Genuss und Gefahren

Dieses Wahlthema stellt eine Erweiterung des Pflichtthemenbereichs „Alkohol als Energieträger und Rohstoff“ mit hohem Gesellschafts- und Lebensbezug dar:

Alkoholgehalte (Volumenprozent) in Getränken, Verbreitung, Wirkung und Abbau im Organismus, Promillegrenzen, Alkoholgenuss und Alkoholsucht, Gesellschaftliche Aspekte (Alkoholsteuer, Kosten der Folgen von Alkoholmissbrauch).

### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

Gesundheitsförderung 11/13-1:

Ernährung, Verbraucherbildung

Gesundheitsförderung 11/13-2:

Prävention und Gesundheitspolitik

## Lebensmittelzusatzstoffe

- **Alkohol:**

Alkoholgehalte in Lebensmitteln und Medikamenten.

- **Aromastoffe:**

Natürliche, naturidentische, synthetische Aromastoffe.

- **Konservierungsstoffe:**

Konservierungsmethoden und -wirkung: Trocknen, Räuchern, Gefrieren, Erhitzen, Bestrahlen, Salzen, Pökeln, Einzuckern, Säuern, Schwefeln, Konservierungsstoffe, E-Nummern, , Konservierende Wirkung/Verwendung von Essigsäure, Propionsäure, Sorbinsäure, Benzoesäure und ihrer Salze, PHB-Ester.

### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

Gesundheitsförderung 11/13-1:

Ernährung, Verbraucherbildung

Das Wahlthema kann in der Studienstufe bei „Chemie im Menschen“ aufgegriffen und vertieft werden, indem dort die eigentlichen Nahrungsmittel Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße, eventuell auch Vitamine, behandelt werden. Die genannten Themenbereiche weisen Überschneidungen zum Pflichtthema „Alkohol als Energieträger und Rohstoff“ auf und ermöglichen eine Betrachtung der Verbindungen unter anderem Blickwinkel.

## Aspirin

Das Wahlthema ermöglicht einen Exkurs in die Chemie der Arzneimittel, deren Entwicklung, Prüfung und Wirkung. Inhaltlich enthält es Überschneidungen mit dem Pflichtthema „Alkohol als Energieträger und Rohstoff“, bietet aber eine neue Schwerpunktsetzung zur Vertiefung:

Benzoesäure, Salicylsäure, Synthese von Acetylsalicylsäure, Arzneimittel, Verabreichung, Wirkung, Entwicklung neuer Arzneimittel.

### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

Gesundheitsförderung 11/13-1:

Ernährung, Verbraucherbildung

### 3.2 Grundkurse der Studienstufe

Die Themenbereiche werden in Pflichtthemen- und Wahlthemenbereiche unterteilt. Die Pflichtthemenbereiche müssen obligat unterrichtet werden. Die übrigen Themenbereiche stehen zur freien Verfügung.

Die Themenbereiche sind in Themen unterteilt, wobei es aufgrund ihrer Kontextorientierung zum Teil zu Überschneidungen kommt. Bei den Themenbereichen finden sich Angaben darüber, welche Themen obligat und welche fakultativ sind. Die Behandlung der Themen ist sinnvoll aufeinander abzustimmen.

Die Pflichtthemenbereiche für den Chemie-Grundkurs in der Studienstufe sind:

#### Pflichtthemenbereiche

- **Chemie am Menschen**

mit den verbindlichen Themen:

**Kleidung (Textilfasern)**

**Waschen und Körperpflege**

und dem fakultativen Thema:

Textilfarbstoffe

sowie

- **Rohstoffe und Energie**

mit dem verbindlichen Thema:

**Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen**

und den fakultativen Themen:

Nachhaltige Entwicklung

Fossile, erneuerbare und alternative Rohstoffe.

Bei jedem Thema werden die verbindlichen Inhalte den folgenden chemischen Basiskonzepten zugeordnet: Teilchenkonzept, Struktur-Eigenschafts-Konzept, Energiekonzept, Donator-Akzeptor-Konzept, Gleichgewichtskonzept. Diese Basiskonzepte sichern das Einordnen und Systematisieren der fachlichen Grundlagen.

#### Basiskonzepte

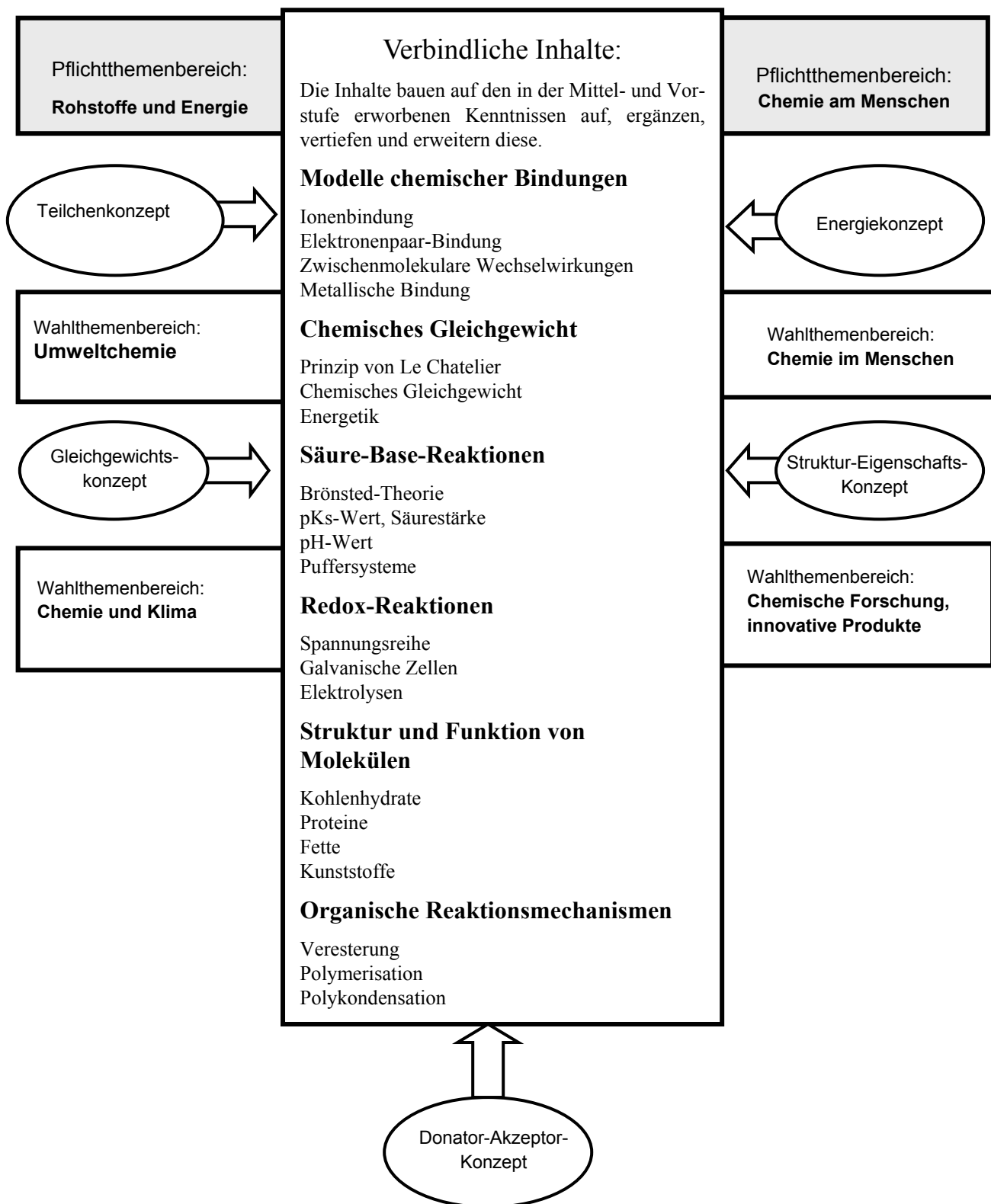
Zu jedem Thema werden, soweit sinnvoll und möglich, Beispiele für Schülerexperimente, projektorientiertes Arbeiten und fächerübergreifende Aspekte genannt. Diese Angaben erheben ausdrücklich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

#### Schülerexperimente, Projekte, fächerübergreifendes Arbeiten

Je nach Interesse der Kursteilnehmer und verbliebener Zeit stehen die folgenden Wahlthemenbereiche zur Verfügung:

#### Wahlthemenbereiche

- **Chemie im Menschen**
- **Chemische Forschung – innovative Produkte**
- **Chemie und Klima**
- **Umweltchemie.**

**Übersicht: Grundkurs****Verbindliche Inhalte, Pflicht- und Wahlthemenbereiche, Basiskonzepte**

## Übersicht: Grundkurs

## Verbindliche Inhalte der Pflichtthemenbereiche

## Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, metallische Bindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Isomerie, glykosidische Bindung

