



Hessisches Kultusministerium



HESSEN



Berufliche Schulen  
des Landes Hessen

**Lehrplan**  
**Berufliches Gymnasium**  
**Fachrichtung Technik**  
**Schwerpunkt Chemietechnik**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Teil A Grundlegung für das Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Chemietechnik</b>	<b>2</b>
1 Aufgaben und Ziele des Faches	2
2 Didaktisch – methodische Grundlagen	3
3 Umgang mit dem Lehrplan	5
<b>Teil B Unterrichtspraktischer Teil</b>	<b>6</b>
1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze	6
2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)	7
11.1 Grundlagen chemischer Reaktionen an technisch wichtigen Beispielen	7
11.2 Das chemische Gleichgewicht in der Chemietechnik	9
3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)	12
LK 12.1 Technisch wichtige Kohlenstoffverbindungen	12
LK 12.2 Instrumentelle Analysetechniken (UV-VIS, IR, GC)	15
eGK 12.1 Umweltschutztechnik	17
4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)	19
LK 13.1 Vom Rohstoff zum Produkt	19
LK 13.2 Spezielle Stoffuntersuchungen	22
<b>Teil A Grundlegung für das Fach Technologie - Schwerpunkt Chemietechnik</b>	<b>23</b>
1 Aufgaben und Ziele des Faches	23
2 Didaktische und methodische Grundlagen	24
3 Umgang mit dem Lehrplan	25
<b>Teil B Unterrichtspraktischer Teil</b>	<b>26</b>
1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze	26
2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)	27
11.1 Labortechnische Grundoperationen	27
11.2 Qualitative und quantitative Analyseverfahren	29
3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)	31
GK 12.1 Synthesen organischer Verbindungen	31
GK 12.2 Instrumentell-analytische Untersuchungen	33
4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)	35
GK 13.1 Physikalisch-chemische Untersuchungen	35
GK 13.2 Projekte zu speziellen Stoffuntersuchungen	37
<b>Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase</b>	<b>38</b>

## Teil A Grundlegung für das Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Chemietechnik

### 1 Aufgaben und Ziele des Faches

Die Chemietechnik baut auf den Inhalten des Faches Chemie aus der Sekundarstufe I auf. In diesem Sinne sind die in den Lehrplänen für das Fach Chemie sowohl für die Sekundarstufe I als auch für die Sekundarstufe II genannten Aufgaben und Ziele für das Fach Chemietechnik uneingeschränkt zu nennen. Im Folgenden soll der besondere Charakter des Faches Chemietechnik herausgestellt werden.

Das Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Chemietechnik hat die Theorie und Praxis chemischer Produktionstechnik und Labortechnik sowie deren gesellschaftliche Voraussetzungen und Konsequenzen zum Thema. Diese beiden Technikbereiche sind voneinander abhängig und auf verschiedene Weisen miteinander verbunden. Die chemische Labortechnik schafft die wissenschaftlichen und technologischen Voraussetzungen für die Produktion, indem sie im Labormaßstab und in halbtechnischen Anlagen Produktionsverfahren und Produktlinien entwickelt und optimiert sowie im Rahmen qualitätssichernder Kontrollen der laufenden Produktion den erfolgreichen Produkteinsatz gewährleistet. Die chemische Produktionstechnik stellt die wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen für die ökonomische Realisation der Herstellung und Vermarktung von Produkten sicher.

Chemietechnik soll dabei auf eine zielorientierte und verantwortliche Veränderung der Umwelt durch den Menschen gerichtet sein. Dabei nutzt sie vorhandene Ressourcen (Stoffe, Energien, Informationen) zur Umsetzung technischer Gegenstände, Verfahren und Systeme. Sie ist durch ihre Produkte mit allen menschlichen Lebensbereichen verflochten. Deshalb kommt Chemietechnik nicht ohne die kritische Reflexion und Bewertung der Entwicklung und Anwendung ihrer Gegenstände, Verfahren und Systeme in Bezug auf die gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Folgen aus und muss bei Bedarf zur Diskussion über mögliche Alternativen auffordern.

Chemietechnik ist ein Fach, das wissenschafts- und berufspropädeutische Funktion besitzt. Der Unterricht in Chemietechnik leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Einführung in die Denk- und Arbeitsstrukturen empirischer Wissenschaften, berücksichtigt aber in einem besonderen Maße den Anwendungsaspekt der Chemie. Die Inhalte der Chemietechnik als zweitem Leistungsfach sind folgerichtig vor allem anwendungsbezogene Bereiche der Allgemeinen, der Anorganischen, der Organischen und der Physikalischen Chemie. Bei der Auswahl von Inhalten ist auch der Bezug zur beruflichen Tätigkeit einer Chemisch-technischen Assistentin bzw. eines Chemisch-technischen Assistenten zu berücksichtigen. Nach dem Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife im Schwerpunkt Chemietechnik kann in einem weiteren Jahr, das dem zweiten Ausbildungsjahr einer Höheren Berufsfachschule entspricht, die Qualifikation zur Chemisch-technischen Assistentin bzw. zum Chemisch-technischen Assistenten erworben werden.

Die Inhalte der Einführungsphase haben die Aufgabe, die Schülerinnen und Schüler an die Methoden und Verfahrensweisen der Naturwissenschaft Chemie heranzuführen. Der Unterricht soll problem- und handlungsorientiert sein. Durch das praktische Arbeiten im Labormaßstab wird die Grundlage für das spätere Arbeiten in der Berufswelt gelegt. Zur Ausübung der beruflichen Tätigkeit als Chemisch-technische Assistentin bzw. Chemisch-technischer Assistent sind bestimmte labortechnische Qualifikationen erforderlich. Diese Fähigkeiten werden begleitend zu der Vermittlung theoretischer Kenntnisse in den Fächern Technologie und Chemietechnik erworben. Zusätzliche labortechnische Fertigkeiten werden außerdem im ergänzenden Grundkurs vermittelt.

Die große Vielfalt des Faches Chemietechnik macht eine Auswahl an Themen notwendig. Bei der Auswahl muss sowohl die Vielfalt und Komplexität exemplarisch abgebildet als auch der konkrete Bezug der Lernenden zu ihren Alltagserfahrungen und zu potenziellen Berufsfeldern deutlich werden. Die hier angesprochenen Kurse des Faches Chemietechnik sind zudem so weit wie möglich mit den Fächern Chemie, Technologie, Physik und Biologie abzustimmen und als didaktische Einheit zu konzipieren.

Die Kursthemen sind so gewählt, dass sie sowohl hinsichtlich der lebensweltorientierten und beruflichen Zugangsmöglichkeiten für die Schülerinnen und Schüler als auch hinsichtlich der Möglichkeit der Vermittlung naturwissenschaftlicher Grundlagen und instrumenteller Fertigkeiten einen ganzheitlichen Bildungsgang ermöglichen. Die Orientierung der Themenstellungen und der Kursverläufe an der Analyse und Synthese chemischer Produkte sowie an der Produktion und Verwendung dieser Produkte soll sich als didaktisches Prinzip durch die gymnasiale Oberstufe ziehen. Bezogen auf diese labor- und produktionstechnischen Schwerpunktsetzungen thematisieren die Kurse mit zunehmender Komplexität typische Inhalte der Anorganischen und der Organischen Chemie sowie der Bio- und Umweltchemie ebenso wie praktische Aspekte der anorganischen und organischen Analytik und Synthese. Eine so realisierte Kursfolge ermöglicht damit, die Ganzheitlichkeit und Komplexität des Faches zu fundieren.

Die Schülerinnen und Schüler sollen eine Sichtweise entwickeln, die über die bloße Reproduktion fachlicher Kenntnisse und Fertigkeiten hinaus auf sozial und kulturell bedeutsame Handlungsfelder verweist und so eine kritisch-konstruktive Auseinandersetzung mit der chemischen Technologie aus einer die reine Berufsausübung überschreitenden, auf Lebenswelt und Umweltprobleme gerichteten Blickwinkel zulässt.

Über die instrumentelle Handhabung von großtechnischen Prozessen und deren naturwissenschaftlich-technischem Hintergrund hinaus werden auch die gesellschaftlichen und ökonomischen Auswirkungen der Laborarbeit, der Produktion und des Konsums kritisch hinterfragt, da sich die in der Chemietechnik besonders relevante Forderung nach verantwortlichem Handeln nur so einlösen lässt.

Auf Möglichkeiten der Umsetzung der besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben in den einzelnen Aufgabengebieten gemäß § 6, Abs. 4 HSchG wird in einem eigenen Abschnitt gesondert hingewiesen.

Der Unterricht im Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Chemietechnik des beruflichen Gymnasiums muss dazu führen, dass die im entsprechenden Abschlussprofil formulierten Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern erreicht werden können

## **2 Didaktisch – methodische Grundlagen**

Die Didaktik der Chemietechnik soll ermöglichen, dass die Fachwissenschaft als Teil einer komplexen Technik und der sozialen Wirklichkeit erkannt und verstanden werden kann. Eine besondere Aufgabe fällt der Fachdidaktik bezüglich der Integration von fachwissenschaftlichen Inhalten und Methoden mit den erziehungswissenschaftlichen Ansprüchen und Erkenntnissen zu.

Bei den einzelnen Unterrichtsinhalten sind die gültigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften in der jeweils aktuellen Fassung (z. B. Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht - Empfehlungen der Kultusministerkonferenz; MAK- und BAT-Werte Liste; Die neue Gefahrstoffverordnung), sowie die aktuellen Vorschriften über den Arbeitsschutz den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln. Daneben ist gezielt auf zu beachtende Aspekte beim Umgang mit einzelnen Stoffen bei der Lagerung und bei der Entsorgung hinzuweisen. Den Schülerinnen und Schülern ist ein Informationsblatt über die jeweils notwendigen Sicherheitsbestimmungen auszuhändigen.