Peptidbindung

Stimmgabelstruktur der Fette

Modellvorstellung für die Waschwirkung von Seifen und Tensiden

Enzyme: Bau, Modellvorstellung für die Wirkung von Enzymen

## Chemisches Gleichgewicht:

Prinzip von Le Chatelier, Energetik

Veresterung – Hydrolyse

Gleichgewichts- und energetische Vorgänge beim Waschvorgang, Protolysengleichgewichte von Fettsäure-Anionen

Redoxgleichgewichte an Elektrodenoberflächen

## Säure-Base-Reaktionen:

Brönsted-Theorie, pKs-Wert, Säurestärke, pH-Wert, Puffersysteme

Protolysengleichgewichte von Aminosäuren, Zwitterion, isoelektrischer Punkt

pH-Abhängigkeit der Seifenwirkung, „hautfreundliche Seifen“

Enzymspezifität, pH-Abhängigkeit der Enzymwirkung

pH-Abhängigkeit von Redox-Reaktionen (galvanische Zellen)

## Redox-Reaktionen:

Spannungsreihe, galvanische Zellen, Elektrolysen

Leclanché-Batterie, Blei-Akkumulator, Elektroauto, Wirkungsgrad

Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle, Methanol-Zellen

## Struktur und Funktion von Molekülen:

Kohlenhydrate, Proteine, Fette, Kunststoffe

Kohlenhydrate: Klassifizierung, Nomenklatur, Mono-, Di-, Polysaccharide (Cellulose, Baumwolle)

Struktur der Kohlenhydrate (Konstitution, Konfiguration, Isomerie, Konformation)

Strukturformeln (Fischer, Haworth), Struktur der Cellulose

Chemische Reaktionen der Kohlenhydrate (reduzierende, nicht reduzierende Disaccharide, Tollens- oder Fehling-Probe, Acetalbildung, Veresterung)

Proteine: Klassifizierung, Nomenklatur der Aminosäuren, Peptide, Polypeptide (tierische Wolle, Leder, Seide)

Struktur der Proteine (Konfiguration, Konformation, Primär-, Sekundär-Struktur:  $\beta$ -Faltblatt-Struktur,  $\alpha$ -Helix), Denaturierung

Fette und Derivate: Klassifizierung, Nomenklatur der Fettsäuren und Fette, Struktur der Fettsäuren und Fette (Konfiguration, Konformation), Eigenschaften von Fetten,

Kunststoffe: Viskose-, Acetat-Seide, Polyester

## Organische Reaktionsmechanismen:

Veresterung, Polymerisation, Polykondensation

### 3.2.1 Pflichtthemenbereich

Die Pflichtthemenbereiche „Chemie am Menschen“ und „Rohstoffe und Energie“ sind verbindlich.

## C h e m i e   a m   M e n s c h e n

- **Kleidung: Textilfasern**
- **Waschen und Körperpflege**
- Textilfarbstoffe: organische Farbstoffe und Pigmente

Die Themen „Kleidung“ (Textilfasern) und „Waschen und Körperpflege“ werden verbindlich behandelt; das übrige Thema kann zusätzlich bearbeitet werden.

### Kleidung: Textilfasern

Im Rahmen „natürliche Textilfasern“ werden die notwendigen Grundlagen zu „Struktur und Eigenschaften“ einiger Kohlenhydrate und Proteine geschaffen.

Grundlagen zur Kunststoffchemie wurden bereits in der Vorstufe unterrichtet und müssen vertieft und spezifiziert werden.

#### Verbindliche Inhalte

##### Struktur und Funktion von Molekülen:

Natürliche Textilfasern:

Kohlenhydrate:

Polysaccharide (Cellulose, Baumwolle)

Proteine:

Polypeptide (tierische Wolle, Leder, Seide)

künstliche Textilfasern:

Kunststoffe:

Strukturprinzipien, Eigenschaften

Viskose-, Acetat-Seide, Polyester

##### Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Peptidbindung, glykosidische Bindung,

Denaturierung

##### Chemisches Gleichgewicht:

Prinzip von Le Chatelier

Veresterung - Hydrolyse

##### Säure-Base-Reaktionen:

Brönsted-Theorie, pKs-Wert, Säurestärke, pH-Wert

Indikatortheorie

##### Redoxreaktionen:

Tollens- oder Fehling-Reaktion

##### Organische Reaktionsmechanismen:

Veresterung

Polymerisation, Polykondensation

Umweltaspekte:

Entsorgung, Recycling, Nachhaltigkeit

#### Hinweise und Erläuterungen

##### Beispiele für Schülerexperimente:

Synthese von Viskose-, Acetat-Seide.

##### Beispiele für Projekte:

„Herstellung von Linnen“, „Von der Schafswolle zum Wollpullover“.

##### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

##### Biologie12-2:

Ökologie und Nachhaltigkeit

**Teilchen-Konzept:**

Entwicklung eines räumlichen Vorstellungsvermögens im Bereich des Molekülbaus.

**Struktur-Eigenschafts-Konzept:**

Schaffung von Basiswissen über die Strukturen organischer Stoffe sowie einfacher Struktur-Eigenschaftsbeziehungen.

**Donator-Akzeptor-Konzept:**

Erkennen und Anwenden des Donator-Akzeptor-Prinzips, Aufstellen und Interpretieren von Redoxgleichungen, Säure-Base-Theorie nach Brönsted.

**Gleichgewichts-Konzept:**

Herstellen von Beziehungen zwischen der Unvollständigkeit von Reaktionen, ihrer Beeinflussbarkeit und der möglichen Ausbeute.

**Energie-Konzept:**

Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz.

## Waschen und Körperpflege

Einige Grundlagen zu waschaktiven Stoffen und Tensiden wurden bereits in der Vorstufe unterrichtet und müssen vertieft und ergänzt werden.

Hautreinigungs- und Hautpflegemittel, Sonnenschutzmittel, Zahn- und Mundpflegemittel, Kosmetika können zur Ergänzung in Beispielen behandelt werden.

### Verbindliche Inhalte

#### Struktur und Funktion von Molekülen:

Fette und Derivate:

Seifen, Tenside:

Grenzflächenaktivität, Oberflächenspannung, Benetzungsvermögen, Emulgier-, Dispergiervermögen, Micellenbildung, synthetische Tenside, Vollwaschmittel, Enzymwirkung in Vollwaschmitteln

#### Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Modellvorstellung für die Waschwirkung von Seifen und Tensiden

#### Chemisches Gleichgewicht:

Protolysengleichgewichte von Fettsäure-Anionen  
Energetik

#### Säure-Base-Reaktionen:

Brönsted-Theorie, pH-Wert,  
pH-Abhängigkeit der Seifen-Wirkung,  
„hautfreundliche Seifen“

#### Organische Reaktionsmechanismen:

Veresterung

Umweltaspekte:

Detergentengesetz

Eutrophierung, Phosphatersatzstoffe

### Hinweise und Erläuterungen

#### Beispiele für Schülerexperimente:

Herstellung von Seife, Versuche mit Seifen, Herstellung von Haut-, Waschemulsion, Haarshampoo, Schminke, Haut-Creme, Herstellung von Seifenblasen-Lösung.

#### Beispiele für Projekte:

„Klassisches und alternatives Waschen“, „Das Molke-Projekt“, „Das Kosmetik-Projekt“, „Das Zeolith-Projekt“, „Waschmittel und Nachhaltigkeit“, „Gewässer-eutrophierung“.

#### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

#### Gesundheitsförderung 11/13-1:

Ernährung, Verbraucherbildung

### Struktur-Eigenschafts-Konzept:

Schaffung von Basiswissen über die Struktur ausgewählter organischer Stoffe sowie Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

### Teilchen-Konzept:

Erkennen von Stoffkreisläufen.

## Textilfarbstoffe: organische Farbstoffe und Pigmente

Zu den Textilfarbstoffen wird das notwendige Basiswissen erarbeitet.

### Verbindliche Inhalte

#### Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, Mesomerie, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

#### Struktur und Funktion von Molekülen:

Struktur und Farbigkeit  
Definiton des Farbstoffbegriffs  
ausgewählte Textilfarbstoffe (Indigo, Azofarbstoffe)  
Textil-Färbetechniken

Umweltaspekte:

Giftigkeit von Farbstoffen

### Hinweise und Erläuterungen

#### Beispiele für Schülerexperimente:

Dünnschichtchromatographie, Synthese von Indigo und Azofarbstoffen, Versuche zur Färbung von Textilfasern.

#### Beispiele für Projekte:

„Das Indigo-Projekt“, „Färben mit Naturfarben“, „Farbe und Ästhetik“.

#### Donator-Akzeptor-Konzept:

Aufstellen und Interpretieren von Redoxgleichungen, Auxo- und Antiauxochrome in Farbstoffen.