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe zeichnet sich durch Orientierung an Schülerinnen und Schüler, aktive Mitbestimmungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Lernende, Zukunftsorientierung, interdisziplinäres Denken, Lernen und Handeln sowie die hierzu nötigen Handlungsräume aus. Ein didaktisches Konzept, das diese Grundprinzipien zeitgemäßen Unterrichtens zu realisieren vermag, ist der handlungsorientierte Unterricht. Ausgangspunkte des Lernens sind Handlungen, die von den Schülerinnen und Schülern selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, gegebenenfalls korrigiert und schließlich auch bewertet werden müssen. Diese Handlungen sollen die Erfahrungen der Lernenden integrieren und ein ganzheitliches Erfassen der Lebenswirklichkeit ermöglichen.

Das didaktische Vorgehen orientiert sich deshalb nicht an einem systematischen Gang der Fachwissenschaft Chemie. Trotzdem sollen wichtige Basiskonzepte erarbeitet werden:

- das Teilchenkonzept,
- die Korrelation zwischen Struktur und Eigenschaft,
- das Donator-Akzeptor-Prinzip,
- das Gleichgewichtskonzept,
- das Energiekonzept.

Handlungsorientierter Unterricht leistet die Verknüpfung der angeführten pädagogischen Prinzipien mit den hier aufgezählten fachlichen Basiskonzepten. Er lässt sich durch unterschiedliche Unterrichtsmethoden verwirklichen. Die methodische Unterrichtsplanung kann nicht vorgegeben werden, denn sie hat für jede Lerngruppe unter Berücksichtigung vielfältiger Aspekte individuell zu erfolgen. Auf jeden Fall sollen sowohl Schülerinnen- und Schülerinteressen berücksichtigt als auch aktuelle Themen aufgegriffen und moderne Unterrichtsmethoden verwendet werden. Das exemplarische Prinzip hat gegenüber der Vollständigkeit Vorrang. Auf eine enge Verknüpfung zwischen fachlichem Grundlagenwissen und seiner Übertragung in die Lebenswelt der Lernenden sowie die spätere Berufswelt soll großer Wert gelegt werden. Der Nutzung außerschulischer Lernorte kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu.

Hier wird deutlich, dass infolge der Komplexität der Themen fächerübergreifend gearbeitet werden muss. Fachwissen soll nicht zur Lösung isolierter Problemstellungen angewandt, sondern in größere Zusammenhänge eingeordnet und durch diese erschlossen werden.

Die Chemietechnik ist eine experimentelle Wissenschaft. Alle für die Sekundarstufe I im Lehrplan Chemie getroffenen Aussagen zum Experiment, seinen Funktionen, Organisationsformen usw. gelten auch in der gymnasialen Oberstufe. Komplexe Fragestellungen, die sich aus Lebens- und Berufswelt ergeben, besitzen einen hohen Motivationscharakter und fordern zum Problemlösen auf. Hier fördert die Wechselseitigkeit zwischen Experiment und Theorie das Verstehen dieser Prozesse.

Die in den Grundlegungen zur Arbeit nach den Lehrplänen in der Sekundarstufe I aufgezeigten Ansätze zur Ausbildung einer Methodenkompetenz müssen in der gymnasialen Oberstufe weiter entwickelt werden. Den verschiedenen Methoden des selbstständigen Lernens und des Wissenserwerbs sowie dem Denken in interdisziplinären Zusammenhängen kommt in der Oberstufe ein immer größeres Gewicht zu.

Dies gilt auch in Bezug auf die verschiedenen Möglichkeiten, die Ergebnisse des Lernens selbstständig zu präsentieren, zu erklären und dabei die sich bietenden Möglichkeiten der Informationstechnologie anzuwenden. Eine solche Fortentwicklung der Medienkompetenz kann in vielen Bereichen und Phasen des Unterrichts sinnvoll eingebunden werden und ist auch im Hinblick auf das fünfte Abiturprüfungsfach relevant.

Der Unterricht in der Qualifikationsphase soll so angelegt sein, dass, dem exemplarischen Prinzip entsprechend, die Übertragung der Kursinhalte aus 12.1 bis 13.1 auf vergleichbare neue Fragestellungen von Schülerinnen und Schülern geleistet werden kann.

### **3 Umgang mit dem Lehrplan**

Für jede Jahrgangsstufe sind verbindlich Kursthemen vorgegeben, die durch ergänzende Stichworte konkretisiert werden. Diese Unterrichtsinhalte stellen das Kerncurriculum des jeweiligen Faches dar und beanspruchen etwa zwei Drittel der insgesamt zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit. Die restliche Zeit wird durch Schulcurricula ergänzt, wobei die ausgewiesenen fakultativen Unterrichtsinhalte als Anregung dienen.

Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung beziehen sich auf die hier ausgewiesenen Unterrichtsinhalte aus den Leistungskursen der ersten drei Halbjahre der Qualifikationsphase. Die Aufgaben der mündlichen Abiturprüfung können sich zusätzlich auf die Unterrichtsinhalte des Prüfungshalbjahres (13.2) beziehen.

## Teil B Unterrichtspraktischer Teil

### 1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze

	Kursthemen	Stundenansatz
11.1	Grundlagen chemischer Reaktionen an technisch wichtigen Beispielen	80
11.2	Das chemische Gleichgewicht in der Chemietechnik	80
LK 12.1	Technisch wichtige Kohlenstoffverbindungen	100
LK 12.2	Instrumentelle Analysetechniken (UV-VIS, IR, GC)	100
eGK 12.1	Umweltschutztechnik	40
LK 13.1	Vom Rohstoff zum Produkt	100
LK 13.2	Spezielle Stoffuntersuchungen	100

## 2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

### 11.1 Grundlagen chemischer Reaktionen an technisch wichtigen Beispielen

#### Begründung

Der Unterricht in der Einführungsphase hat mehrere Funktionen zu erfüllen. Die Inhalte müssen die Möglichkeit bieten, unterschiedliche Lernvoraussetzungen, die typischerweise in den Lerngruppen der Einführungsphase des Beruflichen Gymnasiums zu beobachten sind, zu kompensieren. Ausgehend von der Erkenntnis, dass chemische Reaktionen für die Prozesse in großtechnischen Anlagen von entscheidender Bedeutung sind, steht das Thema „Grundlagen chemischer Reaktionen an technisch wichtigen Beispielen“ am Anfang der Einführungsphase. Es bietet die Möglichkeit, verschiedene Aspekte chemischer Reaktionen sowohl phänomenologisch als auch stöchiometrisch aufzugreifen und zu vertiefen. Die Vertiefung besteht darin, den Begriff der Stoffmenge anzuwenden und davon ausgehend Umsatz- und Ausbeuteberechnungen durchzuführen. Die Fragestellungen sind an produktions- und labortechnisch wichtigen Prozessen zu bearbeiten. Die experimentelle Umsetzung der Inhalte steht im Vordergrund des Kurses.

Bei Reaktionen in wässrigen Lösungen geht es um das Lösungsverhalten von Stoffen. Das Herstellen von Lösungen mit definierten Gehaltsangaben ist eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung chemischer Reaktionen in labor- und großtechnischem Maßstab. Weil Gase bei Prozessen in der Chemietechnik eine große Rolle spielen, wird das Thema Gasgesetze und technische Anwendungen vermittelt.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

#### Stichworte und Hinweise

Reaktionsgleichungen und ihre stöchiometrische Auswertung

Charakterisierung chemischer Reaktionen  
Reaktionsgleichungen  
Stoffmenge  
Umsatz- und Ausbeuteberechnungen mit Reinstoffen

Reaktionen in wässrigen Lösungen

Lösen von Stoffen in Wasser  
Gehaltsangaben (Massenanteil, Massenkonzentration, Stoffmengenkonzentration)  
Herstellen von Lösungen  
Mischungsgleichung  
Umsatzberechnungen mit Stoffgemischen  
Technische Anwendungen

Gasgesetze und die technische Anwendung

Allgemeine Gasgleichung  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$   
Kompression und Entspannung von Gasen  
Transport und Lagerung von Gasen,  
Umgang mit Gasen im Labor

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten



**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Reaktionsgleichungen und ihre stöchiometrische Auswertung

Reaktionsenthalpien, Satz von Hess  
Gravimetrie

Reaktionen in wässrigen Lösungen

Löslichkeit  
Lösungswärme

Gasgesetze und die technische Anwendung

Osmose, Dampfdruck

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Chemische Sachverhalte, wie Reaktionsgleichungen, das Lösen von Stoffen und die Gasgesetze, werden mit Modellen veranschaulicht. Experimentelle Schülerübungen sind während des ganzen Halbjahres vorzusehen. Das Arbeiten mit Tafeln und Nachschlagewerken spielt bei der Berechnung der molaren Masse, der Umsatz- und Ausbeuteberechnung und außerdem beim Herstellen von Lösungen eine wichtige Rolle.

**Querverweise**

Chemische Formeln und Reaktionsgleichungen, die chemische Reaktion, Stoffumsatz: Chemie

Druck: Physik

Dreisatz, Proportionale Zuordnungen, lineare Gleichungssysteme: Mathematik

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Informationen aus dem Internet über spezielle Reaktionen und Verfahren, sowie Gasgesetze, Animationen aus dem Internet, z.B. zu Gasgesetzen

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Transport und Lagerung von Gasen, Umgang mit Gasen im Labor

## 11.2

## Das chemische Gleichgewicht in der Chemietechnik

**Begründung**

Die Beschäftigung mit chemischen Gleichgewichten und ihrer Beeinflussung rundet die Einführungsphase ab. Chemische Gleichgewichte wurden in dieser Ausführlichkeit in der Sekundarstufe I nicht behandelt. Hier werden zudem wichtige Merkmale der Reaktionsführung von chemischen Prozessen diskutiert. Ausgewählte Inhalte der Einführungsphase werden in der Qualifikationsphase in Form eines Spiralcurriculums aufgegriffen und vertieft.

Der Kurs besteht aus zwei Teilen:

1. Massenwirkungsgesetz und dessen Anwendung in technisch wichtigen Prozessen und
2. Säure / Base-Reaktionen als Anwendung des Massenwirkungsgesetzes.

Er dient dem prinzipiellen Verständnis chemischer Sachverhalte und soll überwiegend experimentell sowie auf technisch relevante Anwendungen hin orientiert sein.

Zu 1.: Die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen führt zu einem Gleichgewichtszustand, den es zu charakterisieren gilt. Dazu dienen das Massenwirkungsgesetz und die Gleichgewichtskonstante. Die Beeinflussung der Lage von Gleichgewichten durch Druck, Temperatur und Konzentration (Le Chateliersches Prinzip) ist ein zentraler Punkt bei der großtechnischen Realisierung chemischer Reaktionen. Zur Bearbeitung werden technisch relevante Prozesse, z.B. die Schwefelsäureherstellung, herangezogen. Auch die technische Realisierung der Größen  $p$ ,  $T$  und  $c$  bei chemischen Prozessen, z. B. eine Druckerhöhung in einem Reaktionskessel, ist Thema.

Zu 2.: Wichtig für chemische Reaktionsführungen ist der pH-Wert der Lösung. Dazu muss die Säure / Base-Theorie nach Brönsted erarbeitet werden. Säure-Base-Reaktionen werden als Protonenübertragungsreaktionen beschrieben (Protonendonator und -akzeptormodell). Säuren und Laugen zählen zu den bedeutendsten Industriechemikalien. Die Nomenklatur von Säuren und Basen muss beherrscht werden. Die technische Bedeutung relevanter Säuren und Laugen ist hervorzuheben.

Um Puffer zu verstehen, müssen die Eigenschaften von schwachen Säuren und Basen erklärt, Titrationskurven aufgenommen und gedeutet werden. Puffer sind nicht nur in biologischen Systemen von grundlegender Bedeutung, sie spielen auch bei technischen Prozessen eine zentrale Rolle.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte**

Massenwirkungsgesetz und dessen Anwendung in technisch wichtigen Prozessen

**Stichworte und Hinweise**

Gleichgewichtsreaktionen: MWG, Gleichgewichtskonstanten ( $K_c$ ,  $K_p$ ), Le Chateliersches Prinzip  
Reaktionsführung (z.B. Schwefelsäureherstellung)  
technische Möglichkeiten zur Beeinflussung der Gleichgewichtslage (Druck, Temperatur, Absorption)  
Umsatz- und Ausbeuteberechnungen

Säure-Base-Reaktionen als Anwendung des Massenwirkungsgesetzes

Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage der Brönsted-Definition  
 Nomenklatur der wichtigsten Säuren und ihrer Salze  
 technische Bedeutung von Säuren und Basen  
 Autoprotolyse des Wassers, Ionenprodukt, pH-Wert Berechnungen  
 Titrationskurve für starke Säure/starke Base (HCl / NaOH), Neutralisation  
 Indikatorenwahl  
 Stärke von schwachen Säure- und Base-Lösungen ( $pK_S$ ,  $pK_B$ )  
 pH-Wert Berechnungen für schwache Säuren  
 Titrationskurve schwache Säure/starke Base (Essigsäure / NaOH)  
 pH-Wert Berechnungen von Salzlösungen (am Äquivalenzpunkt)  
 Henderson-Hasselbalch-Gleichung  
 Puffersysteme, Bedeutung von Puffersystemen beim Führen von chemischen Reaktionen

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten

#### Fakultative Unterrichtsinhalte

#### Stichworte und Hinweise

Massenwirkungsgesetz und dessen Anwendung in technisch wichtigen Prozessen

Lösungsgleichgewichte von Salzen, Löslichkeitsprodukt

Säure-Base-Reaktionen als Anwendung des Massenwirkungsgesetzes

historische Entwicklung der Säure-Base-Theorie  
 mehrprotonige schwache Säuren

#### Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Die Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts kann durch Modelle unterstützt werden. Bei diesem Thema bietet sich Gruppenarbeit zu ausgewählten Problemstellungen an. Dabei geht es auch um die Präsentation von Ergebnissen. Das eigenständige Planen, Durchführen und Auswerten von Versuchen auch mit Hilfe von Messwerterfassungsprogrammen und Auswertungsroutinen soll vorgesehen werden. Dabei ist die Arbeit mit Tabellen und Nachschlagewerken unerlässlich. Zum Thema „die technische Bedeutung von Säuren und Basen“ bietet sich ein projektähnlicher Unterricht an, der mit dem selbstständigen Beschaffen von Informationen (Expertenbefragung, Internetrecherche, Textarbeit) einhergeht. Die didaktische Methode des Kugellagers unterstützt das Verständnis ebenso wie Exkursionen und Unterrichtsfilme.

### **Querverweise**

Säuren, Laugen, Salze, Protolysereaktionen, das chemische Gleichgewicht: Chemie

Puffersysteme: Biologie

Lineare Gleichungen, Dreisatz, Quadratische Gleichungen, Logarithmen: Mathematik

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung:  
Berechnen und Darstellen von Titrationskurven mit dem Computer, Datenauswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm, Arbeiten mit elektronischen Fachlexika, Informationen aus dem Internet über Produktion und Verfahren der chemischen Industrie

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Störung stofflicher Gleichgewichte

### 3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)

#### LK 12.1

#### Technisch wichtige Kohlenstoffverbindungen

##### Begründung

Aufbauend auf den Kenntnissen der Einführungsphase werden in diesem Kurs weitere technisch bedeutsame Stoffklassen erarbeitet. Auf die Anordnung der Inhalte nach fachsystematischen Gesichtspunkten wird verzichtet. Das strukturierende Prinzip besteht vielmehr in der Ordnung der ausgewählten Verbindungen nach funktionellen Gruppen. Aus dieser Einordnung sind für jede Verbindungsklasse charakteristische physikalische und chemische Eigenschaften abzuleiten und zu erklären (Struktur-Eigenschafts-Prinzip). Ein besonderes Gewicht wird den typischen Reaktionen und Reaktionsmechanismen der angeführten Stoffklassen beigemessen. Diese Mechanismen sind nicht isoliert zu betrachten, sondern sollen mit Blick auf die Planung / Durchführung von Ein- und Mehrstufensynthesen zur Herstellung wichtiger organischer Zwischen- und Endprodukte angewandt werden. Dabei sind, den Maßgaben der Reaktionstechnik entsprechend, Einflussgrößen auf die technische Realisation dieser Synthesen (Reaktionsbedingungen, Stoffführung, Reaktionswärme, Möglichkeiten der Ausbeuteerhöhung etc.) zu berücksichtigen. Die verfahrenstechnischen Gegebenheiten sollen in Form von Grund- und Verfahrensfleißbildern nach DIN interpretiert werden.

Zur Planung und Durchführung von Synthesen gehören neben der Berechnung von Ansatzgrößen und der Überprüfung der erzielten Ausbeute auch Möglichkeiten der Charakterisierung von Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukten. Die Methoden der qualitativen und quantitativen Elementaranalyse (Chemie, 11.2) und der Säure-Base-Titration (Chemietechnik, 11.1) sollen hierzu eingesetzt werden.

##### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Alkanole  
(am Beispiel: Ethanol, 2-Methyl-2-butanol)

Alkansäuren (am Beispiel von Ethansäure)

##### Stichworte und Hinweise

Steckbrief der Alkanole (Strukturmerkmale, physikalische Eigenschaften, Oxidierbarkeit)  
Reaktionsmechanismen: nukleophile Substitution, Eliminierung  
Großtechnische Darstellung von Ethanol, 2-Methyl-2-butanol

Steckbrief der Alkansäuren (Strukturmerkmale, physikalische Eigenschaften, Acidität, Aciditätsunterschiede (Mesomerie, -energie, I-Effekt))  
Anwendung/Vertiefung von pH-Wert Berechnungen  
Reaktion: Veresterung  
Möglichkeiten der Gleichgewichtsverschiebung, Gleichgewichtsberechnungen (vertiefend zu Chemietechnik 11.2)  
Großtechnische Darstellung von Ethansäure

Arene (am Beispiel von Phenol)

Eigenschaften des aromatischen Bindungssystems am Beispiel Benzen (delokalisiertes  $\pi$ -Elektronensystem)  
 Steckbrief Phenol (Strukturmerkmal, physikalische Eigenschaften)  
 Phenol: Großtechnische Herstellung, Acidität, chemische Reaktionen (Bromierung, Nitrierung)  
 Reaktionsmechanismen für Erst- und Zweitsubstitution, Substituenten I. und II. Ordnung, Erklärung der Regeln / der Reaktivität über induktive und mesomere Effekte, Kern- und Seitenkettenhalogenierung

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten

### Fakultative Unterrichtsinhalte

### Stichworte und Hinweise

Alkanole  
 (am Beispiel von Ethanol, 2-Methyl-2-butanol)

Physiologische Wirkung von Ethanol  
 Alkoholkonsum in der Gesellschaft  
 Ether: wichtige Vertreter, Darstellung (nach Williamson), Verwendung  
 Technische Herstellung und Verwendung von Methanal  
 Oxidation von primären und sekundären Alkoholen

Alkansäuren  
 (am Beispiel von Ethansäure)

Verseifung (Mechanismus)  
 Wichtige Dialkansäuren  
 Bestimmung der Säurekonstante wichtiger Alkansäuren

Arene (am Beispiel von Phenol)

Historie zur Strukturaufklärung des Benzens

### Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Da der Kurs vier Modellsubstanzen vorsieht, ist er für Gruppenarbeit an ausgewählten Problemstellungen prädestiniert, wobei die Ergebnisse angemessen zu präsentieren sind. Für die Bearbeitung spielt die Beschaffung von Informationen (Expertenbefragung, Internetrecherche, Textarbeit, Unterrichtsfilme, Exkursionen zu außerschulischen Lernorten) eine große Rolle. Experimentelle Übungen und die sie dokumentierenden Protokolle sind wichtige Bausteine des Kurses. Das Verständnis von organischen Synthesen wird durch die Veranschaulichung mit Modellen erleichtert.