#### Struktur-Eigenschafts-Konzept:

Struktur und Farbe.

## Rohstoffe und Energie

Themen:

- **Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen**
- Nachhaltige Entwicklung
- Fossile, erneuerbare und alternative Rohstoffe

Das Thema „Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen“ wird verbindlich unterrichtet; die übrigen Themen können zusätzlich bearbeitet werden.

### Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen:

Einige Grundlagen wurden bereits in der Mittelstufe behandelt, müssen vertieft, erweitert und auf qualitativer Ebene (Energetik) bearbeitet werden.

#### Verbindliche Inhalte

##### Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Metallische Bindung

##### Chemisches Gleichgewicht:

Redoxgleichgewichte an Elektrodenoberflächen

Energetik

##### Redox-Reaktionen:

Spannungsreihe, Galvanische Zellen, Elektrolyse  
Leclanché-Batterie, Zink-Luft-Batterie, Blei-Akkumulator, Brennstoffzellen, Methanol-Zellen, Elektroauto, Wirkungsgrad

Umweltaspekte:

Entsorgung, Recycling

Umweltbelastung, Nachhaltigkeit: Vergleich mit herkömmlichen Batterien

#### Hinweise und Erläuterungen

##### Beispiele für Schülerexperimente:

Bau einer Zink-Kohle-Batterie, Bau eines Blei-Akkumulators, Spannungsmessungen verschiedener galvanischer Zellen bei unterschiedlichen Reaktionsbedingungen, u.a.

Konstruktion und Betrieb einer Brennstoffzelle, vergl. Handreichung „Denken in Kreisprozessen und Vernetzungen“, AfS, 2002.

##### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

##### Verkehrserziehung 11/13-1:

Ökonomische und ökologische Aspekte der Mobilität

#### Teilchen-Konzept:

Interpretation von Wechselwirkungen und Teilchenverbänden.

#### Gleichgewichtskonzept:

Anwenden des Prinzips der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, Übertragen des Prinzips der Umkehrbarkeit auf elektro-chemische Reaktionen.

#### Energie-Konzept:

Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz, Herstellen von Beziehungen zwischen elektrochemischen Reaktionen und energetischen Aspekten.

#### Donator-Akzeptor-Konzept:

Aufstellen und Interpretieren von Redoxgleichungen.

**Nachhaltige Entwicklung:**

In diesem Themenfeld sollen anhand konkreter Beispiele, z.B. zur Derivatisierung, Energie-Effizienz (Wärmedämmung, Verbrauchssenkung durch neue Materialien im Fahrzeugbau), Recycling usw., die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung besprochen werden.

Einige Grundlagen wurden bereits in der Mittelstufe unterrichtet und können innerhalb des Pflichtthemas „Chemie am Menschen“ behandelt werden. Hier erfolgt eine Ergänzung und Vertiefung.

**Verbindliche Inhalte****Modelle chemischer Bindungen:**

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

**Chemisches Gleichgewicht:**

Energetik

Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung, Nachhaltige Chemie

Strategien der Nachhaltigkeit:

Erhöhung der Umwelteffizienz, Schließung von Stoffkreisläufen, Ressourcen- und umweltschonende Innovationen, Suffizienzstrategie

„Grüne Chemie“ (green chemistry):

Abfallvermeidung, Produktmaximierung durch Prozessoptimierung, Chemikalien- und Produktsicherheit, Energie-Effizienz, Derivatisierung, Katalyse, Abbau zu ungefährlichen Stoffen, Unfallsicherheit

**Hinweise und Erläuterungen****Beispiele für Schülerexperimente:**

vergl. Handreichung „Denken in Kreisprozessen und Vernetzungen“, AfS, 2002.

**Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:****Umwelterziehung11/13-1:**

Nachhaltigkeit in der ökologischen, ökonomischen und sozialen sowie kulturellen Entwicklung

**Umwelterziehung11/13-2:**

Zusammenhang globaler Umweltveränderungen und Unbestimmtheit der Voraussage künftiger Entwicklungen

**Struktur-Eigenschafts-Konzept:**

Schaffung von Basiswissen über die Struktur ausgewählter organischer Stoffe sowie Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

**Teilchen-Konzept:**

Anwenden von Modellen chemischer Bindungen, Entwicklung eines räumlichen Vorstellungsvermögens, Herstellen von Beziehungen zwischen der Unvollständigkeit von Reaktionen, ihrer Beeinflussbarkeit und der möglichen Ausbeute (MWG), Erkennen von Stoffkreisläufen.

**Energie-Konzept:**

Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz.

## Fossile, erneuerbare und alternative Rohstoffe

Wichtige Grundlagen wurden bereits in der Vorstufe unter dem Thema „Erdöl als Energieträger und Rohstoff“ in der Vorstufe behandelt und müssen nach Bedarf erweitert und vertieft werden.

### Verbindliche Inhalte

#### Struktur und Funktion von Molekülen:

Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ester

#### Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Erdöl:

Vorkommen, Förderung, Chemische Zusammensetzung, Verarbeitung, Benzin, Diesel

Kohle, Gas, Kohle-, Heizöl-Kraftwerk, Kraft-Wärme-Kopplung

Wirkungsgrad

Biodiesel, Bioethanol, Methanol, Wasserstoff, Methan

Wind-, Wasser-, Solar-, Bioenergie, Geothermik

#### Chemisches Gleichgewicht:

Energetik

Verbrennung von Benzin und Diesel

Katalysatorwirkung

Verbrennung von Biodiesel, Bioethanol, Methanol, Wasserstoff, Methan in Motoren

Abgastechnologie

Wirkungsgrad

Speicherung von Energieformen

Umweltaspekte:

Abgastechnologie, Katalysatoren

### Hinweise und Erläuterungen

#### Beispiele für Schülerexperimente:

Destillation von Rohöl, Cracken von Rohöl, Verbrennung von Methanol durch oszillierende Reaktionen (vergl. Handreichung „Denken in Kreisprozessen und Vernetzungen“, AfS, 2002).

#### Beispiele für Projekte:

„Vom Erdöl zum Autobenzin“, „Vom Raps zum Biodiesel“.

#### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

##### Biologie12-2.1:

System Erde

##### GeographieS-4.2:

Schonung natürlicher Ressourcen

### Struktur-Eigenschafts-Konzept:

Anwenden von Modellen chemischer Bindungen, Entwicklung eines räumlichen Vorstellungsvermögens,

Schaffung von Basiswissen über die Struktur ausgewählter organischer Stoffe sowie Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

#### Teilchen-Konzept:

Anwenden von Modellen chemischer Bindungen.

#### Gleichgewichtskonzept:

Anwenden des Prinzips der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, Erkennen von Stoffkreisläufen.

#### Energie-Konzept:

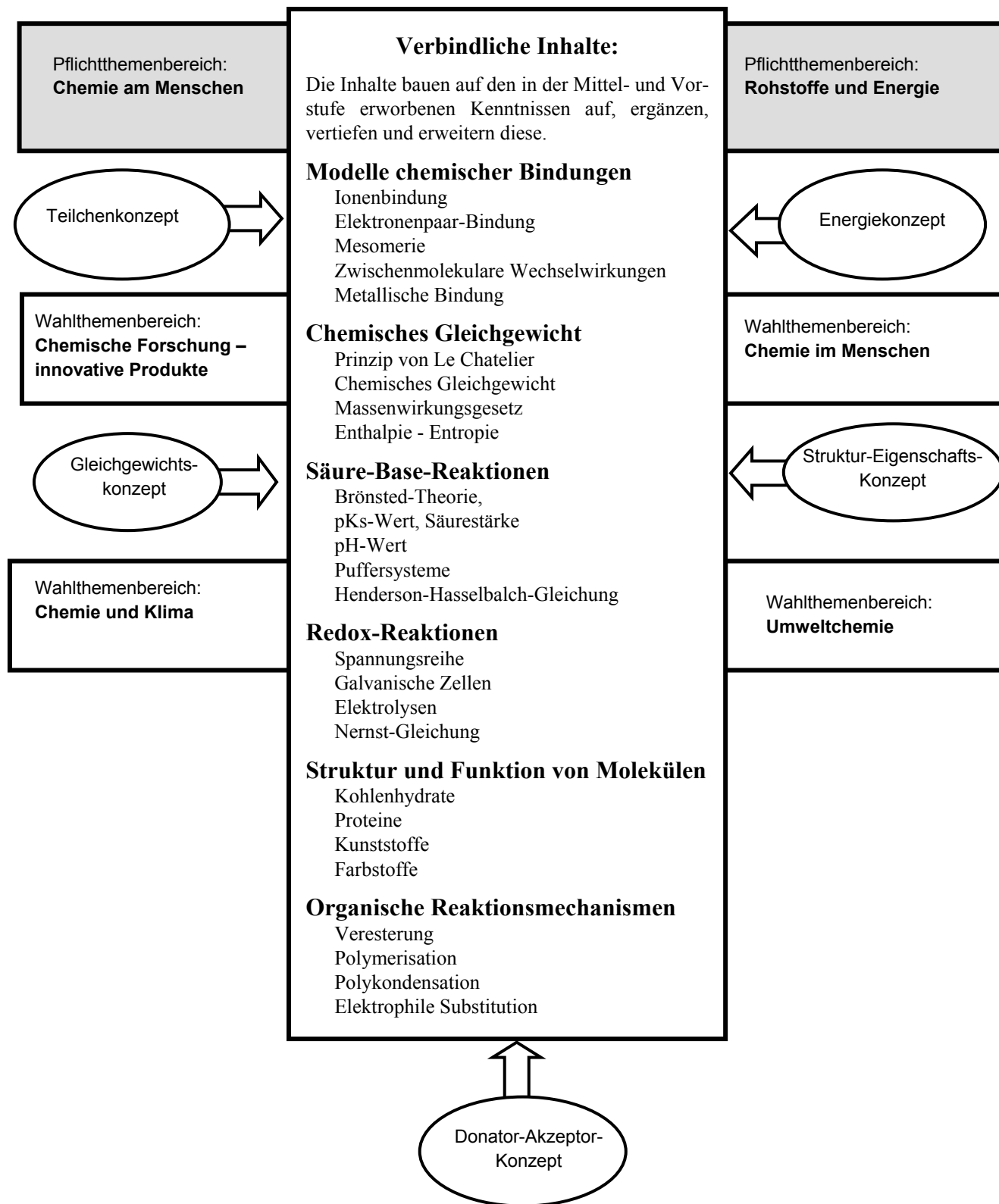
Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz.