### **Querverweise**

Erdöl, Erdgas, Kohlenstoffchemie: Chemie, Politik und Wirtschaft, Geschichte

Alkohol in der Gesellschaft: Politik und Wirtschaft

Abbau und Wirkung von Ethanol im menschlichen Organismus: Biologie

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung:  
Informationsbeschaffung aus dem Internet zu Stoffgruppen und großtechnischen Prozessen,  
Simulation am Beispiel organischer Reaktionsmechanismen und technischer Verfahren

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Aromaten und Umwelt, Umgang mit Gefahrstoffen

Gesundheitserziehung: physiologische Wirkung von Alkohol

Friedenserziehung: Giftgase und Sprengstoffe

## LK 12.2

## Instrumentelle Analysetechniken (UV-VIS, IR, GC)

**Begründung**

Um zu überprüfen, ob Synthesen den hergestellten Stoff in der erforderlichen Reinheit liefern, muss das Produkt analytisch charakterisiert und eine Qualitätskontrolle durchgeführt werden. In diesem Kurs werden Methoden der instrumentellen Analytik thematisiert, die sowohl im chemischen Labor als auch in der Produktion routinemäßig Anwendung finden. Hierbei dienen Fotometrie und Gaschromatographie der quantitativen und der qualitativen Analyse eines Stoffsystems. Die Strukturaufklärung von Stoffen ist ein Feld, das in der Forschung und Entwicklung neuer Verbindungen eine große Rolle spielt. Die Infrarot-Spektrometrie findet im Verbund mit anderen spektrometrischen Methoden hier ihr Haupteinsatzgebiet.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

UV-VIS-Spektrometrie und Fotometrie

Aufbau und Funktion eines UV-VIS-Spektrometers  
 Lambert-Beersches-Gesetz  
 Optische Methode zur quantitativen Analyse  
 Struktur-Eigenschafts-Beziehungen

Infrarot-Spektrometrie (IR)

Aufbau und Funktion eines IR-Spektrometers  
 Molekülschwingungen in Verbindung mit  
 Strukturmerkmalen chemischer Verbindungen  
 Optische Methode zur Strukturaufklärung  
 Interpretation von Spektren

Gaschromatographie (GC)

Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen  
 Chromatographische Trennmethode (Verteilung, Adsorption)  
 Quantitative Messungen am GC  
 Reinheitsprüfung von Substanzen  
 Qualitätsmanagement von Prozessen

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Andere chromatographische Trennverfahren

DC, HPLC

Andere spektrometrische Verfahren

Massenspektrometrie  
 NMR-Spektrometrie

UV-VIS-Spektrometrie und Fotometrie

Farbstoffchemie



## **Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Der Kurs beinhaltet drei wichtige instrumentelle Analysetechniken, bei deren Bearbeitung sich die Methoden des Stationenlernens und des Projektunterrichts anbieten. Dabei spielen Literatur- und Materialrecherchen eine große Rolle. Soweit an den Schulen möglich, werden zu den drei Methoden selbstständig Versuche geplant, durchgeführt und ausgewertet, dabei können Messergebnisse mit dem Computer ermittelt und ausgewertet werden.

### **Querverweise**

Optik - Strahlenmodell des Lichts: Reflexion, Brechung; Wellenmodell des Lichts: Beugung, Interferenz, Spektren; Linsen, optische Instrumente: Physik

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Computerunterstütztes Messen und Auswerten, Einsatz von automatischen Messwerterfassungsprogrammen (z.B. bei GC und UV-VIS), Datenauswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Untersuchung von Boden, Luft, Wasser, Lebensmitteln, Farbstoffen

## eGK 12.1

## Umweltschutztechnik

**Begründung**

Der ergänzende Grundkurs erweitert und vertieft die Inhalte des Leistungskurses Chemietechnik, indem er das gesellschaftlich relevante Thema Umweltschutz aufgreift. Zum einen werden Inhaltsstoffe und Schadstoffe in der Luft, im Wasser und im Boden untersucht, zum anderen wird die technische Realisierung von Anlagen, die den Umweltschutz gewährleisten, exemplarisch problematisiert. Innerhalb des Kurses können im Hinblick auf die Erfordernisse der an der Schule eingerichteten Doppelqualifikation Schwerpunktsetzungen vorgenommen werden.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Untersuchung der Luft

Funktion, Aufbau und Zusammensetzung der Atmosphäre

Basisinformationen über wichtige Luftschadstoffe (z.B. Stickoxide, Ozon, Kohlenstoffdioxid)

Messung wichtiger Luftschadstoffe

Untersuchung des Wassers

Oberflächengewässer (Untersuchung ausgewählter Gewässer)

Abwasser / Abwasserreinigung (Aufbau einer Kläranlage, technische Realisierung der Anlage, Automatisierungstechnik)

Untersuchung des Bodens

Analytik und Bewertung von Bodenuntersuchungen (Probennahme, Probenvorbereitung, bodenkundliche Laboruntersuchungen auf ausgewählte anorganische und organische Stoffe)

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Stoffkreisläufe

Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorkreislauf

Ausgewählte Schadstoffe in der Umwelt

Pestizide

Ausgewählte Untersuchungsmethoden

AAS

## **Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Die Themen bieten sich besonders gut für einen Projektunterricht mit dem selbstständigen Beschaffen von Informationen (Expertenbefragung, Internetrecherche, Textarbeit) und Präsentieren der Ergebnisse an. Das eigenständige Planen, Durchführen und Auswerten von Versuchen unter Benutzung von Standardsoftware wird geübt. Exkursionen, Unterrichtsfilme und Kurzreferate eignen sich zur didaktischen Arbeit.

### **Querverweise**

Ökologie, Flora und Fauna an Gewässern: Biologie

Rechtliche Fragen des Umweltschutzes, Klimaschutzabkommen: Politik und Wirtschaft

Ozonloch, Treibhauseffekt: Politik und Wirtschaft, Biologie, Physik, Chemie

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung:  
Computerunterstütztes Messen und Auswerten, Einsatz von automatischen Messwerterfassungsprogrammen, Datenauswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Untersuchung von Luft, Wasser, Boden

Gesundheitserziehung: Schutz der Umwelt zur Erhaltung der Gesundheit

## 4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)

### LK 13.1

### Vom Rohstoff zum Produkt

#### Begründung

Der Kurs greift sowohl die in der Jahrgangsstufe 11.2 gewonnenen Erkenntnisse über das Wesen von Gleichgewichtsreaktionen als auch die in der Jahrgangsstufe 11.1 eingeführten Redoxreaktionen auf. Diese Erkenntnisse werden auf wichtige Reaktionen von großtechnischer Bedeutung angewandt. Am Beispiel der Ammoniaksynthese (Haber-Bosch-Verfahren) werden einerseits die Auswirkungen der Druckerhöhung auf das Reaktionsergebnis, andererseits der Zusammenhang zwischen der Gleichgewichtslage und den energetischen Bedingungen dargestellt. Dabei wird besonderes Gewicht auf die freie Enthalpie der Reaktionen als Ursache für deren Ablauf gelegt. Dies soll zu einem tieferen Verständnis für die in der Technik angewandten Reaktionsbedingungen führen.

Am Beispiel der Chlor-Alkali-Elektrolyse wird der Unterschied zwischen freiwilligen und erzwungenen Reaktionen und zugleich der Zusammenhang zwischen chemischer und elektrischer Energie dargestellt.

Die angegebenen Inhalte sind auf die Beispiele Ammoniak-Synthese und Chlor-Alkali-Elektrolyse zu beziehen

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte.