### 3.3 Leistungskurse der Studienstufe

Die Themenbereiche werden in Pflichtthemen- und Wahlthemenbereiche unterteilt. Die Pflichtthemenbereiche müssen obligat unterrichtet werden. Die übrigen Wahlthemen stehen zur freien Verfügung.

Die Themenbereiche sind in Themen unterteilt, wobei es aufgrund ihrer Kontextorientierung zum Teil zu Überschneidungen kommt. Bei den Themenbereichen finden sich Angaben darüber, welche Themen obligat sind. Die Behandlung der Themen ist sinnvoll aufeinander abzustimmen.

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pflichtthemenbereich</b>                                        | <p>Die Pflichtthemenbereiche für den Chemie-Leistungskurs der Studienstufe lauten:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Chemie am Menschen</b><br/>mit den verbindlichen Themen:<br/><b>Kleidung (Textilfasern)</b><br/><b>Textilfarbstoffe.</b><br/>und dem fakultativen Thema:<br/>Waschen und Körperpflege<br/>sowie</li><li>• <b>Rohstoffe und Energie</b><br/>mit dem verbindlichen Thema:<br/><b>Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen</b><br/>und den fakultativen Themen:<br/>Nachhaltige Entwicklung<br/>Fossile, erneuerbare und alternative Rohstoffe.</li></ul> |
| <b>Basiskonzepte</b>                                               | <p>Bei jedem Thema werden die verbindlichen Inhalte tabellarisch den folgenden chemischen Basiskonzepten zugeordnet: Teilchenkonzept, Struktur-Eigenschafts-Konzept, Energiekonzept, Donator-Akzeptor-Konzept, Gleichgewichtskonzept. Diese Basiskonzepte sichern das Einordnen und Systematisieren der fachlichen Grundlagen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Schülerexperimente, Projekte, fächerübergreifendes Arbeiten</b> | <p>Zu jedem Thema werden Beispiele für Schülerexperimente, projektorientiertes Arbeiten und fächerübergreifende Aspekte genannt. Diese Angaben erheben ausdrücklich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Wahlthemenbereiche</b>                                          | <p>Je nach Interesse der Kursteilnehmer und verbliebener Zeit stehen die folgenden Wahlthemenbereiche zur Verfügung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Chemie im Menschen</b></li><li>• <b>Chemische Forschung – innovative Produkte</b></li><li>• <b>Chemie und Klima</b></li><li>• <b>Umweltchemie.</b></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |

**Leistungskurs:****Verbindliche Inhalte, Pflicht- und Wahlthemenbereiche, Basiskonzepte**

## Übersicht: Leistungskurs

## Verbindliche Inhalte der Pflichtthemen

## Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Metallische Bindung

Isomerie, glykosidische Bindung

Peptidbindung

Mesomerie, Benzol

Wittsches Chromophor-Modell, Mesomerie-Modell,  $\omega$ -Phenylpolyenale

## Chemisches Gleichgewicht:

Prinzip von Le Chatelier, Massenwirkungsgesetz, Enthalpie – Entropie, Halbacetalgleichgewicht

Veresterung – Hydrolyse

## Säure-Base-Reaktionen:

Brönsted-Theorie, pKs-Wert, Säurestärke, pH-Wert, Puffersysteme, Henderson-Hasselbalch-Gleichung

Indikatortheorie

pH-Abhängigkeit des Halbacetalgleichgewichts von  $\alpha$ -,  $\beta$ -Glucose

Protolysengleichgewichte von Aminosäuren, Zwitterion, isoelektrischer Punkt

pH-Abhängigkeit von Redox-Reaktionen (galvanische Zellen)

pH-Abhängigkeit von Farbstoffen

## Redox-Reaktionen:

Spannungsreihe, galvanische Zellen, Elektrolysen, Nernst-Gleichung

Leclanché-Batterie, Zink-Luft-Batterie, Blei-Akkumulator, Elektroauto, Wirkungsgrad

Brennstoffzellen-Typen, Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle, Methanol-Zellen

Küpen-Färbung

## Struktur und Funktion von Molekülen:

Kohlenhydrate, Proteine, Kunststoffe, Farbstoffe

## Kohlenhydrate:

Klassifizierung, Nomenklatur, Mono-, Di-, Polysaccharide (Cellulose, Baumwolle)

Struktur der Kohlenhydrate (Konstitution, Konfiguration, Isomerie, Konformation)

Strukturformeln (Fischer, Haworth), Struktur der Cellulose

Chemische Reaktion der Kohlenhydrate (reduzierende, nicht reduzierende Disaccharide, Tollens- oder Fehling-Probe, Acetalbildung, Oxidation, Veresterung, Hydrolyse)

## Proteine:

Klassifizierung, Nomenklatur der Aminosäuren, Peptide, Polypeptide (Wolle, Leder, Seide)

Struktur der Proteine (Konfiguration, Konformation, Primär-, Sekundär-Struktur:  $\beta$ -Faltblattstruktur,  $\alpha$ -Helix, Tertiär-, Quartär-Struktur, Faser- Sklero-Proteine), Denaturierung

Kunststoffe: Viskose-, Acetat-Seide, Mikrofasern (Polyester), PET

Struktur und Farbigkeit

Ausgewählte Textilfarbstoffe (Azofarbstoffe, Indigo), Textil-Färbetechniken

## Organische Reaktionsmechanismen:

Veresterung, Polymerisation, Polykondensation

Elektrophile Substitution an Benzol

### 3.3.1 Pflichtthemenbereich

Die Pflichtthemenbereiche „Chemie am Menschen“ und „Rohstoffe und Energie“ sind verbindlich.

## C h e m i e   a m   M e n s c h e n

- **Kleidung: Textilfasern**
- **Textilfarbstoffe: organische Farbstoffe und Pigmente**
- Waschen und Körperpflege

Die Themen „Kleidung“ und „Textilfarbstoffe“ werden verbindlich behandelt; das übrige Thema kann zusätzlich bearbeitet werden.

### Kleidung: Textilfasern

Im Rahmen „natürliche Textilfasern“ werden die notwendigen Grundlagen zu „Struktur und Eigenschaften“ einiger Kohlenhydrate und Proteine geschaffen.

Einige Grundlagen zu den Kunststoffen wurden bereits in der Vorstufe gelegt und müssen ergänzt und vertieft werden.

#### Verbindliche Inhalte

##### Struktur und Funktion von Molekülen:

Natürliche Textilfasern:

Kohlenhydrate:

Mono-, Di-, Polysaccharide (Cellulose, Baumwolle)

Proteine:

Aminosäuren, Peptide, Polypeptide (tierische Wolle, Leder, Seide)

Künstliche Textilfasern

Kunststoffe:

Strukturprinzipien, Eigenschaften

##### Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, zwischenmolekulare Wechselwirkungen, glykosidische Bindung, Faser-, Sklero-Proteine

##### Chemisches Gleichgewicht:

Massenwirkungsgesetz

Veresterung – Hydrolyse

##### Säure-Base-Reaktionen:

Brönsted-Theorie, pKs-Wert, Säurestärke, pH-Wert

Puffersysteme, Henderson-Hasselbalch-Gleichung

Indikatortheorie

pH-Abhängigkeit des Halbacetalgleichgewichts von  $\alpha$ -,  $\beta$ -Glucose

Protolysengleichgewichte von Aminosäuren, Zwitterion, isoelektrischer Punkt

##### Organische Reaktionsmechanismen:

Veresterung, Hydrolyse

Polymerisation, Polykondensation

Umweltaspekte:

Entsorgung, Recycling, Nachhaltigkeit

#### Hinweise und Erläuterungen

##### Beispiele für Schülerexperimente:

Synthese von Viskose-, Acetat-Seide, Nylon, Bildung von Polyurethan-Schaum, Erkennung, Eigenschaften von Kunststoffen.

##### Beispiele für Projekte:

„Herstellung von Linnen“, „Von der Schafswolle zum Wollpullover“, „Das Nylon-Projekt“.

##### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

##### Biologie12-2:

Ökologie und Nachhaltigkeit

**Struktur-Eigenschafts-Konzept:**

Schaffung von Basiswissen über die Struktur ausgewählter organischer Stoffe sowie Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

**Teilchen-Konzept:**

Anwenden von Modellen chemischer Bindungen, aromatisches System, Entwicklung eines räumlichen Vorstellungsvermögens.

**Gleichgewichtskonzept:**

Anwenden des Prinzips der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, Anwenden des Prinzips der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, Herstellen von Beziehungen zwischen der Unvollständigkeit von Reaktionen, ihrer Beeinflussbarkeit und der möglichen Ausbeutung (Massenwirkungsgesetz).

**Donator-Akzeptor-Konzept:**

Säure-Base-Theorie nach Brönsted.

**Textilfarbstoffe: organische Farbstoffe und Pigmente**

Zu den Textilfarbstoffen wird das notwendige Basiswissen erarbeitet.

**Verbindliche Inhalte****Struktur und Funktion von Molekülen:**

Struktur und Farbigkeit:

Definiton des Farbstoffbegriffs

Licht und Farbe

ausgewählte Textilfarbstoffe (Indigo, Azofarbstoffe)

**Modelle chemischer Bindungen:**

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, Mesomerie, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Benzol

Wittsches Chromophor-Modell Mesomerie-Modell,  $\omega$ -Phenylpolyenale,)

Textil-Färbetechniken

**Säure-Base-Reaktionen:**

pH-Abhängigkeit von Farbstoffen (s.a. "Säurefarbstoffe")

**Redox-Reaktionen:**

Küpfenfärbung

**Organische Reaktionsmechanismen:**

Elektrophile Substitution an Benzol

Umweltaspekte:

Giftigkeit von Farbstoffen

**Hinweise und Erläuterungen****Beispiele für Schülerexperimente:**

Synthese, Dünnschichtchromatographie, Photometrie von  $\omega$ -Phenyl-Polyenalen, Synthese von Indigo und Azofarbstoffen, Versuche zur Färbung von Textilfasern.

**Beispiele für Projekte:**

„Das Indigo-Projekt“, „Färben mit Naturfarben“, „Farbe und Ästhetik“.

**Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:****Physik12-1:**

Schwingungen und Wellen

**Physik12-1.3:**

Wellenoptik

**Struktur-Eigenschafts-Konzept:**

Struktur und Farbe.

**Donator-Akzeptor-Konzept:**

Aufstellen und Interpretieren von Redoxgleichungen, Auxo- und Antiauxochrome in Farbstoffen.

**Gleichgewichtskonzept:**

Erkennen von Stoffkreisläufen.

## Waschen und Körperpflege

Einige Grundlagen zu waschaktiven Stoffen und Tensiden wurden bereits in der Vorstufe unterrichtet und müssen vertieft und ergänzt werden.

Hautreinigungs- und Hautpflegemittel, Sonnenschutzmittel, Zahn- und Mundpflegemittel, Kosmetika können zur Ergänzung in Beispielen behandelt werden.

### Verbindliche Inhalte

#### Struktur und Funktion von Molekülen:

Fette und Derivate:

Seifen, Tenside:

Grenzflächenaktivität, Oberflächenspannung, Benetzungsvermögen, Emulgier-, Dispergiervermögen, Micellenbildung

synthetische Tenside Vollwaschmittel

Enzymwirkung in Vollwaschmitteln

#### Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, Mesomerie, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Modellvorstellung für die Waschwirkung von Seifen und Tensiden

#### Chemisches Gleichgewicht:

Enthalpie – Entropie

Gleichgewichts- und energetische Vorgänge beim Waschvorgang,

Protolysengleichgewichte von Fettsäure-Anionen

Massenwirkungsgesetz

#### Säure-Base-Reaktionen:

Brönsted-Theorie, pKs-Wert, Säurestärke, pH-Wert

Puffersysteme, Henderson-Hasselbalch-Gleichung

pH-Abhängigkeit der Seifen-Wirkung,

„hautfreundliche Seifen“

#### Organische Reaktionsmechanismen:

Veresterung

Umweltaspekte: Detergentiengesetz

Eutrophierung, Phosphatersatzstoffe

### Hinweise und Erläuterungen

#### Beispiele für Schülerexperimente:

Herstellung von Seife, Versuche mit Seifen, Versuche zur Oberflächenspannung, Synthese von Monocetylsulfat, Nachweis von Perborat und Weißmachern, Wirkung von Tensiden, Eigenschaften von Wasserenthärtern, Herstellung von Haut-Waschemulsion, Haarshampoo, Schminke, Haut-Creme, Gewinnung von Kamillenöl durch Wasserdampf-Destillation, Extraktion ätherischer Öle, Versuche zur Unterscheidung verschiedener Emulsionen, Herstellung von Seifenblasen-Lösung.

#### Beispiele für Projekte:

„Klassisches und alternatives Waschen“, „Das Molke-Projekt“, „Das Kosmetik-Projekt“, „Das Zeolith-Projekt“, „Waschmittel und Nachhaltigkeit“, „Gewässer-eutrophierung“.

#### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

#### Gesundheitsförderung 11/13-1:

Ernährung, Verbraucherbildung

#### Energie-Konzept:

Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz.

#### Donator-Akzeptor-Konzept:

Aufstellen und Interpretieren von Redoxgleichungen, Säure-Base-Theorie nach Brönsted.

## Rohstoffe und Energie

Themen:

- **Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen**
- Nachhaltige Entwicklung
- Fossile, erneuerbare und alternative Rohstoffe

Das Thema „Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen“ wird verbindlich unterrichtet; die übrigen Themen können zusätzlich bearbeitet werden.

### Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen:

Einige Grundlagen wurden bereits in der Mittelstufe behandelt, müssen vertieft, erweitert und auf quantitativer Ebene (Nernst-Gleichung) bearbeitet werden.

| <b>Verbindliche Inhalte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Hinweise und Erläuterungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Modelle chemischer Bindungen:</b></p> <p>Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, Mesomerie, zwischenmolekulare Wechselwirkungen<br/>Metallische Bindung</p> <p><b>Chemisches Gleichgewicht:</b></p> <p>Enthalpie – Entropie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung</p> <p><b>Redox-Reaktionen:</b></p> <p>Spannungsreihe, Galvanische Zellen, Elektrolyse, Nernst-Gleichung<br/>Leclanché-Batterie<br/>Blei-Akkumulator, Zink-Luft-Batterie<br/>Elektroauto<br/>Brennstoffzellen, Methanol-Zellen<br/>Wirkungsgrad,</p> <p>Umweltaspekte:<br/>Entsorgung, Recycling</p> <p>Umweltbelastung, Nachhaltigkeit: Vergleich mit herkömmlichen Batterien</p> | <p><b>Beispiele für Schülerexperimente:</b></p> <p>Bau einer Zink-Kohle-Batterie, Bau eines Blei-Akkumulators, Spannungsmessungen verschiedener galvanischer Zellen bei unterschiedlichen Reaktionsbedingungen, experimentelle Bestätigung der Nernstschen Gleichung, Bestimmung von Löslichkeitsprodukten und Komplex-Stabilitätskonstanten u.a..</p> <p>Konstruktion und Betrieb einer Brennstoffzelle (vergl. Handreichung „Denken in Kreisprozessen und Vernetzungen“, BBS, 2002).</p> <p><b>Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:</b></p> <p><b>Verkehrserziehung 11/13-1:</b><br/>Ökonomische und ökologische Aspekte der Mobilität</p> |
| <p><b>Teilchen-Konzept:</b></p> <p>Interpretation von Wechselwirkungen und Teilchenverbänden.</p> <p><b>Gleichgewichtskonzept:</b></p> <p>Anwenden des Prinzips der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, Übertragen des Prinzips der Umkehrbarkeit auf elektro-chemische Reaktionen.</p> <p><b>Energie-Konzept:</b></p> <p>Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz, Herstellen von Beziehungen zwischen elektrochemischen Reaktionen und energetischen Aspekten.</p> <p><b>Donator-Akzeptor-Konzept:</b></p> <p>Aufstellen und Interpretieren von Redoxgleichungen.</p>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**Nachhaltige Entwicklung:**

In diesem Themenfeld sollen anhand konkreter Beispiele z.B. zur Derivatisierung, Energie-Effizienz (Wärmedämmung, Verbrauchssenkung durch neue Materialien im Fahrzeugbau), Recycling usw. die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung besprochen werden.