#### Stichworte und Hinweise

Eigenschaften und Verwendung der Produkte

Je nach Beispiel (Ammoniak, Chlor, Natronlauge, Wasserstoff)

Beschreibung der Verfahren

Vorgänge bei der großtechnischen Herstellung: Haber-Bosch-Verfahren, Chlor-Alkali-Elektrolyse am Beispiel des Membranverfahrens (Grund- / Verfahrensflißbilder des Prozesses nach DIN)  
Besonderheiten der Prozesse (Katalyse, Nebenreaktionen)  
Probleme bei der Prozessführung und ihre Lösungen (Bsp.: Werkstoffanforderungen, Umweltprobleme, Arbeitssicherheit)  
Berechnung der Reaktionsenthalpien unter Standardbedingungen

Massenwirkungsgesetz: Vertiefung und Übertragung auf Gasreaktionen

Anwendung des Prinzips von Le Chatelier auf technisch wichtige Prozesse (Haber-Bosch-Verfahren)  
Entropie-Effekt: Änderung der Teilchenzahl (Haber-Bosch-Verfahren)/des Aggregatzustandes (Chlor-Alkali-Elektrolyse)  
pH-Wertabhängigkeit der Löslichkeit von Chlor

Die freie Enthalpie als Kriterium für den Ablauf von Reaktionen	Freie Enthalpie $\Delta G^\circ$ Zusammenhang von $\Delta G^\circ$ und Gleichgewichtskonstante, Temperaturabhängigkeit Zusammenhang $\Delta G^\circ$ und Zellspannung
Grundlagen technischer Elektrolysen am Beispiel Chlor-Alkali-Elektrolyse	Elektrochemische Spannungsreihe, Zersetzungsspannung Faraday-Gesetze
Produktions- bzw. labortechnische Problemlösungen und Anwendungen	Erzeugung von Druck und Wärme, Nutzung von Reaktionswärme Trennung der Produkte der Chlor-Alkali-Elektrolyse Überspannung und Elektrodenwahl Wasserstoffelektrode, elektrochemische pH-Wertmessung Umweltschutz (Ammoniak, Chlor und Natronlauge), Gefahren bei Lagerung und Transport von Stoffen
Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten	
<b>Fakultative Unterrichtsinhalte</b>	<b>Stichworte und Hinweise</b>
Andere großtechnische Verfahren	Salpetersäure-Herstellung, Schwefelsäure-Herstellung, Eisenverhüttung, Rohkupfer-Herstellung, Aluminium-Herstellung, Amalgam-Verfahren Historisch-politische bzw. wirtschaftliche Aspekte der technischen Prozesse
Spezielle anorganische Chemie	Ausgewählte Elemente
Weitere Themen zur Elektrochemie	Nernst-Gleichung und technische Anwendung galvanischer Elemente (z.B. Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen), Redox-titrationen

## Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Die beiden Prozesse bieten sich für einen projektähnlichen Unterricht an, der das selbstständige Beschaffen von Informationen (Expertenbefragung, Internetrecherche, Textarbeit) einschließt. Zu den Unterrichtsinhalten werden Versuche eigenständig geplant, durchgeführt und ausgewertet. Zur Veranschaulichung der großtechnischen Prozesse bieten sich Unterrichtsfilme an. Zur Durchführung der Berechnungen ist das Arbeiten mit Tabellen und Nachschlagewerken unerlässlich.

### Querverweise

Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen, chemisches Gleichgewicht, Elektrolyse und Ionenbegriff, Redoxreaktionen: Chemie

Wärmelehre, Arbeit und Energie: Physik

Ökonomische Aspekte der Großchemie: Politik und Wirtschaft

### Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Internetrecherche zu großtechnischen Prozessen und Verwendung der Produkte, Simulation großtechnischer Prozesse bei Veränderung der Reaktionsparameter, Nutzung von Datenbanken (z.B. Gefahrstoffe)

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Umgang mit Gefahrstoffen (z.B. Ammoniak, Chlor, Natronlauge, Wasserstoff), Sicherheitsaspekte, Gefahrstoffverordnung, Emissionen bei der Produktion, Ressourcenproblematik, Energieeinsatz bei der Elektrolyse

Friedenserziehung: Bedeutung der Ammoniaksynthese im 1. Weltkrieg

**LK 13.2****Spezielle Stoffuntersuchungen****Begründung**

Hier werden chemische und physikalische Verfahren zur Bestimmung synthetischer und natürlicher Stoffe vertiefend behandelt. Auch Makromoleküle am Beispiel von Naturstoffen und anderen Polymeren sollen genauer untersucht werden und ihre Bedeutung für Alltag und Technik erkannt werden.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise (zur Auswahl)**

Anwendungen klassischer und instrumenteller Analysenverfahren  
Chemische und physikalische Verfahren zur Bestimmung synthetischer und natürlicher Stoffe

Makromolekulare Stoffe  
Naturstoffe (Fette, Eiweiße, Kohlenhydrate)  
Polymerchemie

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Arzneimittel  
Synthese, Ausbeute, Reinheitsprüfung

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

In diesem Kurs können die Unterrichtsinhalte besonders gut mit der Methode des Stationenlernens bearbeitet werden. Auch Gruppenarbeit zu ausgewählten Problemstellungen oder Kurzreferate sind denkbare Unterrichtsmethoden. Die Veranschaulichung chemischer Strukturen (Naturstoffe: Fette, Eiweiße, Kohlenhydrate / Polymere) mit Modellen ist unerlässlich.

**Querverweise**

Physikalische Verfahren zur Bestimmung von Stoffen: Physik

Chemische Verfahren zur Bestimmung von Stoffen: Chemie

Naturstoffe (Fette, Kohlenhydrate, Eiweiße, Makromoleküle): Biologie, Chemie  
Kunststoffe: Chemie

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation technischer Prozesse und makromolekularer Strukturen, Nutzung von Datenbanken (z.B. Modelle makromolekularer Strukturen), 3-D-Darstellung von Molekülen

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Chancen und Risiken von Kunststoffen, Recycling, nachwachsende Rohstoffe und Stoffkreisläufe

## Teil A Grundlegung für das Fach Technologie - Schwerpunkt Chemietechnik

### 1 Aufgaben und Ziele des Faches

Das Fach Technologie-Schwerpunkt Chemietechnik begleitet, ergänzt und vertieft den Unterricht im Fach Technikwissenschaft - Schwerpunkt Chemietechnik. Während die Chemietechnik vor allem wissenschaftspropädeutische Funktionen besitzt und anhand ausgewählter, technikrelevanter Beispiele in die fachspezifischen Denk- und Verfahrensweisen einer empirischen Wissenschaft einführt, setzt sich Technologie schwerpunktmäßig mit labortechnisch-analytischen Anwendungen, Verfahren und Methoden auseinander. Das Fach Technologie trägt so dem hohen Praxisanteil Rechnung, der auf allen Ebenen der Chemieausbildung (von der beruflichen Grund- und Fachbildung bis zum Hochschulstudium) zum Ausdruck kommt.

Die Durchführung der Technologiekurse in Form von laborpraktischen Übungen ist deshalb unerlässlich. Technologieunterricht findet demzufolge überwiegend im Chemielabor statt und ist inhaltlich und zeitlich eng mit den jeweiligen Leistungskursen im Sinne einer theoriegeleiteten Praxis abgestimmt. Dieser unmittelbare Praxisbezug, das Arbeiten im Labor, bietet für alle Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit der Vermittlung von grundlegenden labortechnischen Fertigkeiten. Zusätzlich besteht Gelegenheit, moderne Synthese- und Analysemethoden in der laborpraktischen Anwendung zu realisieren. Die Schülerinnen und Schüler sammeln hier arbeits- und berufsweltorientierte Erfahrungen, die sie für ihr späteres Studium bzw. für ihre berufliche Tätigkeit unmittelbar einsetzen können.

Der Bezug zur Arbeits- und Berufswelt ist für diejenigen Schülerinnen und Schüler umso bedeutsamer, die von der im Beruflichen Gymnasium Schwerpunkt Chemietechnik bestehenden Möglichkeit Gebrauch machen, nach dem Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife in einem weiteren Jahr die Qualifikation zur Chemisch-technischen Assistentin bzw. zum Chemisch-technischen Assistenten zu erwerben (doppeltqualifizierender Bildungsgang). Die für diesen Bildungsgang notwendigen zusätzlichen chemischen und labortechnischen Kenntnisse und Fertigkeiten werden - außer im Fach Chemietechnik und im ergänzenden Grundkurs - im Verlauf der Einführungsphase und Qualifizierungsphase in den Kursen des Faches Technologie berücksichtigt und praxis- bzw. berufsorientiert vermittelt.

Der Komplex Arbeitssicherheit (Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften, Gefahrstoffverordnung, Umgang und Entsorgung von Gefahrstoffen u.a.) und Arbeitsschutz ist vor dem Hintergrund der beschriebenen laborpraktischen Ausrichtung für das Fach Technologie von besonderer Bedeutung. Eine zentrale Zielsetzung des Faches besteht darin, die Schülerinnen und Schüler für die grundsätzlich vorhandenen Gefahren der praktischen Laborarbeit zu sensibilisieren und ihnen ein angemessenes Wissen im Umgang mit potenziell gefährlichen Arbeitsstoffen zu vermitteln. Situationsgerechtes Verhalten im Labor schließt auch die Erkenntnis ein, dass jede Schülerin und jeder Schüler für die eigene Gesundheit und für die Unversehrtheit des anderen in besonderem Maße Verantwortung trägt.

In diesem Kontext ergeben sich insgesamt auch Fragen nach der Verantwortung des Menschen für seine Umwelt. Verantwortliches Handeln zielt auf die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen für jetzige und zukünftige Generationen. Maßnahmen des Umweltschutzes, der fachgerechten Entsorgung und des schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen werden im Rahmen des Technologieunterrichts besonders sinnfällig und vermitteln den Schülerinnen und Schülern ein Bewusstsein für die weit reichenden Konsequenzen menschlichen Handelns. Dass diese Folgenabschätzung nicht nur in Bezug auf die natürliche, sondern auch in Bezug auf die soziale und ökonomische Um- und Mitwelt geleistet wird, gehört zu den weiteren Zielsetzungen des Faches Technologie. Den Schülerinnen und



Schülern eröffnet sich so eine kritische Perspektive auf weitere gesellschaftlich relevante Handlungsfelder.

Auf Möglichkeiten der Umsetzung der besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben in den einzelnen Aufgabengebieten gemäß § 6, Abs. 4 HSchG wird in einem eigenen Abschnitt gesondert hingewiesen.

Der Unterricht im Fach Technologie - Schwerpunkt Chemietechnik des beruflichen Gymnasiums muss dazu führen, dass die im entsprechenden Abschlussprofil formulierten Anforderungen von den Schülerinnen und Schülern erreicht werden können

## 2 Didaktische und methodische Grundlagen

Die didaktisch-methodischen Grundlagen des Faches Technologie gehen von der pädagogischen Erfahrung aus, dass ein vertieftes Verständnis chemischer Prozesse vor allem auch durch die Verknüpfung von Theorie und deren praktischer Umsetzung bzw. Anwendung gefördert werden kann. Besondere Bedeutung kommt hier dem Experiment zu.

Der Unterricht ist so zu gestalten, dass die Schülerinnen und Schüler im Verlauf der Oberstufe die Durchführung der labortechnischen Versuche zunehmend eigenverantwortlich planen, durchführen und auswerten. Hierzu gehört, dass die Lernenden die Möglichkeit erhalten, Informationen selbstständig zu recherchieren, unterschiedliche Informationsquellen zu nutzen, Fachtexte auf die wesentlichen Aussagen zu reduzieren, die enthaltenen Informationen kritisch zu bewerten und mit dem bereits erworbenem Wissen zu verknüpfen.

Die Informationen können zum Erstellen von Versuchsvorschriften und Protokollen, zum Abfassen von Kurzberichten, Referaten oder Präsentationen aufgearbeitet werden. An dieser Stelle im Unterricht soll Standardsoftware zur Textverarbeitung Tabellenkalkulation und Präsentation eingesetzt werden. Die Einbeziehung moderner Informationstechnologien zur Förderung der Medienkompetenz ist an dieser Stelle nicht nur für den Umgang mit Informationen und deren Darstellung im Rahmen von Präsentationen notwendig, sondern auch für deren Einsatz z. B. zur Simulation von Experimenten oder komplexen technischen Prozessen.

Die Selbstverantwortung für den Lernprozess und die Ausprägung der Selbsttätigkeit verlangen von den Lernenden ein hohes Maß an Engagement. Versuche, die möglichst in Kleingruppen arbeitsteilig geplant, organisiert und durchgeführt werden, setzen seitens der Schülerinnen und Schüler die Bereitschaft und die Fähigkeit voraus, sich in einem kooperativen und hoch kommunikativen Prozess mit allen Mitgliedern des Teams auf den unterschiedlichen Ebenen der Arbeitsplanung und -vorbereitung auseinander zu setzen, auf deren Vorschläge einzugehen, zuzuhören, in Alternativen zu denken, eigene Standpunkte zu formulieren und diese auf fachlicher Basis argumentativ zu begründen. Der Unterricht muss so angelegt sein, dass diese Diskussionsprozesse zielorientiert geführt werden. Im Unterricht werden die Schülerinnen und Schüler dazu aufgefordert, chemische und labortechnische Sachverhalte unter Anwendung einer angemessenen Fachsprache zu beschreiben sowie sachlogisch und schlüssig zu argumentieren. Die Ergebnisse der Versuche müssen strukturiert protokolliert und dokumentiert werden. Die Regeln der good laboratory practise (GLP, Gute Labor-Praxis) sollen bei allen analytischen und synthetischen Aufgaben beachtet werden.

Bei den einzelnen Unterrichtsinhalten sind die gültigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften in der jeweils aktuellen Fassung (z. B. Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht - Empfehlungen der Kultusministerkonferenz; MAK- und BAT-Werte Liste; Die neue Gefahrstoffverordnung), sowie die aktuellen Vorschriften über den Arbeitsschutz den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln. Daneben ist gezielt auf zu beachtende Aspekte beim Umgang mit einzelnen Stoffen bei der Lagerung und bei der Entsorgung hinzuweisen. Den Schülerinnen

und Schülern ist ein Informationsblatt über die jeweils notwendigen Sicherheitsbestimmungen auszuhändigen.

In der Nachbetrachtung lernen die Schülerinnen und Schüler, unter Einbeziehung der theoretischen Grundlagen und der angestellten Beobachtungen, die Laborversuche in ihren einzelnen Verlaufsphasen kritisch zu reflektieren und abhängig vom jeweiligen Ergebnis die Planung und Durchführung zu modifizieren. Aus der Erfahrung mit gänzlich fehlgeschlagenen Experimenten lernen die Schülerinnen und Schüler mit persönlicher Frustration und den damit einhergehenden Belastungen in adäquater Weise umzugehen.

Die Schülerinnen und Schüler erhalten im Unterricht Gelegenheit, sich mit den spezifischen Denk- und Arbeitsweisen des Faches Technologie auseinander zu setzen. Das Erlernen fachspezifischer Strategien, das Erkennen von technischen Zusammenhängen sowie Prozessverständnis haben im Unterricht Vorrang vor isoliertem chemischen und technischem Faktenwissen. In der Diskussion und Interpretation der Versuchsergebnisse sind deshalb auch die Methoden und Verfahrensweisen der Qualitätssicherung und der Qualitätsverbesserung von labortechnischen Prozessen angemessen zu berücksichtigen.

Die beschriebene Förderung der Selbstständigkeit und Verantwortlichkeit der Schülerinnen und Schüler für den Lernprozess stärkt die Problemlösekompetenzen und die Entwicklung von Kooperations- und Kommunikationskompetenzen seitens der Lernenden. Aus diesen pädagogischen Zielsetzungen resultiert die Forderung nach möglichst variablen Organisations- und abwechslungsreichen Arbeitsformen als durchgängigem Unterrichtsprinzip.

Die Schülerinnen und Schüler übernehmen Verantwortung und organisieren Arbeitsprozesse selbst. Im Unterricht verändert sich folgerichtig auch die Rolle des Lehrenden. Sie besteht nicht mehr nur in der Präsentation von vorgegeben Lerninhalten und der Darlegung feststehender Wissensstrukturen, sondern auch darin, die Schülerinnen und Schüler in ihrem selbstständigen Lernprozess durch das Bereitstellen von Hilfen zu unterstützen.

Die im Technologieunterricht bearbeiteten Themen- und Problemstellungen sollen sich, dort wo es pädagogisch und fachlich sinnvoll ist, an der Erfahrungs- und Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler orientieren. Unterricht, der die Lebenswirklichkeit reflektiert, aktuelle Themen aus den gesellschaftlichen Bereichen wie Umwelt, Natur, Technik und Industrie, Forschung berücksichtigt und die Interessen der Lernenden einbezieht, hat erfahrungsgemäß einen großen motivierenden Effekt, nimmt er die Schülerinnen und Schüler doch als Individuen mit eigener Interessenlage wahr. Motivation und Interesse können verstärkt werden, wenn die Möglichkeit zur Durchführung von Projekten geboten wird. Projektunterricht unterstützt in besonderer Weise alle Arbeitsformen, die zu selbstständigem und eigenverantwortlichem Arbeiten anleiten. Bei der Entscheidung für eine, den beschriebenen Zielsetzungen des Technologieunterrichts angemessene Unterrichtsmethode sind besonders diejenigen Methoden zu berücksichtigen, die den Schülerinnen und Schülern selbstständiges Lernen ermöglichen.

### **3 Umgang mit dem Lehrplan**

Für jede Jahrgangsstufe sind Kursthemen vorgegeben, die durch ergänzende Stichworte konkretisiert werden. Diese Unterrichtsinhalte stellen das Kerncurriculum des jeweiligen Faches dar und beanspruchen etwa zwei Drittel der insgesamt zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit. Die restliche Zeit wird durch Schulcurricula ergänzt, wobei die ausgewiesenen fakultativen Unterrichtsinhalte als Anregung dienen.

## Teil B Unterrichtspraktischer Teil

### 1 Übersicht der Kursthemen und Stundenansätze

	<b>Kursthemen</b>	<b>Stundenansatz</b>
11.1	Labortechnische Grundoperationen	80
11.2	Qualitative und quantitative Analyseverfahren	80
GK 12.1	Synthesen organischer Verbindungen	60
GK 12.2	Instrumentell-analytische Untersuchungen	60
GK 13.1	Physikalisch-chemische Untersuchungen	60
GK 13.2	Projekte zu speziellen Stoffuntersuchungen	60

## 2 Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

### 11.1

### Labortechnische Grundoperationen

#### Begründung

In diesem Kurs werden die Grundoperationen für das experimentelle chemische Arbeiten im Labor erlernt. Dazu gehören einfache Grundtechniken, wie das Messen von Temperaturen, das Prüfen von Lösungen, das Bearbeiten von Glas, der Umgang mit Waagen und Volumenmessgeräten, das Bestimmen von physikalischen Größen, das Herstellen von Lösungen, das Trennen und Reinigen von Stoffgemischen und der Umgang mit Gasen. Außerdem werden der Umgang mit der persönlichen Schutzkleidung, der Umgang mit den Sicherheitsbestimmungen und den Sicherheits- und Versorgungseinrichtungen des Labors sowie ein dem Gefahrenpotential des Arbeitsplatzes angepasstes Verhalten geübt. Die Schülerinnen und Schüler sollen an ein verantwortungsbewusstes, Gefahren minimierendes Arbeiten herangeführt werden.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Verhalten im Labor und Umgang mit Chemikalien

Einfache Grundtechniken erlernen

Einführung in die Gerätekunde

Bestimmung physikalischer Größen

Lösungen

Trenn- und Reinigungsmethoden

#### Stichworte und Hinweise

Sicherheit am Arbeitsplatz:  
Rechtliche Grundlagen und ihre Umsetzung, Betriebsanweisungen, Gefahrensymbole, R- und S-Sätze, Sicherheitsdatenblatt, Einstufung von Gefahrstoffen  
Sicherheitseinrichtungen des Labors  
Entsorgung  
Reinhaltung der Geräte und der Laboreinrichtung

Temperaturmessung  
Dosieren und Mischen  
Erhitzen und Kühlen  
Prüfen von Lösungen  
Techniken der Glasbearbeitung  
Protokollführung

Standardgeräte  
Waagen - Massenbestimmung  
Volumenmessgeräte – Volumenbestimmung  
Messwerterfassung

Dichtebestimmung  
Siedepunkt- und Schmelzpunktbestimmung

Lösungen herstellen  
Gehaltsbestimmung von Lösungen  
Löslichkeit von Stoffen untersuchen

Homogene – heterogene Gemische  
Trennverfahren für Stoffgemische anwenden

Gasgesetze erläutern und anwenden

Arbeiten mit Gasen

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Weitere wichtige Methoden im Labor

Trocknungsmethoden

Bestimmung weiterer physikalischer Größen

Längen, Oberflächenspannung, Viskosität

Versuchsdurchführung und Auswertung

Computersysteme zur Bewältigung labor-technischer Aufgaben und zur Versuchsauswertung einsetzen

Versuche zur Stöchiometrie

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Zu den Unterrichtsinhalten werden Versuche eigenständig geplant, durchgeführt und ausgewertet, außerdem dient das Erstellen von Protokollen auch mit Hilfe von Standardsoftware (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation) zur Ergebnissicherung. Zur Informationsbeschaffung wird mit Tafeln und Nachschlagewerken gearbeitet.

**Querverweise**

Rechtliche Fragen von Verordnungen und ihre Umsetzung: Politik und Wirtschaft

Textverständnis, Texte abfassen: Deutsch

Temperaturmessung, Messung von physikalischen Eigenschaften: Physik

Anwendung mathematischer Operationen: Mathematik

Trennmethoden: Chemie

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Informationsbeschaffung aus dem Internet über spezielle Reaktionen und Verfahren

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Transport und Lagerung von Gasen, Umgang mit Gasen im Labor

Gesundheitserziehung: Sicheres Experimentieren im Labor ohne Gefährdung der eigenen Gesundheit, der Gesundheit der anderen und der Umwelt

Rechtserziehung: Umgang mit der Gefahrstoffverordnung, Auswirkungen auf die Arbeit im Labor

## 11.2

## Qualitative und quantitative Analyseverfahren

**Begründung**

Die klassischen Analyseverfahren spielen eine wichtige Rolle, da sie über handwerkliche Fähigkeiten hinaus das Verständnis für stattfindende chemische Vorgänge fördern.

Im Abschnitt qualitative Analyse werden Inhalte des Chemie-Kurses 11.1 wie: Periodensystem der Elemente, Prinzipien von Redoxreaktionen und Ausprägungen der chemischen Bindung aufgegriffen. Es werden Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie an praktischen Beispielen wiederholt und geübt. Die qualitative Analyse dient darüber hinaus dem Erlernen sorgfältigen Arbeitens und dem Erlernen des Umgangs mit kleinen Substanzmengen.

Die Gravimetrie erzieht zum präzisen Arbeiten und bereitet damit die anschließende Maßanalyse vor. Die quantitative Analyse ergänzt die Unterrichtsinhalte des parallel laufenden Kurses Technikwissenschaft. Sie liefert vielfältige Beispiele für die Anwendung der Säure-Base-Theorie und der Prinzipien des Massenwirkungsgesetzes. Vor allem das Massenwirkungsgesetz bereitet wichtige Inhalte der Leistungskurse in den Halbjahren 12.1 und 13.1 vor.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Qualitative Analyse

Probennahme  
Vorproben, Flammenfärbung  
Einfache qualitative Nachweisreaktionen für Anionen und Kationen  
Spezifität, Empfindlichkeit, Grenzkonzentration  
Querempfindlichkeiten gegenüber anderen Ionen

Gravimetrie

Einfache gravimetrische Analysen

Quantitative Analyse

Neutralisationstitrationen  
Auswertung und statistische Grundgrößen  
Erstellen von Arbeitsplänen

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Projektarbeit

Wasch- und Reinigungsmittel, Lebensmitteluntersuchungen, Untersuchung von Wasser und Boden

Andere Maßanalysen

Fällungstiteration, Redoxiteration, Komplexiteration

## **Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Zur Informationsbeschaffung wird mit Tafeln und Nachschlagewerken gearbeitet. Beim eigenständigen Planen und Experimentieren sollen verantwortungsbewusstes Umgehen mit Geräten und Chemikalien geübt sowie labortechnische Fertigkeiten gelernt werden. Außerdem dient das Erstellen von Protokollen auch mit Hilfe von Standardsoftware zur Ergebnissicherung.

### **Querverweise**

Säure / Base-Reaktionen, Stoffumsatz: Chemie

Textverständnis, Texte abfassen: Deutsch

Anwendung mathematischer Operationen: Mathematik

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Datenauswertung, Berechnen und Darstellen von Titrationskurven mit einem Tabellenkalkulationsprogramm, Arbeiten mit elektronischen Fachlexika

Gesundheitserziehung: Sicheres Experimentieren im Labor ohne Gefährdung der eigenen Gesundheit, der Gesundheit der anderen und der Umwelt

### 3 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 12)

#### GK 12.1

#### Synthesen organischer Verbindungen

##### Begründung

Dieser Kurs soll in enger Verzahnung mit dem Leistungskurs durchgeführt werden. Im Schwerpunkt Chemietechnik haben sowohl Technologie als auch Technikwissenschaft in diesem Halbjahr die typischen Reaktionen organischer Substanzen zum Gegenstand. Technologie ermöglicht hier die praktische Durchführung von Reaktionen, die im Leistungskurs angesichts der Stofffülle einerseits und des erforderlichen Zeitaufwands andererseits nicht möglich ist. Organische Reaktionen sind typischerweise langsame Reaktionen, die durch Gleichgewichte mit begrenztem Stoffumsatz bestimmt sind. Der Trennung der entstandenen Stoffgemische, der Reinigung der Produkte und ihrer Charakterisierung sowie der Entsorgung kommt deshalb besondere Bedeutung zu.

Die quantitative Analyse, die im Halbjahr 11.2 begonnen wurde, kann hier fortgeführt werden.

##### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Allgemeine Arbeitsgrundlagen

Labortechnische Trennverfahren

Methoden der Stofferkennung und Reinheitskontrolle

Organische Synthesen

##### Stichworte und Hinweise

Typische Geräte des organischen Labors  
 Syntheseapparaturen / Aufbau  
 Dokumentation der Versuche  
 Methoden der Qualitätssicherung  
 Bewertung von Nebenprodukten und Syntheserückständen (Lösungsmittelrückgewinnung, Abfalltrennung)

Umkristallisation  
 Extraktion  
 Destillation / Rektifikation (z.B. Normaldruck, Unterdruck, Azeotrope)

Probennahme, Probenvorbereitung  
 Refraktometrie: Physikalisch-chemische Grundlagen, Aufbau eines Refraktometers

Herstellen ein- und / oder mehrstufiger Präparate, z.B.  
 Halogenierung  
 Dehydratisierung  
 Oxidation  
 Veresterung / Verseifung

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten.



**Fakultative Unterrichtsinhalte**

Methoden der Stofferkennung und Reinheitskontrolle

Durchführung von Projekten

**Stichworte und Hinweise**

Titrationen, u.a. Molmassenbestimmung (klassisch)

Duft- und Aromastoffe, Alkoholische Gärung, Farbstoffe

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Tafeln und Nachschlagewerke dienen zur Informationsbeschaffung. Zu den Unterrichtsinhalten werden die Versuche eigenständig geplant, durchgeführt und ausgewertet, außerdem sichert das Erstellen von Protokollen auch mit Hilfe von Standardsoftware die Ergebnisse.

**Querverweise**

Organische Chemie, Trennverfahren: Chemie

Textverständnis, Texte abfassen: Deutsch

Optische Geräte, Linsensysteme, Brechungsphänomene: Physik

Anwendung mathematischer Operationen: Mathematik

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Beschaffen von Informationen zu Syntheseverfahren, Trennverfahren sowie Methoden der Stofferkennung und Reinheitskontrolle, Datenauswertung mit einer Tabellenkalkulation, Arbeiten mit elektronischen Fachlexika

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Aromatische Verbindungen und Umwelt, Umgang mit Gefahrstoffen

Gesundheitserziehung: Sicheres Experimentieren im Labor ohne Gefährdung der eigenen Gesundheit, der Gesundheit der anderen und der Umwelt

Rechtserziehung: Umgang mit der Gefahrstoffverordnung, Auswirkungen auf die Arbeit im Labor und die Umwelt

**GK 12.2****Instrumentell-analytische Untersuchungen****Begründung**

Die klassischen Analyseverfahren, wie sie in der Einführungsphase vermittelt werden, spielen in der Technik nur noch eine untergeordnete Rolle. Die Verfahren der instrumentellen Analytik, die in diesem Kurs angesprochen sind, repräsentieren dagegen den aktuellen Stand der chemisch-technischen Berufswirklichkeit. Die Analyseverfahren erfüllen dabei unterschiedliche Funktionen.

Die UV / VIS-Spektrometrie wird zum einen als Fotometrie für quantitative Fragestellungen eingesetzt, zum anderen zur Charakterisierung von Stoffen. Sie erlaubt durch das Arbeiten mit sichtbarem Licht und UV-Licht den Zugang zur Spektrometrie im Allgemeinen.

Die IR-Spektrometrie ist zusammen mit anderen Verfahren ein wichtiges Hilfsmittel zur Strukturaufklärung organischer Substanzen.

Die Gaschromatographie hat die Aufgabe Stoffgemische aufzutrennen und die Komponenten zu identifizieren und zu quantifizieren.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Versuche zur UV-VIS-Spektrometrie und Fotometrie

Gerätekunde  
Qualitative Versuche mit dem UV-VIS-Spektrometer  
Quantitative Versuche mit dem UV-VIS-Spektrometer  
Methoden zur Qualitätssicherung

Versuche zur Infrarot-Spektrometrie (IR)

Gerätekunde  
Qualitative Versuche mit dem IR-Spektrometer  
Methoden zur Qualitätssicherung

Versuche zur Gaschromatographie (GC)

Gerätekunde  
Qualitative Versuche mit dem Gaschromatographen  
Quantitative Versuche mit dem Gaschromatographen  
Methoden zur Qualitätssicherung

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten.

**Fakultative Unterrichtsinhalte****Stichworte und Hinweise**

Andere chromatographische Verfahren

DC, HPLC: Prinzipien, Aufbau, Optimierung der Trennung

Andere spektrometrische Verfahren

AAS: Prinzipien, Aufbau, Optimierung der Trennung

### **Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Der Unterricht kann projektartig angelegt werden. Informationen können über Tafeln und Nachschlagewerke gefunden werden. Eine eigenständige Planung, Durchführung und Auswertung von Unterrichtsinhalten ist vorzusehen. Dabei kommt auch der Ergebnissicherung in Form von Protokollen eine wichtige Bedeutung zu. Da die meisten Geräte computerunterstützt arbeiten, wird das Arbeiten mit Computersoftware geübt.

### **Querverweise**

Optische Geräte, Linsensysteme, Brechungs- und Beugungsphänomene, Interferenz: Physik  
Anwendung mathematischer Operationen, Auswertung von Kurven, Kurvendiskussion: Mathematik

Textverständnis, Texte abfassen: Deutsch

### **Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Computerunterstütztes Messen und Auswerten, Einsatz von automatischen Messwerterfassungsprogrammen, Datenauswertung mit einer Tabellenkalkulation, Nutzung von Internet-Datenbanken

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Untersuchung von Boden, Luft, Wasser, Lebensmitteln, Farbstoffen

Gesundheitserziehung: Sicheres Experimentieren im Labor ohne Gefährdung der eigenen Gesundheit, der Gesundheit der anderen und der Umwelt

## 4 Qualifikationsphase (Jahrgangsstufe 13)

### GK 13.1

### Physikalisch-chemische Untersuchungen

#### Begründung

Dieser Kurs ist geprägt durch die Anwendung physikalisch - chemischer Methoden und korrespondiert damit mit Inhalten des Leistungskurses.

Die Physikalische Chemie stellt Untersuchungsmethoden zur Verfügung, mit denen die Ergebnisse theoretischer Überlegungen überprüft und im Gegenzug Versuchsergebnisse theoretisch begründet werden können. Die mit physikalisch - chemischen Methoden untersuchten Substanzen sind hier vorwiegend anorganischer Natur. Der Kurs greift das Thema Redoxreaktionen unter dem in der Einführungsphase begründeten Aspekt der quantitativen Analyse wieder auf. Eine Erweiterung erfolgt durch die Einführung der Potentiometrie als Methode der Endpunktindikation.

#### Verbindliche Unterrichtsinhalte

Kalorimetrische Messungen

Versuche zur Elektrochemie

Elektrochemische Anwendungen in der Analytik

#### Stichworte und Hinweise

Bestimmung von Reaktionsenthalpien

Spontane und erzwungene Reaktionen (galvanische Elemente, Elektrolyse)

Potentiometrische Bestimmungen  
 - Säure / Base – Titrationsen  
 - Redox titrationen

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten.

#### Fakultative Unterrichtsinhalte

Voltametrische Messmethoden

Vergleich elektrochemischer Energiespeicher

#### Stichworte und Hinweise

Polarographie

#### Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen

Zur Informationsbeschaffung dienen Tafeln und Nachschlagewerke. Eine eigenständige Planung, Durchführung und Auswertung von Unterrichtsinhalten ist vorzusehen. Dabei kommt der Ergebnissicherung in Form von Protokollen auch mit Hilfe von Standardsoftware (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation) eine wichtige Bedeutung zu.

#### Querverweise

Säure / Base-Reaktionen, Redoxreaktionen: Chemie

Wärmelehre: Physik

Textverständnis, Texte abfassen: Deutsch

Anwendung mathematischer Operationen: Mathematik

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung:  
Internetrecherche zu Elektrolyseverfahren, Nutzung von Datenbanken (z.B. Gefahrstoffe)

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Umgang mit Gefahrstoffen (z.B. Säuren und Laugen, Schwermetallen), Sicherheitsaspekte, Energieeinsatz bei der Elektrolyse

Gesundheitserziehung: Sicheres Experimentieren im Labor ohne Gefährdung der eigenen Gesundheit, der Gesundheit der anderen und der Umwelt

**GK 13.2****Projekte zu speziellen Stoffuntersuchungen****Begründung**

Der Kurs stellt den Abschluss des Fachs Technologie dar. Hier soll Gelegenheit zur fächerübergreifenden Arbeit innerhalb des Schwerpunktes gegeben werden. Die angegebenen Stichworte sind als Anregung gedacht, die projektartig an verschiedenen Themen bearbeitet werden können.

**Verbindliche Unterrichtsinhalte**

Projekte zur Untersuchung von natürlichen und künstlichen Systemen

**Stichworte und Hinweise**

Naturstoffe (Fette, Eiweiße, Kohlenhydrate)  
 Polymere (Kunststoffe, biologisch abbaubare Werkstoffe)  
 Biologische Systeme  
 Stoffkreisläufe

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die gültigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften zu beachten.

**Fakultative Unterrichtsinhalte**

Weitere Projekte zur Untersuchung von natürlichen und künstlichen Systemen

**Stichworte und Hinweise**

Arzneimittel, Lebensmittel

**Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler / Hinweise und Erläuterungen**

Der Unterricht kann projektartig aufgebaut werden. Das eigenständige Planen, Durchführen und Auswerten von Unterrichtsinhalten ist vorzusehen. Die Ergebnissicherung in Form von Protokollen ist ein wichtiger Baustein der Auswertung. Informationen können über Tafeln und Nachschlagewerke gefunden werden.

**Querverweise**

Naturstoffe, Polymere: Chemie

Ökologie: Biologie

Textverständnis, Texte abfassen: Deutsch

**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§ 6, Abs. 4 HSchG)**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation makromolekularer Strukturen, Nutzung von Datenbanken (z.B. Modelle makromolekularer Strukturen), 3-D-Darstellung von Molekülen

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Kunststoffrecycling, nachwachsende Rohstoffe und Stoffkreisläufe

Gesundheitserziehung: Sicheres Experimentieren im Labor ohne Gefährdung der eigenen Gesundheit, der Gesundheit der anderen und der Umwelt

## Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase

### Allgemeine Ziele

Erarbeitung eines geordneten Wissens zur Labor- und Produktionstechnik

Einsicht in die Arbeitsweisen der Großchemie  
Bedeutung großtechnischer Prozesse für Alltag, Technik, Forschung und Umwelt

Einsicht in den Beitrag der Chemietechnik zum Selbstverständnis des Menschen und in die Bezüge der Chemietechnik zum Leben des Menschen und seiner Umwelt und daraus resultierendem verantwortungsbewusstem Handeln gegenüber Gesellschaft und Umwelt

Die Fähigkeit zu selbstständigem Arbeiten, zu sachbezogener Kommunikation und zur Kooperation auf der Grundlage fundierter naturwissenschaftlicher Kenntnisse

Mathematische Beschreibung chemischer Zusammenhänge

### Fachspezifische Ziele, Kenntnisse und Fähigkeiten

Technische Prozesse erklären

Technische Problemlösungen angeben

Verfahren optimieren

Grund- und Verfahrensfliessbilder technischer Prozesse erstellen

Stoffe anhand ihrer Eigenschaften charakterisieren (Steckbrief)

Synthesen planen, durchführen und auswerten

Reaktionsmechanismen wichtiger organischer Synthesen aufstellen und erläutern

Verschiedene Analysemethoden durchführen und auswerten

Konzepte der Chemie (Teilchenkonzept, Donator-Akzeptor-Konzept, Konzept der Struktur-Eigenschafts-Beziehung, Gleichgewichtskonzept, Energiekonzept) anwenden

**Methoden**

Chemische Experimente durchführen, Versuchsprotokolle erstellen, Beobachtungen deuten und Messdaten auswerten

Experimente nach vorgelegtem Plan aufbauen oder selbst planen und durchführen

Experimente mit dem Computer auswerten

Ergebnisse unter Anwendung der Fachsprache verständlich verbalisieren, im Zusammenhang darstellen und adressatenbezogen präsentieren

Hypothesen begründet aufstellen und Methoden zur Überprüfung angeben

Qualitative und quantitative Experimente durchführen und auswerten

Das Internet für Literaturrecherchen nutzen