Einige Grundlagen wurden bereits in der Mittelstufe unterrichtet und können innerhalb des Pflichtthemas „Chemie am Menschen“ behandelt werden. Hier erfolgt eine Ergänzung und Vertiefung.

**Verbindliche Inhalte****Modelle chemischer Bindungen:**

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, Mesomerie, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

**Chemisches Gleichgewicht:**

Enthalpie – Entropie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung

Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung

Nachhaltige Chemie

Strategien der Nachhaltigkeit:

Erhöhung der Umwelteffizienz, Schließung von Stoffkreisläufen, Ressourcen- und umweltschonende Innovationen, Suffizienzstrategie

„Grüne Chemie“ (green chemistry):

Abfallvermeidung, Produktmaximierung durch Prozessoptimierung, Chemikalien- und Produktsicherheit, Energie-Effizienz, Derivatisierung, Katalyse, Abbau zu ungefährlichen Stoffen, Unfallsicherheit

**Hinweise und Erläuterungen****Beispiele für Schülerexperimente:**

vergl. Handreichung „Denken in Kreisprozessen und Vernetzungen“, AfS, 2002.

**Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:****Umwelterziehung11/13-1:**

Nachhaltigkeit in der ökologischen, ökonomischen und sozialen sowie kulturellen Entwicklung

**Umwelterziehung11/13-2:**

Zusammenhang globaler Umweltveränderungen und Unbestimmtheit der Voraussage künftiger Entwicklungen

**Struktur-Eigenschafts-Konzept:**

Schaffung von Basiswissen über die Struktur ausgewählter organischer Stoffe sowie Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

**Teilchen-Konzept:**

Anwenden von Modellen chemischer Bindungen, Entwicklung eines räumlichen Vorstellungsvermögens, Herstellen von Beziehungen zwischen der Unvollständigkeit von Reaktionen, ihrer Beeinflussbarkeit und der möglichen Ausbeute (MWG), Erkennen von Stoffkreisläufen.

**Energie-Konzept:**

Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz.

## Fossile, erneuerbare und alternative Rohstoffe

Wichtige Grundlagen wurden bereits in der Vorstufe unter dem Leitthema „Erdöl als Energieträger und Rohstoff“ in der Vorstufe behandelt und müssen nach Bedarf erweitert und vertieft werden.

### Verbindliche Inhalte

#### Struktur und Funktion von Molekülen:

Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ester

#### Modelle chemischer Bindungen:

Ionenbindung, Elektronenpaar-Bindung, Mesomerie, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Erdöl:

Vorkommen, Förderung, Chemische Zusammensetzung, Verarbeitung, Benzin, Diesel

Kohle, Gas, Kohle-, Heizöl-Kraftwerk

Kraft-Wärme-Kopplung

Wirkungsgrad

Biodiesel, Bioethanol, Methanol, Wasserstoff, Methan

Wind-, Wasser-, Solar-, Bioenergie, Geothermik

#### Chemisches Gleichgewicht:

Enthalpie – Entropie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung

Verbrennung von Benzin und Diesel

Katalysatorwirkung

Verbrennung von Biodiesel, Bioethanol, Methanol,

Wasserstoff, Methan in Motoren

Abgastechnologie, Katalysatoren

Fotovoltaik

Wirkungsgrad

Speicherung von Energieformen

#### Organische Reaktionsmechanismen:

Synthese von Biodiesel (RME) durch Umesterung

Umweltaspekte:

Abgastechnologie, Katalysatoren

### Hinweise und Erläuterungen

#### Beispiele für Schülerexperimente:

Destillation von Rohöl, Cracken von Rohöl, gaschromatographische Untersuchung von Destillaten

Verbrennung von Methanol durch oszillierende Reaktionen, vergl. Handreichung „Denken in Kreisprozessen und Vernetzungen“, AfS, 2002.

#### Beispiele für Projekte:

„Vom Erdöl zum Autobenzin“, „Vom Raps zum Biodiesel“.

#### Beispiele für fächerübergreifendes Arbeiten:

##### Biologie12-2.1:

System Erde

##### GeographieS-4.2:

Schonung natürlicher Ressourcen

### Struktur-Eigenschafts-Konzept:

Anwenden von Modellen chemischer Bindungen, Entwicklung eines räumlichen Vorstellungsvermögens, Schaffung von Basiswissen über die Struktur ausgewählter organischer Stoffe sowie Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

### Teilchen-Konzept:

Anwenden von Modellen chemischer Bindungen.

### Gleichgewichtskonzept:

Anwenden des Prinzips der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, Erkennen von Stoffkreisläufen.

### Energie-Konzept:

Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz.



### 3.4 Wahlthemenbereich der Grund- und Leistungskurse

Die Wahlthemenbereiche werden nur mit ihren Themen ohne Ausdifferenzierung aufgeführt.

#### **C h e m i e   i m   M e n s c h e n**

- **Nahrungsmittel**
- **Gesunde Ernährung**
- **Nahrungsmittel-Verwertung durch den Organismus**
- **Getränke**
- **Zubereitung von Nahrungsmitteln**

#### **C h e m i s c h e   F o r s c h u n g   –   i n n o v a t i v e   P r o d u k t e**

- **Chemische Forschung: Wege der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung**
- **Wege vom Konzept zur Synthese**
- **Vom Rohstoff zum Produkt**

#### **U m w e l t c h e m i e**

- **Boden**
- **Luft und Atmosphäre**
- **Wasser**
- **Klima**
- **Müll und Recycling**
- **Chemische Forschung – umweltfreundliche Produkte**
- **Nachhaltige Entwicklung**

#### **C h e m i e   u n d   K l i m a**

- **Chemie der Atmosphäre**
- **Chemie der Ozeane**
- **Treibhauseffekt**
- **Ozon und Ozonloch**
- **Klima**

## 4 Anforderungen und Beurteilungskriterien

### 4.1 Anforderungen

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Anforderungen am Ende der Studienstufe</b> | Am Ende der Studienstufe verfügen die Schülerinnen und Schüler allgemein über folgende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Fachkenntnisse</b>                         | <p>(Chemisches Wissen anwenden und strukturieren)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• besitzen Kenntnisse über Fakten, Begriffe, Gesetze und Theorien stoffumwandelnder Prozesse,</li><li>• erkennen die Zusammenhänge zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung der Stoffe und können diese fachgerecht darstellen,</li><li>• wenden Grundkenntnisse über Merkmale, Verlauf und Bedingungsabhängigkeit chemischer Reaktionen an,</li><li>• erkennen und nutzen Möglichkeiten der Vernetzung innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern,</li><li>• strukturieren erworbenes Wissen über Stoffe und chemische Reaktionen auf der Grundlage der facheigenen Basiskonzepte.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Fachmethoden</b>                           | <p>(Erkenntnismethoden der Chemie nutzen)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• haben Erfahrungen im selbstständigen Planen, Durchführen, Beobachten, Beschreiben und Auswerten von chemischen Experimenten,</li><li>• wenden geeignete Modelle zur Verdeutlichung und Erklärung chemischer Sachverhalte an,</li><li>• deuten chemische Reaktionen auf der Teilchenebene unter Einbeziehung quantitativer Aspekte,</li><li>• bilden Hypothesen und überprüfen diese experimentell,</li><li>• wenden mathematische Verfahren und Hilfsmittel zur Lösung exemplarischer chemischer Aufgaben an,</li><li>• nutzen den Computer zum Messen, zur Modellbildung, zur Berechnung oder zur Simulation.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Kommunikation</b>                          | <p>(in Chemie und über Chemie kommunizieren)</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• beschreiben und veranschaulichen konkrete chemische Sachverhalte unter angemessener Nutzung der Fachsprache,</li><li>• haben Erfahrungen im sachlogischen Argumentieren und schlüssigen Begründen chemischer Sachverhalte und Fragestellungen,</li><li>• präsentieren chemisches Wissen, eigene Standpunkte und Überlegungen sowie Lern- und Arbeitsergebnisse adressaten- und situationsgerecht,</li><li>• verfügen über Methoden der Darstellung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in unterschiedlichen Formen (Symbole, Formeln, Gleichungen, Tabellen, Diagramme, Grafen, Skizzen, Simulationen),</li><li>• interpretieren Texte und grafische Darstellungen und ziehen daraus Schlüsse,</li><li>• nutzen Informationsquellen, wählen Informationen gezielt und kritisch aus, erkennen Kernaussagen und verknüpfen diese mit dem erworbenen Wissen.</li></ul> |

(über die Bezüge der Chemie reflektieren)

**Reflexion**

Die Schülerinnen und Schüler

- betrachten Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven und bewerten diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,
- verfügen über Kenntnisse über die Bedeutung, Gewinnung und Verarbeitung wichtiger Rohstoffe, auch vor dem Hintergrund knapper werdender natürlicher Ressourcen,
- erkennen die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der angewandten Chemie in der Ernährungssicherung, Energieversorgung, Werkstoffproduktion, Informationstechnologie und Biotechnologie,
- wissen, dass chemische Erkenntnisse die Grundlagen für das Verständnis von Lebensvorgängen liefern,
- verfügen über eine naturwissenschaftlich begründete Umweltbildung und beurteilen Technikfolgen, wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit.

Das Niveau von Prüfungsaufgaben wird so gewählt, dass sie Leistungen in den folgenden drei Anforderungsbereichen ermöglichen:

- der Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang sowie das Beschreiben und Anwenden geübter Arbeitstechniken und Verfahren in einem wiederholenden Zusammenhang.
- der Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
- der Anforderungsbereich III umfasst das zielgerichtete Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler aus den gelernten Arbeitstechniken und Verfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbstständig aus, wenden sie in einer neuen Problemstellung an und beurteilen das eigene Vorgehen kritisch.

Die verschiedenen Anforderungsbereiche dienen der Orientierung für einen in den Ansprüchen ausgewogenen Unterricht und ermöglichen es, unterschiedliche Leistungsanforderungen nach dem Grad des selbstständigen Umgangs mit Gelerntem einzuordnen. Der Schwerpunkt der schriftlichen Prüfung liegt im Anforderungsbereich II.

#### 4.1.1 Vorstufe

Am Ende der Vorstufe verfügen die Schülerinnen und Schüler über folgende spezifische Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten:

**Anforderungen am Ende der Vorstufe**

Erdöl als Energieträger und Rohstoff

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die fraktionierte Destillation von Rohöl modellhaft und erklären die wirtschaftliche und chemische Bedeutung des Cracking- und Reforming-Prozesses,
- setzen Isomere der Alkane mit ihren stofflichen Eigenschaften in Beziehung

- stellen Verbrennungsreaktionen der Alkane unter dem Aspekt des Stoff- und Energieumsatzes und die Folgen der Verbrennung fossiler Rohstoffe für das Klima dar,
- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von Polyethylen und von PVC,
- setzen den Aufbau und die Eigenschaften von Doppelbindungen miteinander in Beziehung.

#### Alkohole als Energieträger und Rohstoff

##### Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die Brennstoffzelle als Möglichkeit zur Energiegewinnung aus Methanol,
- beschreiben die Darstellung von Ethanol durch alkoholische Gärung,
- geben die homologe Reihe der Alkohole an,
- erklären mit Hilfe des Modells der polaren Atombindung die Begriffe Dipolmolekül und Wasserstoffbrücken und erläutern damit physikalische Eigenschaften wie Siedepunkte, Löslichkeit oder hydrophilen bzw. hydrophoben Charakter der Alkohole,
- stellen die Oxidation von primären, sekundären und tertiären Alkoholen anhand von Oxidationszahlen und Redoxgleichungen dar ,
- erläutern Synthese und Verwendung von Carbonsäureestern,
- geben die homologe Reihe der Carbonsäuren an,
- erklären den Säurecharakter der Carboxylgruppe.

## 4.1.2 Grundkurse

Am Ende der Studienstufe verfügen die Schülerinnen und Schüler über folgende spezifische Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten:

#### Modelle chemischer Bindungen

##### Die Schülerinnen und Schüler

- erklären mit Hilfe von Modellvorstellungen über die Ionenbindung, die Elektronenpaar-Bindung und zwischenmolekulare Wechselwirkungen, metallische Bindung die Vielfalt der organischen Verbindungen,
- wenden die verschiedenen Formen der Isomerie (Konstitutions-, Stereo-Isomerie) auf Kohlenhydrat- und Protein-Moleküle an,
- erklären mit Hilfe der Modelle chemischer Bindungen die Struktur von Kohlenhydraten (glykosidische Bindung), Proteinen (Peptid-Bindung, Primär-, Sekundär-Strukturen), Fetten (Stimmgabel-Struktur), Seifen und Tensiden, Enzymen.

#### Chemisches Gleichgewicht

##### Die Schülerinnen und Schüler

- wenden das Prinzip von Le Chatelier an,
- erläutern den Verlauf einer chemischen Reaktion (Veresterung – Hydrolyse, Gleichgewichts- und energetische Vorgänge beim Waschvorgang, Protoly-sengleichgewichte von Fettsäuren) mit Stoff- und Energieumsatz.

#### Säure-Base-Reaktionen

##### Die Schülerinnen und Schüler

- wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Säure-Base-Reaktionen (Brönsted) an,
- beschreiben Säure-Base-Reaktionen qualitativ (pH-Wert, pKs-Wert, Säurestärke),
- erläutern die Bedeutung bestimmter pH-Werte für chemische Reaktionen (Protoly-sengleichgewichte von Aminosäuren, Zwitterion, isoelektrischer Punkt, Seifen-wirkung, Enzymwirkung),

- vergleichen Säure-Base- und Redox-Reaktionen miteinander und erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede (Protonen-, Elektronen-Übertragung, korrespondierendes Säure-Base-Paar/Redox-Halbzelle, Konzentrationsabhängigkeit, pH-Abhängigkeit).

#### Redox-Reaktionen

Die Schülerinnen und Schüler

- wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Redox-Reaktionen an,
- erklären die elektrochemische Spannungsreihe,
- beschreiben wichtige elektrochemische Quellen und erläutern Anwendungen,
- erläutern Brennstoffzellen und Methanol-Zellen.

#### Struktur und Funktion von Molekülen

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Struktur einiger Mono-, Di- und Polysaccharide und stellen diese durch Projektionsformeln (Fischer, Haworth) dar,
- erläutern die Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften,
- beschreiben die Struktur von  $\alpha$ -Aminosäuren, Peptiden und Polypeptiden,
- wenden unterschiedliche Bindungsarten auf Primär-, Sekundär-Strukturen an,
- beschreiben die Stimmgabelstruktur der Triglyceride,
- beschreiben und erklären den Einfluss des strukturellen Aufbaus auf die Eigenschaften von Kunststoffen.

#### Organische Reaktionsmechanismen

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die Veresterung,
- erklären die basische Hydrolyse eines Triglycerids,
- erläutern die Prinzipien der Polymerisation und Polykondensation.

### 4.1.3 Leistungskurse

Am Ende der Studienstufe verfügen die Schülerinnen und Schüler über folgende spezifische Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten:

#### Modelle chemischer Bindungen

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären mit Hilfe von Modellvorstellungen über die Ionenbindung, die Elektronenpaar-Bindung, metallische Bindung, die Mesomerie und zwischenmolekulare Wechselwirkungen die Vielfalt der organischen Verbindungen,
- wenden die verschiedenen Formen der Isomerie (Konstitutions-, Stereo-Isomerie) auf Kohlenhydrat- und Protein-Moleküle an,
- erklären mit Hilfe der Modelle chemischer Bindungen die Struktur von Kohlenhydraten (glykosidische Bindung), Proteinen (Peptid-Bindung, Primär-, Sekundär-, Tertiär-Strukturen, Faser- und Sklero-Proteine), von Benzol und Farbstoff-Molekülen ( $\omega$ -Phenylpolyenale, Azofarbstoffe, Indigo).

## Chemisches Gleichgewicht

## Die Schülerinnen und Schüler

- wenden das Prinzip von Le Chatelier an und berechnen mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes die Lage chemischer Gleichgewichte,
- beschreiben den Verlauf einer chemischen Reaktion (Halbacetalgleichgewicht, Veresterung – Hydrolyse, Gleichgewichts- und energetische Vorgänge beim Waschvorgang, Protolysengleichgewichte von Fettsäuren) mit ihrem Stoff- und Energieumsatz,
- erklären mit Hilfe von Enthalpie und Entropie den Verlauf einer chemischen Reaktion.

## Säure-Base- Reaktionen

## Die Schülerinnen und Schüler

- wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Säure-Base-Reaktionen (Brönsted) an,
- erläutern Säure-Base-Reaktionen quantitativ (Massenwirkungsgesetz, pH-Wert, pKs-Wert, Säurestärke, Pufferlösungen, Henderson-Hasselbalch-Gleichung),
- erläutern die Bedeutung bestimmter pH-Werte für chemische Reaktionen (Halbacetalgleichgewicht von  $\alpha$ -,  $\beta$ -Glucose, Protolysengleichgewichte von Aminosäuren, Zwitterion, isoelektrischer Punkt),
- vergleichen Säure-Base- und Redox-Reaktionen miteinander und erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede (Protonen-, Elektronen-Übertragung, korrespondierendes Säure-Base-Paar / Redox-Halbzelle, Konzentrationsabhängigkeit, Nernst/Henderson-Hasselbalch, pH-Abhängigkeit).

## Redox-Reaktionen

## Die Schülerinnen und Schüler

- wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Redox-Reaktionen an,
- erklären die elektrochemische Spannungsreihe,
- berechnen elektrochemische Reaktionen mit Hilfe der Nernst-Gleichung,
- beschreiben wichtige elektrochemische Quellen und erläutern Anwendungen,
- erläutern Brennstoffzellen und Methanol-Zellen.

## Struktur und Funktion von Molekülen

## Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Struktur einiger Mono-, Di- und Polysaccharide (Stärke, Cellulose) durch Projektionsformeln (Fischer, Haworth),
- erläutern die Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften,
- beschreiben die allgemeine Struktur von  $\alpha$ -Aminosäuren, Peptiden und Polypeptiden,
- wenden unterschiedliche Bindungsarten auf Primär-, Sekundär- und Tertiär-Strukturen an,
- beschreiben und erklären den Einfluss des strukturellen Aufbaus auf die Eigenschaften von Kunststoffen,
- erklären Farbigkeit als Wechselwirkung von Strahlung und Materie,
- erklären wichtige Zusammenhänge von Struktur und Farbigkeit mit verschiedenen Modellen (Mesomerie-Modell,  $\omega$ -Phenylpolyenale, Wittsches Chromophor-Modell).

## Organische Reaktionsmechanismen:

## Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die Veresterung,
- erklären die basische Hydrolyse eines Triglycerids,
- erläutern die Prinzipien der Polymerisation und Polykondensation,
- erklären die elektrophile Substitution an Benzol.

## 4.2 Beurteilungskriterien

Durch die gemeinsame Erarbeitung von Bewertungskriterien für die Einschätzung des eigenen Lernfortschritts und den der Mitschülerinnen und -schüler und die konstruktive Rückmeldung durch den Lehrenden werden die Jugendlichen befähigt, ihre eigenen Lernprozesse zu optimieren.

Ein Merkmal chemischen Forschens ist das Aufstellen von Hypothesen, ihre experimentelle Überprüfung, ihre Bestätigung oder aber auch ihr Verwerfen aufgrund „falscher“ Annahmen. Die Lernenden sollen erfahren, dass „Fehler“, ihre Analyse und Korrektur eine entscheidende Voraussetzung nicht nur chemischen Arbeitens sind. Sie lernen so zu verstehen, dass die Bewertung Ihrer Leistungen, das Erkennen von Stärken und Fehlern, eine wichtige Grundlage für den Ausbau ihrer Kenntnisse und die Weiterentwicklung ihrer Fähigkeiten ist.

Bewertungskriterien für Unterrichtsgespräche können zum Beispiel sein:

### Unterrichtsgespräche

- situationsgerechte Einhaltung von Gesprächsregeln,
- Anknüpfungen an Vorerfahrungen und den erreichten Sachstand,
- sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit,
- Verständnis anderer Gesprächsteilnehmer und Bezug zu ihren Beiträgen,
- Ziel- und Ergebnisorientierung,
- fachliche Richtigkeit,
- eigene Formulierungen zur Deutung chemischer Zusammenhänge,
- Beschränkung auf das fachlich Wesentliche,
- Eingehen auf Leitfragen,
- Vollständigkeit,
- Beantwortung von Fachfragen,
- fachliche Verständlichkeit,
- Anschaulichkeit (unter Verwendung audiovisueller Hilfsmittel),
- Aktivierung der Zuhörer durch Fachfragen.

Beurteilungskriterien für Phasen individueller Arbeit, z.B. beim Entwickeln eigener Forschungsfragen, Recherchieren und Untersuchen, können sein:

### Individuelle Arbeit

- Einhaltung verbindlicher Aufgaben, Absprachen und Regeln,
- Anspruchsniveau der Aufgabenauswahl,
- Zeitplanung und Arbeitsökonomie, konzentriertes und zügiges Arbeiten,
- Übernahme der Verantwortung für den eigenen Lern- und Arbeitsprozess,
- Einsatz und Erfolg bei der Informationsbeschaffung,
- Flexibilität und Sicherheit im Umgang mit Werkzeugen,
- Aufgeschlossenheit und Selbstständigkeit, Alternativen zu betrachten und Lösungen für Projekte finden,
- Auswahl, Durch- und Vorführung von Schülerdemonstrationsexperimenten,
- Planung, Bereitstellung und Betreuung von „Lernstationen“ (Experten).

Beurteilungskriterien für Gruppenarbeiten und Leistungen im Team können sein:

### Arbeit im Team

- Initiativen und Impulse für die gemeinsame Arbeit,
- Planung, Strukturierung und Aufteilung der gemeinsamen Arbeit,
- Kommunikation und Kooperation,
- Abstimmung, Weiterentwicklung und Lösung der eigenen Teilaufgaben,
- Integration der eigenen Arbeit in das gemeinsame Ziel.

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Produkte</b>                                        | <p>Beurteilungskriterien für Produkte wie Protokolle, Ausstellungsbeiträge, Präsentationen, Internetseiten, Wettbewerbsbeiträge, besondere Lernleistung können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingrenzung des Themas und Entwicklung einer eigenen Fragestellung,</li> <li>• Umfang, Strukturierung und Gliederung der Darstellung,</li> <li>• methodische Zugangsweisen, Informationsbeschaffung und -auswertung,</li> <li>• sachliche, begriffliche und sprachliche Klarheit,</li> <li>• Schwierigkeitsgrad und Eigenständigkeit der Erstellung,</li> <li>• kritische Bewertung und Einordnung der Ergebnisse,</li> <li>• Adressatenbezug, Anschaulichkeit und Medieneinsatz,</li> <li>• Ästhetik und Kreativität der Darstellung,</li> <li>• Dokumentation der Arbeit (z.B. Arbeitsmappe, Plakate).</li> </ul>                                                     |
| <b>Lerntagebuch, Arbeitsprozessbericht</b>             | <p>Beurteilungskriterien für Lerntagebücher und Arbeitsprozessberichte mit Beschreibungen zur individuellen Ausgangslage, zur eigenen Teilaufgabe, zur Vorgehensweise, zum Umgang mit Irrwegen und Fehlern, zu den individuellen Tätigkeiten und Ergebnissen sowie zu den Lernfortschritten können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der eigenen Ausgangslage, der Themenfindung und -eingrenzung, der Veränderung von Fragestellungen,</li> <li>• Darstellung der Zeit- und Arbeitsplanung, der Vorgehensweise, der Informations- und Materialbeschaffung,</li> <li>• Fähigkeit, Recherchen und Untersuchungen zu beschreiben, in Vorerfahrungen einzuordnen, zu bewerten und Neues zu erkennen,</li> <li>• konstruktiver Umgang mit Fehlern und Schwierigkeiten,</li> <li>• selbstkritische Beurteilung von Arbeitsprozess und Arbeitsergebnis.</li> </ul> |
| <b>Schriftliche Lern-<br/>erfolgskontrollen</b>        | <p>Beurteilungskriterien für schriftliche Lernerfolgskontrollen wie Hausarbeiten, Protokolle, Tests und Klausuren können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit,</li> <li>• Übersichtlichkeit und Verständlichkeit,</li> <li>• Reichhaltigkeit und Vollständigkeit,</li> <li>• Eigenständigkeit und Originalität der Bearbeitung und Darstellung.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Weitere Lernsituationen<br/>und Arbeitsprodukte</b> | <p>Lehrerinnen und Lehrer initiieren und gestalten mit ihren Kolleginnen und Kollegen und Schülerinnen und Schülern weitere Lernsituationen und Arbeitsprodukte wie Projekte, Praktika, Gestaltung von Unterrichtsstunden durch Schülerinnen und Schüler, Podiumsdiskussionen, Rollen- und Planspiele und entwickeln entsprechende Beurteilungskriterien.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Fachkonferenz</b>                                   | <p>Die Fachkonferenz stimmt die Bereiche und Kriterien für die Leistungsbeurteilung ab und legt sie fest</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Transparenz</b>                                     | <p>Die Lehrkraft erläutert den Schülerinnen und Schülern die Anforderungen, die erwarteten Leistungen sowie die Beurteilungskriterien. Bei der konkreten Auslegung der Beurteilungskriterien werden die Schülerinnen und Schüler beteiligt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |