



# Kerncurriculum Fachoberschule



**Chemisch-physikalische Technik**

**Impressum:**

**Herausgeber:** Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10  
65185 Wiesbaden  
Telefon: 0611 368-0  
<https://kultusministerium.hessen.de>

**Verantwortlich:** Christopher Textor

**Stand:** 1. Auflage, November 2022

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie Wahlen zum Europaparlament. Missbräuchlich ist besonders die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Die Fachoberschule.....</b>	<b>5</b>
1.1 Ziel und Organisation der Fachoberschule .....	5
1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums .....	5
<b>2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen .....</b>	<b>7</b>
2.1 Bildungsverständnis der Fachoberschule .....	7
2.2 Didaktische Grundlagen in der Fachoberschule .....	8
2.3 Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung .....	10
2.4 Kompetenz-Strukturmodell .....	11
2.4.1 Einführende Erläuterungen .....	11
2.4.2 Kompetenzbereiche .....	11
2.4.3 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen).....	15
<b>3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte .....</b>	<b>18</b>
3.1 Einführende Erläuterungen .....	18
3.2 Bildungsstandards des Schwerpunkts .....	18
3.3 Themenfelder.....	21
3.3.1 Hinweise zur Bearbeitung der Themenfelder.....	21
3.3.2 Übersicht über die Themenfelder.....	22
3.3.3 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt I .....	24
11.1 Grundlagen der Chemie (Pflicht-Themenfeld).....	24
11.2 Eigenschaften chemisch-physikalischer Systeme (Pflicht-Themenfeld).....	25
11.3 Labortechnische Prozesse (Pflicht-Themenfeld).....	26
11.4 Lern- und Arbeitsmethoden (Pflicht-Themenfeld).....	27
11.5 Konzepte der Chemie (Wahlpflicht-Themenfeld).....	29
11.6 Physikalische Chemie (Wahlpflicht-Themenfeld) .....	30
11.7 Biochemie und Molekularbiologie (Wahlpflicht-Themenfeld).....	31
11.8 Digitalisierung im Labor und in der Prozesstechnik (Wahlpflicht-Themenfeld) .....	32
3.3.4 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B .....	33
12.1 Organische Chemie (Pflicht-Themenfeld).....	33
12.2 Physikalische Chemie (Pflicht-Themenfeld) .....	35
12.3 Projekt (Pflicht-Themenfeld).....	36
12.4 Aromaten (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar) .....	38
12.5 Carbonylverbindungen (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)...	39
12.6 Elektrochemie und Elektroanalytik (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar).....	40
12.7 Kinetik (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar).....	41

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

12.8	Spektroskopie und Strukturaufklärung (Pflicht-Themenfeld –per Erlass zuschaltbar).....	42
12.9	Biotechnologie (Wahlpflicht-Themenfeld).....	43
12.10	Materialwissenschaften (Wahlpflicht-Themenfeld).....	44
12.11	Optische Spektroskopie (Wahlpflicht-Themenfeld).....	45
12.12	IT-Systeme im Labor und in der Prozesstechnik (Wahlpflicht-Themenfeld).....	46
12.13	Kondensationsreaktionen und Syntheseplanung (Wahlpflicht-Themenfeld).....	47
12.14	Ökologische Systeme (Wahlpflicht-Themenfeld).....	48
12.15	Angewandte Mathematik (Wahlpflicht-Themenfeld).....	49
12.16	Vertiefung der physikalischen Chemie (Wahlpflicht-Themenfeld).....	50

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

# 1 Die Fachoberschule

## 1.1 Ziel und Organisation der Fachoberschule

Das Ziel der Fachoberschule ist die Fachhochschulreife als studienqualifizierender Abschluss, der zur Aufnahme eines Studiums an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften oder eines gestuften Studiengangs an einer hessischen Universität berechtigt.

Eine Besonderheit der Fachoberschule ist ihre Gliederung nach beruflichen Fachrichtungen und Schwerpunkten. Sie wird in zwei Organisationsformen angeboten: Form A (zweijährig) und Form B (einjährig).

Die **Organisationsform A** ist in die Ausbildungsabschnitte I und II unterteilt. Ein besonderes Merkmal stellt die Verzahnung von Theorie und Praxis in Ausbildungsabschnitt I dar: Mit Eintritt in die Fachoberschule wählen die Lernenden ihren Neigungen und Stärken entsprechend eine berufliche Fachrichtung oder einen beruflichen Schwerpunkt. Sie absolvieren ein einjähriges gelenktes Praktikum, das einschlägig ist, also der gewählten Fachrichtung oder dem gewählten Schwerpunkt zugeordnet werden kann; im fachtheoretischen Unterricht erworbenes Wissen sowie im gelenkten Praktikum erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten sollen vernetzt werden.

Neben den allgemein bildenden Fächern erweitern die fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Unterrichtsfächer den Fächerkanon der Sekundarstufe I. Die Lernenden knüpfen an die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen an und werden im Ausbildungsabschnitt I an das systematische wissenschaftspropädeutische Arbeiten herangeführt. Damit wird eine fundierte Ausgangsbasis für den Unterricht in Ausbildungsabschnitt II geschaffen.

Somit stellt die Organisationsform A für die Lernenden ein wichtiges Bindeglied zwischen dem stärker angeleiteten Lernen in der Sekundarstufe I und dem eigenverantwortlichen Weiterlernen, wie es mit der Aufnahme eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung verbunden ist, dar.

Die **Organisationsform B** baut auf einer einschlägigen abgeschlossenen Berufsausbildung auf. Auf der Grundlage bereits erworbener Kompetenzen erhalten die Lernenden die Möglichkeit, auf den in der Berufsausbildung erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten aufzubauen, sie zu festigen, zu vertiefen und zu erweitern.

## 1.2 Strukturelemente des Kerncurriculums

Basierend auf dem Bildungs- und Erziehungsauftrag laut §§ 2 und 3 Hessisches Schulgesetz (HSchG) formuliert das Kerncurriculum für die Fachoberschule Bildungsziele für fachliches (Bildungsstandards) und überfachliches Lernen sowie inhaltliche Vorgaben als verbindliche Grundlage für den Unterricht und die Abschlussprüfung. Die Leistungserwartungen werden auf diese Weise für alle, Lehrende wie Lernende, transparent und nachvollziehbar.

Das Kerncurriculum ist in zweifacher Hinsicht anschlussfähig: Zum einen wird für die Organisationsform A die im Kerncurriculum der Sekundarstufe I umgesetzte Kompetenzorientierung in Anlage und Aufbau konsequent weitergeführt. Darüber hinaus baut das Kerncurriculum, bezogen auf die Organisationsform B, auf den in der dualen Ausbildung geltenden Rahmenlehrplänen auf.

Das auf den Erwerb von Kompetenzen ausgerichtete Kerncurriculum mit seinen curricularen Festlegungen gliedert sich in folgende Strukturelemente:

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen (Kapitel 2): In diesem Kapitel werden das Bildungsverständnis der Fachoberschule (Kapitel 2.1) und die didaktischen Grundlagen in der Fachoberschule (Kapitel 2.2) beschrieben. Der Beitrag des Faches, der Fachrichtung bzw. des Schwerpunkts zur Bildung (Kapitel 2.3) spiegelt sich in den Kompetenzbereichen, den Bildungsstandards sowie der Struktur der Fachinhalte und den Themenfeldern wider (Kapitel 2.4 und 3).

Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte (Kapitel 3): Bildungsstandards weisen die Leistungserwartungen an das fachbezogene Wissen und Können der Lernenden am Ende der Fachoberschule aus. Sie konkretisieren die Kompetenzbereiche und zielen grundsätzlich auf kritische Reflexionsfähigkeit sowie den Transfer bzw. die Nutzung von Wissen für die Bewältigung persönlicher sowie gesellschaftlicher Herausforderungen.

Die Lernenden setzen sich mit geeigneten und exemplarischen Lerninhalten und Themen sowie mit deren Sachaspekten und darauf bezogenen Fragestellungen auseinander und entwickeln auf diese Weise die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen. Entsprechend gestaltete Lernarrangements zielen auf den Erwerb jeweils spezifischer Kompetenzen, in der Regel aus unterschiedlichen Kompetenzbereichen. Auf diese Weise können alle Bildungsstandards mehrfach und in unterschiedlichen inhaltlichen Zusammenhängen gefördert werden. Hieraus erklärt sich, dass Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte nicht bereits im Kerncurriculum miteinander verknüpft werden, sondern dies erst sinnvoll auf der Unterrichtsebene erfolgen kann.

Die Lerninhalte sind in Form von Themenfeldern ausgewiesen (Kapitel 3.3). Hinweise zur Verbindlichkeit der Themenfelder und ihrer Inhalte finden sich im Kapitel 3.3.1 sowie innerhalb der Ausführungen zu jedem Themenfeld.

Die Relevanz eines Themenfelds wird in einem einführenden Text skizziert und begründet. Für die Kompetenzentwicklung werden Schwerpunktsetzungen aufgezeigt. Die Lerninhalte sind immer rückgebunden an die übergeordneten Erschließungskategorien bzw. Wissensdimensionen des Faches, um einen systematischen Wissensaufbau zu gewährleisten.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

## 2 Bildungsbeitrag und didaktische Grundlagen

### 2.1 Bildungsverständnis der Fachoberschule

Die Fachhochschulreife bescheinigt eine vertiefte allgemeine Bildung in Verbindung mit berufsbezogenen fachtheoretischen Kenntnissen sowie fachpraktischen Fertigkeiten.

In Anlehnung an den Deutschen Qualifikationsrahmen (DQR) wird im Kerncurriculum zwischen den beiden Kompetenzbereichen Fachkompetenz (Wissen und Fertigkeiten) und personale Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstständigkeit) unterschieden.

Die weiterführende Qualifikation auf diesen beiden Ebenen ist auf den Erwerb einer umfassenden Handlungskompetenz gerichtet. Handlungskompetenz wird verstanden als die individuelle Bereitschaft und Befähigung, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz<sup>1</sup>. Methodenkompetenz wird als Querschnittsaufgabe verstanden.

Im Unterricht der Fachoberschule geht es somit nicht um die Vermittlung isolierter Kenntnisse und Fertigkeiten; vielmehr sollen die Fähigkeit und die Bereitschaft zu fachlich fundiertem und zu verantwortlichem Handeln sowie die berufliche und persönliche Entwicklung (Fachkompetenz – personale Kompetenz) gefördert werden.

Fachkompetenz bedeutet, dass Absolventinnen und Absolventen der Fachoberschule über vertieftes allgemeines Wissen, über fachtheoretisches Wissen sowie über ein breites Spektrum kognitiver und praktischer Fertigkeiten verfügen. Dies ermöglicht eine selbstständige Aufgabenbearbeitung und Problemlösung, die Beurteilung von Arbeitsergebnissen und -prozessen sowie das Aufzeigen von Handlungsalternativen und Wechselwirkungen. Die Lernenden werden somit in die Lage versetzt, Transferleistungen zu erbringen.

Für Lernende, die nach dem erfolgreichen Abschluss der Fachoberschule ein Studium oder eine Berufsausbildung anstreben und die damit verbundenen Anforderungen erfolgreich bewältigen wollen, kommt dem Erwerb all jener Kompetenzen, die über das rein Fachliche hinausgehen, eine fundamentale Bedeutung zu, denn nur in der Verknüpfung mit personaler Kompetenz kann sich fachliche Expertise adäquat entfalten.

Daher liegt es in der Verantwortung aller Lehrkräfte, dass Lernende ihre personale Kompetenz im fachgebundenen wie auch im projektorientiert ausgerichteten, fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht sowie in beruflichen Zusammenhängen weiterentwickeln können, auch im Hinblick auf eine kompetenz- und interessen geleitete sowie praxisbezogene Studien- und Berufsorientierung.

In **beiden Organisationsformen** der Fachoberschule sollen die Lernenden dazu befähigt werden, Fragen nach der Gestaltung des eigenen Lebens und der persönlichen und gesellschaftlichen Zukunft zu stellen und Orientierung gebende Antworten zu finden. Zudem werden Grundlagen für die Wahrnehmung sozialer und ökologischer Verantwortung sowie für demokratische und ökonomische Partizipation geschaffen. Die Team- und Kommunikationsfähigkeit der Lernenden, lernstrategische und grundlegende fachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die Fähigkeit, das eigene Denken

---

<sup>1</sup> Bund-Länder Koordinierungsstelle für den Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (Hrsg.): Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen. Struktur-Zuordnung-Verfahren-Zuständigkeiten. S. 13 ff. Berlin 2013; [https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2013/131202\\_DQR-Handbuch\\_\\_M3\\_.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2013/131202_DQR-Handbuch__M3_.pdf)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

und Handeln zu reflektieren, sollen erweitert werden. Den Lernenden wird ermöglicht, die Lernangebote in eigener Verantwortung zu nutzen und mitzugestalten. Lernen wird so zu einem stetigen, nie abgeschlossenen Prozess der Selbstbildung und Selbsterziehung, getragen vom Streben nach Autonomie, Bindung und Kompetenz. Ein breites, gut organisiertes und vernetztes sowie in verschiedenen Situationen erprobtes Orientierungswissen hilft den Lernenden dabei, sich unterschiedliche, auch interkulturelle Horizonte des Weltverstehens zu erschließen sowie ein Leben in der digitalisierten Welt zu gestalten.

In diesem Verständnis wird die Bildung und Erziehung junger Menschen nicht auf zu erreichende und überprüfbare Bildungsstandards reduziert. Vielmehr sollen die Lernenden befähigt werden, selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung, selbstbewusst, kritisch, forschend und kreativ ihr Leben zu gestalten und wirtschaftlich zu sichern. Dabei gilt es in besonderem Maße, die Potenziale der Lernenden zu entdecken und zu stärken sowie die Bereitschaft zu beständigem Weiterlernen zu wecken, damit sie als junge Erwachsene selbstbewusst, ihre Neigungen und Stärken berücksichtigende Entscheidungen über ihren individuellen Bildungs- und Berufsweg treffen können. Gleichmaßen bietet der Unterricht in der Auseinandersetzung mit ethischen und sozialen Fragen die zur Bildung reflektierter Werthaltungen notwendigen Impulse; den Lernenden kann so die ihnen zukommende Verantwortung für Staat, Gesellschaft, Umwelt und das Leben zukünftiger Generationen bewusst werden.

## 2.2 Didaktische Grundlagen in der Fachoberschule

Aus dem Bildungs- und Erziehungsauftrag leiten sich die didaktischen Aufgaben der Fachoberschule ab, die sich in den Aktivitäten der Lernenden widerspiegeln:

Die Lernenden

- setzen sich aktiv und selbstständig mit bedeutsamen Fragestellungen auseinander,
- nutzen wissenschaftlich basierte Kenntnisse für die Bewältigung persönlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen,
- reflektieren Inhalte und Methoden sowie Erkenntnisse kritisch und bewerten diese,
- sind in der Lage, in kommunikativen Prozessen einen Perspektivwechsel vorzunehmen.

Schulische Bildung eröffnet den Lernenden somit unterschiedliche Dimensionen von Erkenntnis und Verstehen. Die im Folgenden aufgeführten Modi der Welterschließung sind eigenständig, können einander nicht ersetzen und folgen keiner Hierarchie:

- kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt (z. B. Mathematik, Naturwissenschaften, Technik)
- ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung (z. B. Sprache, Literatur, Gestaltung, Sport)
- normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft (z. B. Politik, Wirtschaft, Recht, Gesundheit, Soziales, Ökologie)
- Begegnung und Auseinandersetzung mit existentiellen Fragen der Weltdeutung und Sinnfindung (z. B. Religion, Ethik, Philosophie)

Lehr-Lern-Prozesse eröffnen den Lernenden so Möglichkeiten für eine mehrperspektivische Betrachtung und Gestaltung von Wirklichkeit.

Unterstützt durch lernstrategische sowie sprachensible Lernangebote bilden diese vier Modi des Lernens die Grundstruktur der allgemeinen und beruflichen Bildung. Sie geben damit einen Orientierungsrahmen für den Unterricht in der Fachoberschule.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

Die Bildungsstandards (Kapitel 3.2), die mit Abschluss der Fachoberschule zu erreichen sind, gründen auf diesem Bildungsverständnis und dienen als Grundlage für die Abschlussprüfung. Mit deren Bestehen dokumentieren die Lernenden, dass sie ihre Kompetenzen und damit auch ihre Fachkenntnisse in innerfachlichen, fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen nutzen können.

In der Realisierung eines diesem Verständnis folgenden Bildungsanspruchs verbinden sich zum einen Erwartungen der Schule an die Lernenden, zum anderen aber auch Erwartungen der Lernenden an die Schule.

Den Lehrkräften kommen die Aufgaben zu,

- die Lernenden darin zu unterstützen, sich die Welt aktiv und selbstbestimmt fortwährend lernend zu erschließen, eine Fragehaltung zu entwickeln sowie sich reflexiv und zunehmend differenziert mit den unterschiedlichen Modi der Welterschließung zu beschäftigen,
- den Lernenden mit Respekt, Geduld und Offenheit zu begegnen und sie durch Anerkennung ihrer Leistungen und förderliche Kritik darin zu unterstützen, in einer komplexen Welt im globalen Wandel mit Herausforderungen angemessen umgehen zu lernen, Herausforderungen wie fortschreitender Technisierung und Digitalisierung, der Notwendigkeit erhöhter Flexibilität und Mobilität sowie diversifizierten Formen der Lebensgestaltung und dem Streben nach einer nachhaltigen Lebensführung, und darüber hinaus kultureller Vielfalt und weltanschaulich-religiöser Pluralität mit Offenheit und Toleranz zu begegnen und damit soziale Verantwortung zu übernehmen,
- Lernen in der Gemeinschaft sowie das Schulleben mitzugestalten.

Aufgaben der Lernenden sind,

- schulische Lernangebote als Herausforderungen zu verstehen und zu nutzen, dabei Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen, das eigene Lernen und die Lernumgebungen aktiv mitzugestalten sowie eigene Fragen, Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten bewusst einzubringen und zu mobilisieren sowie sich zu engagieren und sich anzustrengen,
- Lern- und Beurteilungssituationen zum Anlass zu nehmen, ein an transparenten Kriterien orientiertes Feedback einzuholen, konstruktiv mit Kritik umzugehen, sich neue und anspruchsvolle Ziele zu setzen und diese konsequent zu verfolgen,
- Lernen in der Gemeinschaft sowie das Schulleben mitzugestalten.

Die Entwicklung von Kompetenzen wird möglich, wenn sich Lernende mit herausfordernden Aufgabenstellungen, die Problemlösungen bedingen, auseinandersetzen und wenn sie dazu angeleitet werden, ihre eigenen Lernprozesse zu steuern sowie sich selbst innerhalb der curricularen und pädagogischen Rahmenbedingungen Ziele zu setzen und damit aktiv an der Gestaltung des Unterrichts mitzuwirken. Solchermaßen gestalteter Unterricht bietet Lernenden Arbeitsformen und Strukturen, in denen sie grundlegendes wissenschaftspropädeutisches und berufsbezogenes Arbeiten in realitätsnahen Kontexten erlernen und erproben können.

Es bedarf einer motivierenden Lernumgebung, die neugierig macht auf die Entdeckung bisher unbekanntes Wissens und in der die Suche nach Verständnis bestärkt und die Selbstreflexion gefördert wird. Zudem sollen die Formen des Unterrichts Diskurs und gemeinsame Wissensaneignung ermöglichen, aber auch das Selbststudium und die Konzentration auf das eigene Lernen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### 2.3 Beitrag des Schwerpunkts zur Bildung

Bildung ermöglicht es dem Menschen, sich die Welt zu erschließen und eine selbstbestimmte und individuelle Persönlichkeit zu entfalten, um sich in einer wandelnden Gesellschaft zurechtzufinden und diese aktiv mitzugestalten.

Der Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik leistet in mehrfacher Hinsicht einen Beitrag zur Bildung. In ihm steht unter anderem die empirische Arbeit im Vordergrund, wodurch planvolles und zielgerichtetes Handeln gefördert werden und zu einem naturwissenschaftlich-objektiven Erkenntnisgewinn führen. Dieses Prozedere und der dafür notwendige kritische Umgang mit Informationsquellen schulen in besonderem Maße die Fähigkeit, sich in einer stetig verändernden digitalisierten Berufswelt und Gesellschaft zurechtzufinden.

Die Vermittlung von strukturiertem Wissen mit intensivem Theoriebezug bietet den Lernenden das Fundament, um eigenständig zu strukturieren und zu argumentieren. Sie lernen Lösungsstrategien und wenden diese adäquat auf naturwissenschaftliche Problemstellungen an. Auf der Grundlage allgemein anerkannter Theorien reduzieren die Lernenden die Komplexität der Realität mithilfe von Modellen unter Beachtung von deren Grenzen und erlernen somit eine kognitiv-instrumentelle Modellierung der sie umgebenden Welt.

Während des Praktikums und in Lernphasen mit experimentellem Bezug setzen die Lernenden verinnerlichte Theorien kooperativ und reflektiert um und überprüfen ihr Handeln. Sie identifizieren Fehler- und Gefahrenquellen und gehen unter Beachtung der wesentlichen Grundsätze der Arbeitssicherheit verantwortungsvoll mit Gefahrstoffen um. Dadurch schützen sie sich selbst, die Arbeitsgemeinschaft und die Umwelt vor Unfällen und Schäden.

Der Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik bereitet die Lernenden nicht nur auf ein Studium oder einen Beruf im chemisch-physikalischen Bereich vor, sondern ermöglicht ihnen durch seine vielfältigen Bezüge zu anderen Disziplinen wie Mathematik, Informatik und Biologie bei erfolgreicher Teilnahme ebenso eine Zukunft im Bereich anderer MINT-Fächer.

Innerhalb des breiten Themenspektrums des Schwerpunkts Chemisch-physikalische Technik wenden die Lernenden unterschiedliche individuelle und kooperative Lernmethoden an. Durch projektorientierte Arbeitsformen werden Personal- und Sozialkompetenzen wie die Fähigkeiten zur Selbstorganisation, zur Selbstmotivation und zur Selbstreflexion gestärkt und damit die allgemeine Studierfähigkeit verbessert. Diese Kompetenzen führen gemeinsam mit den erworbenen Fachkompetenzen zu einer umfassenden Handlungskompetenz.

Durch die aktive Teilnahme am Unterricht der Fachoberschule in dem Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik werden die Lernenden zudem befähigt, gleichberechtigt und gestaltend am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen und verantwortungsvoll im Einklang mit ihrer Umwelt zu leben. Soziale und ökologische Auswirkungen von Laborarbeit, von Produktion und Konsum im Allgemeinen werden für die Lernenden an anwendungsbezogenen Beispielen erfahrbar. Dabei entfalten sie eine Persönlichkeit, die im Spannungsfeld zwischen unterschiedlichen Kulturen und Weltvorstellungen moralisch handelt und die Gleichberechtigung aller Menschen fördert. Sie nehmen reflektiert und aktiv an demokratischen Entscheidungsprozessen teil und erkennen die Notwendigkeit nachhaltigen Handelns als Basis für die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen für jetzige und zukünftige Generationen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

## 2.4 Kompetenz-Strukturmodell

### 2.4.1 Einführende Erläuterungen

Das Kompetenz-Strukturmodell für die Fächer, Fachrichtungen und Schwerpunkte der Fachoberschule verknüpft Kompetenzbereiche und Leitideen auf unterschiedlichen Kompetenzniveaus.

**Kompetenzbereiche** (allgemeine fachliche Kompetenzen) konkretisieren die wesentlichen Handlungsebenen. Sie beschreiben kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die zwar fachspezifisch geprägt, aber nicht an spezielle Inhalte gebunden sind. Sie können von den Lernenden allerdings nur in der aktiven Auseinandersetzung mit konkreten Fachinhalten erworben werden. Die allgemeinen fachlichen Kompetenzen können sich in jedem einzelnen Inhalt manifestieren.

**Leitideen** beschreiben die wesentlichen inhaltlichen Ebenen. Sie reduzieren die Vielfalt inhaltlicher Zusammenhänge auf eine begrenzte Anzahl fachtypischer, grundlegender Prinzipien und strukturieren so einen systematischen Wissensaufbau. Bei aller Unterschiedlichkeit der Themen und Inhalte fassen sie wesentliche Kategorien zusammen, die als grundlegende Denkmuster immer wiederkehren. Die Leitideen erfassen die Phänomene bzw. Prozesse, die aus der Perspektive des jeweiligen Faches, der Fachrichtung oder des Schwerpunkts erkennbar sind.

Die Bewältigung von Handlungs- und Problemsituationen erfordert das permanente Zusammenspiel von allgemeinen kognitiven Fähigkeiten, berufsspezifischem Wissen (Aufbau und Vernetzung nach Leitideen) und Fertigkeiten (gegliedert in Bildungsstandards). Insofern sind die in der Fachoberschule verbindlichen Inhalte im Sinne der Kompetenzbereiche und Leitideen immer im Kontext und in Verbindung mit den Kompetenzniveaus zu sehen.

**Kompetenzniveaus** beschreiben Niveaustufen der Anforderungen zum Erwerb einer Handlungskompetenz. Sie erlauben somit eine differenzierte Beschreibung des kognitiven Anspruchs der erwarteten Kenntnisse und Fähigkeiten, sowohl innerhalb der Kompetenzbereiche als auch innerhalb der Leitideen.

Das vorliegende Kompetenz-Strukturmodell unterstützt die Übersetzung abstrakter Bildungsziele in konkrete Aufgabenstellungen und Unterrichtsvorhaben. Die Unterscheidung in die drei Bereiche (Kompetenzbereiche, Leitideen und Kompetenzniveaus) ist sowohl bei der Konstruktion neuer als auch bei der Analyse gegebener Aufgaben hilfreich.

### 2.4.2 Kompetenzbereiche

Die in Kapitel 3 aufgeführten Bildungsstandards beschreiben kognitive Dispositionen für erfolgreiche und verantwortliche Denkoperationen und Handlungen zur Bewältigung von Anforderungen in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten der Fachoberschule.

Die in den Kompetenzbereichen erfassten wesentlichen Aspekte dieser Denkoperationen und Handlungen sind jedoch nicht an spezielle Inhalte gebunden. Sie lassen sich nicht scharf voneinander abgrenzen und durchdringen sich teilweise.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

Die Bildungsstandards sind in die folgenden Kompetenzbereiche gegliedert:

K1: Kommunizieren und Kooperieren

K2: Analysieren und Interpretieren

K3: Entwickeln und Modellieren

K4: Entscheiden und Implementieren

K5: Reflektieren und Beurteilen

### **Kommunizieren und Kooperieren (K1)**

Kommunikation ist der Austausch und die Vermittlung von Informationen durch mündliche, schriftliche oder symbolische Verständigung unter Verwendung von Fachsprache. Mithilfe von Texten, normgerechten Zeichnungen, Tabellen, Diagrammen, Symbolen und anderen spezifischen Kennzeichnungen tauschen sich die Lernenden nicht nur untereinander, sondern auch mit den Lehrkräften über Fachinhalte aus und bringen sich aktiv in Diskussionen ein. Eigene Beiträge werden unter Verwendung adäquater Medien präsentiert. Bei der Dokumentation von Problemlösungen und Projekten können sie selbstständig fachlich korrekte und sinnvoll strukturierte Texte verfassen, normgerechte Zeichnungen erstellen sowie Skizzen, Tabellen, Kennlinien oder Diagramme verwenden.

Im Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik tauschen sich die Lernenden in strukturierter und argumentativ fundierter Weise aus. Sie verwenden hierfür geeignete naturwissenschaftliche Modelle auf Basis mathematisch-physikalischer Formeln und chemischer Reaktionsgleichungen. Sachverhalte werden unter Nutzung relevanter Quellen und adäquater Medien dargestellt und reflektiert.

Kooperation ist eine wesentliche Voraussetzung zur Problemlösung und für eine gelingende Projektarbeit. Die Lernenden vereinbaren gemeinsam Ziele, verständigen sich über die Aufteilung der Aufgaben und Zuständigkeiten, definieren Schnittstellen und planen Termine. Sie übernehmen für den eigenen Bereich und das gesamte Projekt oder die Untersuchung Verantwortung, halten sich an Absprachen, unterstützen sich gegenseitig, arbeiten effektiv in angemessener Atmosphäre zusammen und lösen etwaige Konflikte respektvoll und sachbezogen.

In diesem Zusammenhang kommt dem gemeinsamen Verifizieren des Arbeitsfortschritts ein hohes Maß an Bedeutung zu.

### **Analysieren und Interpretieren (K2)**

Fachliche Zusammenhänge, die hinlänglich erfasst und kommuniziert wurden, sind systematisch in Teilaspekte zu zerlegen und einer angemessenen Fachsystematik entsprechend zu durchdringen. Dann ist es möglich, Beziehungen, Wirkungen und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Elementen sowie Ergebnisse zu interpretieren.

Im Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik zerlegen die Lernenden Inhalte auf der Grundlage valider und in den Naturwissenschaften anerkannter Kriterien in sinnvolle Elemente und hinterfragen diese kritisch. Sie erkennen dabei die wesentlichen Sachverhalte, reduzieren somit die Fülle und Komplexität der Informationen und priorisieren diese anschließend. Zudem analysieren sie relevante naturwissenschaftliche Modelle und beschreiben damit chemisch-physikalische Systeme in Alltag und Technik. Sie untersuchen Zusammenhänge zwischen der Struktur und den daraus folgenden Eigenschaften, Reaktionen und Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen. Darauf aufbauend analysieren sie Einflussmöglichkeiten auf chemische Reaktionen im Labor und im großtechnischen Bereich.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

Im Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik interpretieren die Lernenden die analysierten Modelle und Phänomene, indem sie nicht nur Zusammenhänge erkennen und erklären, sondern zusätzlich objektive Prognosen ableiten. Nach der Erschließung der wesentlichen qualitativen und quantitativen Aussagen von Texten, Tabellen, Diagrammen, Reaktionsgleichungen und Versuchsbeobachtungen antizipieren die Lernenden Einfluss- und Veränderungsmöglichkeiten im beobachteten System.

### **Entwickeln und Modellieren (K3)**

Dieser Kompetenzbereich umfasst die Reduktion komplexer realer Verhältnisse auf vereinfachte Abbildungen, Prinzipien und wesentliche Einflussfaktoren. Hierzu gehören sowohl das Konstruieren passender Modelle als auch das Verstehen oder Bewerten vorgegebener Modelle. Typische Teilschritte des Modellierens sind das Strukturieren und Vereinfachen vorhandener Realsituationen, das Übersetzen realer Gegebenheiten in Modelle und das Interpretieren der Modellergebnisse im Hinblick auf Stimmigkeit und Angemessenheit.

Entwickeln und Modellieren erfolgen unter Anwendung spezifischer Theorien und führen zum Verständnis komplexer Sachverhalte sowie zur Entwicklung von Strukturen und Systemen, die als Ersatzsysteme fungieren und die Realität in eingeschränkter, aber dafür überschaubarer Weise abbilden. Im Modellierungsprozess entwickeln die Lernenden Modelle, die wesentliche Elemente der Problemlösung beinhalten und in Prinzipien und Systembetrachtungen zum Ausdruck kommen.

Im Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik entwickeln die Lernenden auf der Basis naturwissenschaftlicher Prinzipien und empirisch belegter Theorien viable Lösungsstrategien und Erklärungsansätze. Sie wenden die entwickelten Strategien und Erklärungen auf analytische, präparative und technische Situationen im Labor oder im großtechnischen Bereich an und erstellen konkrete und adäquate Projektprodukte. Die Lernenden modifizieren gegebenenfalls ihren Lösungsansatz.

Mithilfe anerkannter Modelle reduzieren und veranschaulichen die Lernenden naturwissenschaftliche Sachverhalte. Sie sind in der Lage, bewährte Modelle situationsadäquat anzupassen und weiter zu entwickeln, so dass diese auf verwandte Phänomene übertragbar sind und in bestimmten Bereichen neue Phänomene erklären und Prognosen ermöglichen. Die Lernenden definieren reflektiert Anwendungsbereiche und Grenzen ihrer Modelle im Labor und im großtechnischen Bereich.

### **Entscheiden und Implementieren (K4)**

Die Lernenden entscheiden sich mit Bezug auf fachliche Kriterien für einen Problemlösungsansatz und begründen in diesem Kontext Strukturen, Zusammenhänge und Prozessabläufe unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen, Regeln und Zielvorgaben in ein konkretes System.

Im Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik entscheiden sich die Lernenden kooperativ unter Einbeziehung fachlicher, gesellschaftlicher und ökologischer Kriterien begründet für einen Problemlösungsansatz. Sie nutzen ihre Fachkenntnisse und reflektierten Erfahrungen, um die Bedingungsfaktoren, die Abläufe, die Dokumentation und die Auswertung von Projekten und Experimenten festzulegen.

Bei der Implementierung der festgelegten Abläufe berücksichtigen die Lernenden die Grundsätze der Arbeitssicherheit sowie mögliche Auswirkungen auf ihr gesellschaftliches Umfeld und die Natur. Dabei überprüfen sie in regelmäßigen Abständen den Prozess und steuern gegebenenfalls nach.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### **Reflektieren und Beurteilen (K5)**

Die Lernenden reflektieren nach vorgegebenen oder selbst gewählten Kriterien Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten, Unterschiede sowie Vor- und Nachteile von Arbeitsergebnissen. Sie stellen Problemlösungen in angemessener Weise dar. In einer Begründung sichern sie die gegebenen Aussagen oder Sachverhalte fachlich fundiert durch rational nachvollziehbare Argumente, Belege oder Beispiele ab und beurteilen ihre gefundenen Lösungsansätze.

Im Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik reflektieren die Lernenden Phänomene und Verfahrensweisen auf der Basis anerkannter chemisch-physikalischer Modelle. Sie wenden die daraus gewonnenen Erkenntnisse an, um die Wirkung chemischer Stoffe im Labor und im großtechnischen Bereich einzuschätzen und fachlich fundiert eine Auswahl zu treffen. Mithilfe des Gleichgewichtskonzepts schätzen sie die Auswirkungen unterschiedlicher Reaktionsbedingungen ab. Die Lernenden leiten aus der Qualität ihrer Arbeitsergebnisse kriteriengeleitet Alternativen ab und stellen die Vor- und Nachteile verschiedener Handlungsoptionen gegenüber. Dabei bedenken sie die jeweiligen Auswirkungen auf unterschiedliche Interessengruppen und berücksichtigen ökologische Gesichtspunkte. Sie überprüfen ihre Methoden- und Medienwahl bei der Präsentation ihrer Arbeitsergebnisse und reflektieren kritisch ihren Kompetenzerwerb.

Die Lernenden beurteilen zum einen die Widerspruchsfreiheit von Modellen und vergleichen daraus ableitbare Prognosen mit empirischen Daten. Zum anderen beurteilen sie begründet und fachlich fundiert die Qualität ihrer Arbeitsergebnisse. Dabei vergleichen sie ihre Herangehensweise mit den Abläufen bekannter chemischer Reaktionen und Verfahren im Rahmen labor- und produktionstechnischer Prozesse. Sie bedenken die Gegebenheiten erprobter naturwissenschaftlicher Anwendungen und wägen sozioökonomische und ökologische Auswirkungen der Verfahren ab. Zudem beurteilen sie mögliche Vorgehensweisen im Hinblick auf Arbeitssicherheit und Nachhaltigkeit.

### **Kompetenzerwerb in fachübergreifenden und fächerverbindenden Zusammenhängen**

Fachübergreifende und fächerverbindende Lernformen ergänzen fachliches Lernen in der Fachoberschule und sind unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts. Es sind Unterrichtsvorhaben, die mehrere Themenfelder und/oder allgemein bildende Fächer gleichermaßen berühren und unterschiedliche Zugangsweisen integrieren.

Es gilt, die Kompetenzbereiche der allgemein bildenden sowie der fachrichtungs- und schwerpunktbezogenen Fächer zu verbinden und dabei zugleich die Dimensionen überfachlichen Lernens sowie die besonderen Bildungs- und Erziehungsaufgaben (vgl. § 6 Abs. 4 HSchG) zu berücksichtigen. So können Synergieeffekte gefunden und genutzt werden. Für die Lernenden ist diese Vernetzung zugleich Voraussetzung und Bedingung dafür, Kompetenzen in vielfältigen und vielschichtigen inhaltlichen Zusammenhängen und Anforderungssituationen zu erwerben.

Auf diese Weise lassen sich komplexe Beziehungen und Verknüpfungen und damit Bildungsstandards aus den unterschiedlichen Kompetenzbereichen entwickeln und fördern. Zudem können im fachrichtungs- oder schwerpunktbezogenen Unterricht Themen und Fragestellungen aus der Perspektive anderer Fächer aufgegriffen werden. Dies erweitert und ergänzt die jeweilige Fachperspektive und trägt damit zum vernetzten Lernen bei.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### 2.4.3 Strukturierung der Fachinhalte (Leitideen)

Die Fachinhalte sind in Themenfelder und Inhalte strukturiert und basieren auf Leitideen. Leitideen beschreiben themenverbindende, übergeordnete Regeln, Prinzipien und Erklärungsmuster, um vielfältige fachliche Sachverhalte sinnvoll einordnen und vernetzen zu können. Sie erleichtern einen systematischen Wissensaufbau unter fachlicher und lebensweltlicher Perspektive. Mit ihrer Hilfe sind die Lernenden in der Lage, detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge einzuordnen. Sie bieten den Lernenden eine Orientierung in einer Welt mit ständig neuen Erkenntnissen und Herausforderungen. Insgesamt sollen die Leitideen im Unterricht transparent und präsent sein, um ein tragfähiges Gerüst für Wissensnetze aufzubauen und bereitstellen zu können.

Die Inhalte des Schwerpunkts Chemisch-physikalische Technik basieren auf folgenden grundlegenden Leitideen:

L1: Stoff-Teilchen-Konzept

L2: Struktur-Eigenschafts-Konzept

L3: Donator-Akzeptor-Konzept

L4: Energieerhaltungskonzept

L5: Gleichgewichtskonzept

L6: Kinetikkonzept

L7: Messen und Auswerten

L8: Information und Kommunikation

L9: Umwelt und Gesellschaft

#### **Stoff-Teilchen-Konzept (L1)**

Im Rahmen des Stoff-Teilchen-Konzepts werden mikroskopische und makroskopische Systeme betrachtet. Einerseits beschreibt die Strukturchemie den vielfältigen Aufbau von Materie aus kleinsten, atomaren Teilchen und führt zu konsistenten mikroskopischen Modellen. Andererseits lassen sich anhand messbarer Größen makroskopische Modelle für chemisch-physikalische Systeme entwickeln. Das Stoff-Teilchen-Konzept bildet daher die Basis für die weiteren Leitideen.

#### **Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2)**

Mithilfe des Struktur-Eigenschafts-Konzepts werden die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den Stoff- und Reaktionseigenschaften und den atomaren bzw. molekularen Strukturen sowie den intra- bzw. intermolekularen Wechselwirkungen hergestellt.

Die makroskopisch beobachtbaren Eigenschaften der Stoffe und deren Reaktionsverhalten werden mithilfe von differenzierten Modellvorstellungen auf der Teilchenebene erklärt.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### **Donator-Akzeptor-Konzept (L3)**

Viele Vorgänge bei chemischen Reaktionen können in allgemeiner Weise mit dem Donator-Akzeptor-Konzept beschrieben werden. Dabei ist zwischen Protonenübertragungsreaktionen (Säure-Base-Reaktionen) und Elektronenübertragungsreaktionen (Redoxvorgänge) zu unterscheiden. Das Verständnis für den Übergang reaktiver Teilchen (Protonen, Elektronen) von einem Donator zu einem Akzeptor vertieft das Verständnis chemisch-physikalischer Vorgänge auf der Teilchenebene.

Darüber hinaus kann dieses Konzept auch zur Erklärung und Entwicklung von Reaktionsmechanismen herangezogen werden.

### **Energieerhaltungskonzept (L4)**

Das Energieerhaltungskonzept ermöglicht die Beschreibung der Energieumsätze, die mit chemischen Reaktionen einhergehen. Durch die Betrachtung des Energiegehalts von Stoffen und des Austauschs bzw. der Umwandlung von Energie lassen sich Vorhersagen über Ablauf und Beeinflussungsmöglichkeiten von chemischen Reaktionen treffen.

Ebenfalls können Wechselwirkungen und Bindungsarten auf der Teilchenebene mithilfe energetischer Zustände und Umsätze erläutert werden.

### **Gleichgewichtskonzept (L5)**

Sehr viele chemische Reaktionen sind reversibel und münden in einen Gleichgewichtszustand. Hierbei liefert das Gleichgewichtskonzept Möglichkeiten zum Verständnis der stofflichen Umsetzung (Massenwirkungsgesetz) und der Reaktionsrichtungsbeeinflussung (Prinzip von LE CHATELIER), Letzteres im Zusammenwirken mit dem Energiekonzept.

### **Kinetikkonzept (L6)**

Das Kinetikkonzept kann herangezogen werden, um den zeitlichen Verlauf chemischer Umsetzungen unter Beachtung relevanter Parameter (z. B. Temperatur, Oberfläche) zu beschreiben. Es erklärt außerdem die messbaren Konzentrationsänderungen bei chemischen Reaktionen bis zum Erreichen des Gleichgewichtszustands.

### **Messen und Auswerten (L7)**

Das Messen und Auswerten physikalischer Größen ist fundamental für den Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik. Dabei sind die funktionalen Beziehungen zwischen Messwerten (Zahlen) und deren Darstellungen und Eigenschaften von zentraler Bedeutung. Grundlage für alle Betrachtungen sind die mathematischen Fachgebiete der Analysis und der Geometrie.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### **Information und Kommunikation (L8)**

Zentral für den Schwerpunkt Chemisch-physikalische Technik ist die Nutzung quantitativer und qualitativer Messmethoden zur Beschreibung von Systemen und deren Zustand, welcher durch gezielte Veränderung chemischer oder physikalischer Parameter manipuliert werden kann. Nur dokumentierte und reproduzierbare Prozesse führen zu einem Erkenntnisgewinn. Die Auswertung und Visualisierung der bei Messungen erhaltenen Daten nimmt einen wesentlichen Teil der Arbeit in Wissenschaft und Technik ein und spielt im Studium von MINT-Fächern eine entscheidende Rolle. Darüber hinaus steigt die Zahl der Studiengänge und Spezialisierungen, die sich mit Information und Kommunikation in den Naturwissenschaften beschäftigen (z. B. Data Science, Biostatistik, Wissenschaftskommunikation). Dabei ist der kritische Umgang mit Daten und den daraus zu ziehenden Schlüssen für gesellschaftlich verantwortungsvolles Handeln unabdingbar. Der technische Fortschritt im Allgemeinen und insbesondere die Digitalisierung führen zu einem immer schneller werdenden Wachstum der verfügbaren Datenmengen. Die Sicherheitsanforderungen bezüglich der Speicherung, Archivierung und Zugriffskontrolle sind wesentlich höher als noch vor einigen Jahren.

### **Umwelt und Gesellschaft (L9)**

Die Fachrichtungen und Schwerpunkte der Fachoberschule sind eingebunden in das komplexe Netzwerk des gesellschaftlichen Bezugsrahmens. Bei kritischer Reflexion fachrichtungs- und/oder schwerpunktbezogener Sachzusammenhänge sind auch politische, ethische, gesellschaftliche, soziale, ökologische und ökonomische Einflussfaktoren zu berücksichtigen, um nachhaltiges, verantwortungsvolles und ressourcenorientiertes Handeln zu ermöglichen.

Unter der Prämisse eines nachhaltigen und ressourcenschonenden Handelns sind bei der Betrachtung chemisch-physikalischer Vorgänge jederzeit gesellschaftliche, ethische, ökologische und ökonomische Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Daraus resultiert, dass eine kritisch-reflexive Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Produktion und des Gebrauchs von Chemikalien auf Ökologie und Ökonomie notwendig ist.

Diese Leitidee bildet daher einen übergreifenden Rahmen für alle anderen Leitideen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### **3 Bildungsstandards und Unterrichtsinhalte**

#### **3.1 Einführende Erläuterungen**

Nachfolgend werden die mit Abschluss der Fachoberschule erwarteten fachlichen Kompetenzen in Form von Bildungsstandards (Kapitel 3.2), gegliedert nach Kompetenzbereichen, die wiederum nach Kompetenzniveaus untergliedert sind, aufgeführt. Die Bildungsstandards erlauben eine differenzierte Beschreibung des kognitiven Anspruchs, der erwarteten Kenntnisse und Fertigkeiten.

In den Themenfeldern des Pflicht- und Wahlpflichtunterrichts (Kapitel 3.3.3 und 3.3.4) werden obligatorisch zu bearbeitende inhaltliche Aspekte aufgeführt. Die Themenfelder des Pflichtunterrichts enthalten zudem fakultative Inhalte.

Im Unterricht werden Bildungsstandards und Themenfelder so zusammengeführt, dass die Lernenden die Bildungsstandards je nach Schwerpunktsetzung in unterschiedlichen inhaltlichen Kontexten erarbeiten können. Mit wachsenden Anforderungen an die Komplexität der Zusammenhänge und kognitiven Operationen entwickeln die Lernenden in entsprechend gestalteten Lernumgebungen ihre fachlichen Kompetenzen weiter.

Inhaltliche Aspekte unterschiedlicher Themenfelder, die miteinander verschränkt sind bzw. aufeinander aufbauen, lassen sich themenfeldübergreifend in einen unterrichtlichen Zusammenhang stellen. In diesem Zusammenhang bieten die Leitideen Orientierungshilfen, um fachliches Wissen zu strukturieren, anschlussfähig zu machen und zu vernetzen.

Im Unterricht ist ein Lernen in Kontexten anzustreben. Kontextuelles Lernen bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis, der Forschung, gesellschaftliche, technische und ökonomische Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Lernenden den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Geeignete Kontexte beschreiben Situationen mit Problemen, deren Relevanz für die Lernenden erkennbar ist und die mit den zu entwickelnden Kompetenzen gelöst werden können.

#### **3.2 Bildungsstandards des Schwerpunkts**

##### **Kompetenzbereich: Kommunizieren und Kooperieren (K1)**

##### **Kompetenzniveau I**

Die Lernenden können

**K1.1** chemisch-physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fach- und Symbolsprache beschreiben,

**K1.2** Fachtexte strukturiert unter Verwendung der Fachsprache zusammenfassen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### Kompetenzniveau II

Die Lernenden können

- K1.3** eine Reaktionsgleichung für eine chemische Umsetzung formulieren,
- K1.4** Strukturformeln in der LEWIS-Schreibweise darstellen,
- K1.5** Durchführung und Beobachtung von Experimenten detailgenau sowie zeichnerisch und fachsprachlich korrekt darstellen,
- K1.6** chemische Sachverhalte erläutern und erklären,
- K1.7** arbeitsteilige Projekte planen und durchführen.

### Kompetenzniveau III

Die Lernenden können

- K1.8** zu mündlich oder schriftlich formulierten Sachverhalten Stellung nehmen,
- K1.9** Arbeitsergebnisse unter fachlichen Gesichtspunkten diskutieren.

### Kompetenzbereich: Analysieren und Interpretieren (K2)

#### Kompetenzniveau I

Die Lernenden können

- K2.1** die Aussagen einer gegebenen Reaktionsgleichung beschreiben,
- K2.2** die Lage eines chemischen Gleichgewichts anhand thermodynamischer Daten berechnen.

#### Kompetenzniveau II

Die Lernenden können

- K2.3** aus einer Reaktionsgleichung qualitative und quantitative Aussagen zum Stoffumsatz und zur Art der chemischen Reaktion herleiten,
- K2.4** chemische und physikalische Eigenschaften anhand der Molekülstruktur begründen,
- K2.5** Datenreihen und Einzelergebnisse eines Versuchs auswerten und bewerten.

#### Kompetenzniveau III

Die Lernenden können

- K2.6** Proben auf einen oder mehrere Analyten selbstständig untersuchen.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### **Kompetenzbereich: Entwickeln und Modellieren (K3)**

#### **Kompetenzniveau I**

Die Lernenden können

**K3.1** ein Experiment nach einer vorgegebenen Anleitung durchführen,

**K3.2** eine Versuchsdurchführung zu einem vorgegebenen Problem planen.

#### **Kompetenzniveau II**

Die Lernenden können

**K3.3** Reaktionsmechanismen auf neue Problemstellungen anwenden und erklären.

#### **Kompetenzniveau III**

Die Lernenden können

**K3.4** einen Reaktionsmechanismus für den Ablauf einer chemischen Reaktion entwickeln,

**K3.5** den Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlichen Modellen und Fragestellungen im Labor bzw. bei Alltagsphänomenen erörtern.

### **Kompetenzbereich: Entscheiden und Implementieren (K4)**

#### **Kompetenzniveau I**

Die Lernenden können

**K4.1** die benötigten Materialien zur Durchführung chemischer Experimente angeben,

**K4.2** sicherheitsrelevante Aspekte zur Durchführung von Experimenten beschreiben,

**K4.3** den Aufbau einer Versuchsanordnung skizzieren und beschriften.

#### **Kompetenzniveau II**

Die Lernenden können

**K4.4** sich für eine geeignete Untersuchungsmethode entscheiden, um eine Hypothese zu verifizieren oder zu falsifizieren,

**K4.5** chemische Versuche unter Berücksichtigung der Gefahrenanalyse (Sicherheitsdatenblätter) selbstständig planen, mit geeigneter Schutzausrüstung durchführen und auswerten.

#### **Kompetenzniveau III**

Die Lernenden können

**K4.6** zu gegebenen Reaktionsbedingungen Stellung nehmen und diese hinsichtlich einer optimierten Ausbeute begründet modifizieren.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

## Kompetenzbereich: Reflektieren und Beurteilen (K5)

### Kompetenzniveau I

Die Lernenden können

- K5.1** die Gefahren durch Chemikalien beschreiben und Gefahrstoffe korrekt handhaben bzw. entsorgen.

### Kompetenzniveau II

Die Lernenden können

- K5.2** die Ergebnisse ihrer Versuche kritisch prüfen.

### Kompetenzniveau III

Die Lernenden können

- K5.3** potenzielle Gefahren in Labor und Produktion beurteilen und geeignete Maßnahmen zur Arbeitssicherheit durchführen,
- K5.4** labor- und produktionstechnische Verfahren in Bezug auf Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit prüfen.

## 3.3 Themenfelder

### 3.3.1 Hinweise zur Bearbeitung der Themenfelder

Die Themenfelder fördern sowohl die überfachlichen als auch die fachbezogenen Kompetenzen. Dabei berücksichtigen sie fächerverbindende Zusammenhänge zum Aufbau einer soliden Wissensbasis. Die Lernenden wenden ihr Wissen bei der Lösung zunehmend anspruchsvoller und komplexer werdender Frage- und Problemstellungen an. Dabei erschließen sie Zusammenhänge zwischen Wissensbereichen und erlernen Methoden und Strategien zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Besonders der Unterricht im zweiten Ausbildungsabschnitt der Organisationsform A sowie der Unterricht in der Organisationsform B zielen auf selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen und Arbeiten sowie auf die Weiterentwicklung der Kommunikationsfähigkeit. Der Erwerb einer angemessenen Fachsprache ermöglicht die Teilhabe am fachbezogenen Diskurs. Dementsprechend beschreiben die Bildungsstandards und die verbindlichen Themenfelder die Leistungserwartungen für das Erreichen der allgemeinen Fachhochschulreife.

### Verbindliche Regelungen zur Bearbeitung der Themenfelder

Soweit sich eine bestimmte Reihenfolge der Themenfelder nicht aus fachlichen Erfordernissen ableiten lässt, kann diese frei gewählt werden.

In den Themenfeldern des Pflichtunterrichts sind etwa 75 % der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit für obligatorische und etwa 25 % für fakultative Inhalte vorgesehen, in denen des Wahlpflichtunterrichts gibt es dazu keine Unterscheidung.

Die „z. B.“-Nennungen innerhalb der Themenfelder dienen der inhaltlichen Anregung und sind nicht verbindlich.

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### Ausbildungsabschnitt I der Organisationsform A

Im Ausbildungsabschnitt I der Organisationsform A sind vier Pflicht-Themenfelder verbindlich festgelegt. Das Pflicht-Themenfeld 11.4 (Lern- und Arbeitsmethoden) ist bei allen Fachrichtungen und Schwerpunkten gleichlautend. Die Inhalte dieses Themenfelds werden in Kombination mit Inhalten anderer Themenfelder aus dem Pflicht- und/oder dem Wahlpflichtunterricht erarbeitet.

Zudem ist ein Wahlpflicht-Themenfeld zu bearbeiten.

### Ausbildungsabschnitt II der Organisationsform A sowie Organisationsform B

Im Ausbildungsabschnitt II der Organisationsform A sowie in der Organisationsform B sind fünf Pflicht-Themenfelder verbindlich festgelegt. Dabei sind die Pflicht-Themenfelder 12.1 und 12.2 immer verbindlich und prüfungsrelevant. Das Pflicht-Themenfeld 12.3 (Projekt) ist verbindlich zu unterrichten, aber nicht prüfungsrelevant.

Darüber hinaus werden in jedem Schuljahr zwei weitere Pflicht-Themenfelder (ab 12.4) per Erlass verbindlich festgelegt und damit prüfungsrelevant.

Im Wahlpflichtunterricht können insgesamt maximal zwei Wahlpflicht-Themenfelder aus den allgemein bildenden Fächern und/oder der Fachrichtung bzw. des Schwerpunkts gewählt werden.

**Für Lernende der Organisationsform B gilt:** Im Wahlpflichtunterricht kann mindestens ein Wahlpflicht-Themenfeld angeboten werden, das an Inhalte der dualen Ausbildung anknüpft und diese vertieft. Dieses Wahlpflicht-Themenfeld unterscheidet die Organisationsformen und kann von Lernenden der Organisationsform A nicht gewählt werden.

### 3.3.2 Übersicht über die Themenfelder

Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt I		Zeitrichtwerte in Stunden
		Organisationsform A
<b>Pflicht-Themenfelder</b>		
11.1	Grundlagen der Chemie	40
11.2	Eigenschaften chemisch-physikalisch Systeme	40
11.3	Labortechnische Prozesse	40
11.4	Lern- und Arbeitsmethoden	40
<b>Wahlpflicht-Themenfelder</b>		
11.5	Konzepte der Chemie	40
11.6	Physikalische Chemie	40
11.7	Biochemie und Molekularbiologie	40
11.8	Digitalisierung im Labor und in der Prozesstechnik	40

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B		Zeitrichtwerte in Stunden	
		Organisations- form A	Organisations- form B
<b>Pflicht-Themenfelder</b>			
12.1	Organische Chemie	80	80
12.2	Physikalische Chemie	80	80
12.3	Projekt	80	80
<b>per Erlass zuschaltbare Pflicht-Themenfelder</b>			
12.4	Aromaten	80	80
12.5	Carbonylverbindungen	80	80
12.6	Elektrochemie und Elektroanalytik	80	80
12.7	Kinetik	80	80
12.8	Spektroskopie und Strukturaufklärung	80	80
<b>Wahlpflicht-Themenfelder</b>			
12.9	Biotechnologie	40	40
12.10	Materialwissenschaften	40	40
12.11	Optische Spektroskopie	40	40
12.12	IT-Systeme im Labor und in der Prozesstechnik	40	40
12.13	Kondensationsreaktionen und Syntheseplanung	40	40
12.14	Ökologische Systeme	40	40
12.15	Angewandte Mathematik	40	40
12.16	Vertiefung der physikalischen Chemie	---	40

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### 3.3.3 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt I

#### 11.1 Grundlagen der Chemie

(Pflicht-Themenfeld)

Die moderne Chemie beruht auf dem Atomismus. Die Kenntnis des Atomaufbaus erlaubt es, komplexe Systeme zu analysieren. Die Vorhersage plausibler Strukturmodelle und die Abschätzung von Stabilität und Reaktivität sind Kompetenzen, die eine hohe Übertragbarkeit besitzen. Hierfür ist die Beschreibung der chemischen Bindung wesentlich. Das Periodensystem der Elemente ermöglicht eine Orientierung über die Vielzahl chemischer Elemente und deren Verbindungen. Dadurch wird ein Überblick über wesentliche Stoffe und deren Eigenschaften ermöglicht – auch unter Berücksichtigung des Einflusses auf Mensch und Umwelt. Der reflektierte Umgang mit gefährlichen Chemikalien (z. B. Säuren) und die Kenntnis von Gefahrenpotenzialen im Labor tragen dazu bei, dass die Lernenden zu einem verantwortungsvollen Handeln befähigt werden.

#### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Stoff-Teilchen-Konzept (L1), Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Donator-Akzeptor-Konzept (L3), Umwelt und Gesellschaft (L9)

#### Obligatorische Inhalte

- Aufbau der Materie
- Periodensystem der Elemente sowie Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen
- Atommodelle (BOHR)
- chemische Bindungen: Ionenbindung, kovalente Bindung, metallische Bindung
- Edelgasregel und Bindigkeit
- Säure-Base-Theorien
- Umgang mit Gefahrstoffen
- Elektronegativität und Oxidationszahl

#### Fakultative Inhalte

- VSEPR (Valenzschalen-Elektronenpaarabstoßung)
- Strukturformeln und räumliche Modelle von Molekülen und Festkörpern
- funktionelle Gruppen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 11.2 Eigenschaften chemisch-physikalischer Systeme (Pflicht-Themenfeld)

---

Das Verständnis chemisch-physikalischer Systeme hat große Relevanz für Forschung, Industrie, Umwelt und Gesellschaft. Dabei spielt die physikalisch-mathematische Modellierung eine große Rolle.

Die Lernenden erarbeiten grundlegende Konzepte zur Beschreibung relevanter chemisch-physikalischer Systeme und stellen diese vor. Die wesentliche Teilchenbetrachtung wird mit der Darstellung charakteristischer Systemparameter verglichen. Die Struktur-Eigenschafts-Beziehung stellt diese Brücke her.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Stoff-Teilchen-Konzept (L1), Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Energieerhaltungskonzept (L4), Kinetikkonzept (L6)

### Obligatorische Inhalte

- Analyse und Modellierung chemisch-physikalischer Systeme
- ideale Gase
- pH-Berechnung (Berechnung der  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Konzentration)
- Energetik
- qualitative Konzepte zur Beschreibung und Beeinflussung von Reaktionsgeschwindigkeiten
- Auswertung chemisch-physikalischer Experimente

### Fakultative Inhalte

- reale Gase
- Methoden zur quantitativen Modellierung chemisch-physikalischer Systeme: Reaktionsgeschwindigkeit

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

### 11.3 Labortechnische Prozesse

(Pflicht-Themenfeld)

Die MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) zeichnen sich durch einen hohen Anteil an Empirie aus. Experimente führen erst durch geeignete Auswertemethoden zu sicheren, reproduzierbaren Ergebnissen. Das Themenfeld umfasst Rechenmethoden und Verfahren, die für die quantitative Beschreibung chemisch-physikalischer Prozesse notwendig sind. Dabei steht der Bezug zur Durchführung und Planung von Experimenten im Fokus, auch unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit und den Prinzipien der GLP (Gute Laborpraxis). Darüber hinaus wird der reflektierte und kritische Umgang mit eigenen und fremden Ergebnissen, die aus empirischen Daten gewonnen wurden, gefördert.

#### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Stoff-Teilchen-Konzept (L1), Donator-Akzeptor-Konzept (L3), Gleichgewichtskonzept (L5)

#### Obligatorische Inhalte

- Stöchiometrie: Formulierung von Reaktionsgleichungen zur Berechnung von Umsatz und Ausbeute
- Verwendung physikalischer Einheiten für Reinstoffe und Gehaltsangaben nach DIN 1310
- SI-Einheitensystem
- Formulierung von Redoxgleichungen auf der Basis der Oxidationszahlen
- Fehleranalyse, signifikante Stellen, Rundung nach DIN 1333
- Versuchsauswertung mit einer Tabellenkalkulation

#### Fakultative Inhalte

- mathematische Beschreibung von Reaktionsgleichungen durch Gleichungssysteme
- verfahrenstechnisch relevante Redoxgleichungen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 11.4 Lern- und Arbeitsmethoden

## (Pflicht-Themenfeld)

---

Das Aneignen von Lern- und Arbeitsmethoden soll die Lernenden dazu befähigen, ihre eigenen Lern- und Arbeitsprozesse zu planen, zu reflektieren und zu optimieren. Dies fördert das selbstregulierte und lebensbegleitende Lernen. Das Themenfeld leistet hierdurch einen Beitrag für den Unterricht in allen allgemein bildenden Fächern sowie in allen Fachrichtungen und Schwerpunkten und fördert damit die Studierfähigkeit.

Die Lernenden nutzen unterschiedliche Medien und Methoden zur Informationsgewinnung und hinterfragen diese kritisch. Sie werten die Informationen aus und dokumentieren sowie präsentieren die Ergebnisse unter Einsatz digitaler Medien. Hierbei wenden sie Visualisierungstechniken und Kenntnisse der Rhetorik an. Sie reflektieren und bewerten ihre Arbeit und geben einander wertschätzendes Feedback. Dabei bewegen sie sich in einer Berufswelt, die zunehmend digitaler wird.

Die Inhalte des Themenfelds 11.4 werden in Kombination mit Inhalten der Themenfelder aus dem Pflicht- und/oder Wahlpflichtunterricht der Fachrichtung oder des Schwerpunkts erarbeitet.

### Obligatorische Inhalte

- Lern- und Arbeitstechniken sowie Aufgabenplanung
  - selbstständige Planung des Lernprozesses (Lernstile, Lernmethoden, Zeitmanagement, Einsatz von E-Learning-Plattformen)
  - Protokoll- und Berichterstellung (z. B. Tätigkeitsbericht)
  - Dokumentation
  - Zitiertechniken
  - Priorisierung und Planung von Aufgaben
- Informationsbeschaffung, -analyse und -auswertung
  - Recherche
  - Umgang mit Quellen: Urheberrecht, Nutzungsrecht
  - Lesetechniken
  - Auswahlkriterien und -techniken
  - kritischer Umgang mit Medien
  - Interpretation kontinuierlicher Texte (insbesondere Fachtexte) und diskontinuierlicher Texte (z. B. Grafiken, Statistiken, Tabellen)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

- Präsentation
  - Rhetorik, Mimik, Gestik und Körpersprache
  - Visualisierungstechniken
  - Aufbereitung und Präsentation von Ergebnissen, vorwiegend unter Einsatz digitaler Medien
- Reflexion
  - Selbsteinschätzung
  - Gendersensibilität
  - Bewertungskriterien
  - Feedbackmethoden

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 11.5 Konzepte der Chemie

(Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Die Vielfalt chemischer Verbindungen mit Relevanz für Gesellschaft und Umwelt ist sehr groß. Dieses Themenfeld soll Lernenden die Möglichkeit geben, ihr Wissen über die Vielfalt chemischer Verbindungen und deren Eigenschaften zu erweitern und somit ihre Studier- und Arbeitsfähigkeit zu erhöhen. Dafür vertiefen die Lernenden ihre Kenntnisse der Struktur und Klassifikation chemischer Systeme, wobei auch organische Moleküle betrachtet werden. Für die praktische Durchführung chemischer Reaktionen in Produktion und im Labor sind die physikalischen und chemischen Eigenschaften und die sich daraus ergebenden Gefahren für Mensch und Umwelt zu berücksichtigen.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Stoff-Teilchen-Konzept (L1), Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Umwelt und Gesellschaft (L9)

### Inhalte

- Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
  - zwischenmolekulare Kräfte
  - Vorhersage molekularer Eigenschaften
- Stoffklassen
  - gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Alkanole, Carbonylverbindungen, Carbonsäuren, Ester
  - Komplexverbindungen
  - Nomenklatur nach IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)
- Typen organischer Reaktionen
  - Substitutionen an gesättigten Kohlenwasserstoffen (radikalische Substitution)
  - elektrophile Additionen
- Beschreibung von Grenzflächen (Nanomaterialien, Katalyse)

---

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 11.6 Physikalische Chemie

(Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Die Beschreibung physikalischer Prozesse in der technischen Chemie und der Verfahrenstechnik ist für viele Fragestellungen in Industrie und Wissenschaft von großer Relevanz. Exemplarisch steht die Energieumwandlung und -gewinnung im Fokus dieses Themenfelds. Die während eines chemischen Prozesses entstehende Reaktionswärme muss abgeführt und die für eine Reaktion benötigte Energie muss zugeführt werden. Die experimentelle Untersuchung der betrachteten kontinuierlichen Prozesse ermöglicht eine effiziente Modellierung. Die Auswahl geeigneter Untersuchungsmethoden für zu bestimmende Parameter und die Beurteilung des Zusammenhangs zwischen Modell und Fragestellung werden diskutiert.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Energieerhaltungskonzept (L4), Kinetikkonzept (L6)

### Inhalte

- physikalisches Verhalten chemischer Systeme
  - Phasen und Aggregatzustände
  - Phasenübergang: Schmelz- und Verdampfungswärme, Dampfdruck
  - physikalische Behandlung von Teilchensystemen: kinetische Gastheorie
  - Mischphasen und kolligative Eigenschaften
- Energetik chemischer und physikalischer Prozesse
  - Wärme, Temperatur und Energie (Wärmemenge und Wärmekapazität)
  - Umwandlung von Wärme in Arbeit: Wirkungsgrad von Maschinen, Carnot-Prozess
  - Energieversorgung und Energiewende

---

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 11.7 Biochemie und Molekularbiologie

(Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Die Biochemie als Wissenschaft von der chemischen Zusammensetzung der Organismen und den chemischen Vorgängen in ihnen beschäftigt sich unter anderem mit der Aufklärung von Stoffwechselerkrankungen und ist auch aus diesem Grund von großem gesellschaftlichem Interesse. Sie bedient sich einer Vielzahl von Methoden und Verfahren der analytischen, organischen und physikalischen Chemie. In den letzten Jahrzehnten kamen molekularbiologische Verfahren hinzu, die auf den Gebieten der Medizin, der Lebensmittelanalytik und der Biotechnologie Verwendung finden.

Das Teilgebiet der Gentechnik stellt eine große gesellschaftliche Chance, aber auch ein Gefahrenpotenzial für Mensch und Umwelt dar. Ihre Anwendungsmöglichkeiten sind Gegenstand grundlegender ethischer Überlegungen und Diskussionen. Um einen Zugang zu der historisch bedeutsamen und gleichzeitig innovativen, zukunftssträchtigen Wissenschaft der Biochemie zu ermöglichen, stehen die biochemischen Grundlagen im Mittelpunkt dieses Themenfelds.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Gleichgewichtskonzept (L5), Kinetikkonzept (L6), Umwelt und Gesellschaft (L9)

### Inhalte

- biochemisch relevante Stoffklassen: Zucker, Proteine und Enzyme, Nukleinsäuren
- Enzymreaktionen
- biotechnologische Verfahren
- Grundlagen der Genetik und der Gentechnik
- Gentechnik in der Medizin und der Lebensmittelindustrie
- Sicherheitsstufen gentechnischer Labore

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 11.8 Digitalisierung im Labor und in der Prozesstechnik (Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Für ein naturwissenschaftlich-technisches Studium, aber auch für eine Tätigkeit in Industrie und Forschung sind digitale Hilfsmittel unabdingbar. Sowohl die elektronische Auswertung, die Verarbeitung und Speicherung von Messdaten unter Berücksichtigung der Datensicherheit als auch die elektronische Dokumentation sind von großer Bedeutung.

Dieses Themenfeld befasst sich mit Hilfsmitteln zur Darstellung chemischer und physikalischer Formeln. Mit geeigneter Software können manche Experimente durch Simulationen besser vorbereitet oder sogar ersetzt werden. Zusätzlich erlangen die Lernenden einen Überblick über die Automatisierung im Labor. Das selbstständige und strukturierte Erlernen des Umgangs mit IT-Systemen sowie der reflektierte, kritische Umgang mit ihnen und den Ergebnissen ziehen sich als roter Faden durch das Themenfeld.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Messen und Auswerten (L7), Information und Kommunikation (L8)

### Inhalte

- Auswertung und Dokumentation von Experimenten mit Tabellenkalkulation und Textverarbeitung
- Visualisierung von Messdaten (DIN 461), Statistik und Fehleranalyse, Messunsicherheiten
- Visualisierung chemischer Strukturen in 2D und 3D
- Automatisierung im chemisch-physikalischen Labor
- Simulation einfacher chemisch-physikalischer Systeme
- Datenbanken: Strukturen und Eigenschaften
- Verteilung, Archivierung, Zugriffskontrolle und Sicherung von Daten

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

### 3.3.4 Themenfelder Organisationsform A Ausbildungsabschnitt II sowie Organisationsform B

#### 12.1 Organische Chemie

(Pflicht-Themenfeld)

Die organische Chemie umfasst alle Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoffverbindungen und bildet somit die Basis zur Erklärung zahlreicher Vorgänge in lebenden Organismen und in der Chemietechnik. Die Lernenden erarbeiten ausgehend von verschiedenen funktionellen Gruppen in organischen Molekülen die entsprechenden Reaktionstypen und -mechanismen unter Berücksichtigung der Bindungs- und Struktureigenschaften. Sie besprechen die experimentelle Umsetzung der behandelten organischen Reaktionen mithilfe gängiger Versuchsaufbauten und unter Beachtung sicherheitsrelevanter Aspekte.

#### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Stoff-Teilchen-Konzept (L1), Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Donator-Akzeptor-Konzept (L3), Kinetikkonzept (L6)

#### Obligatorische Inhalte

- Struktur organischer Moleküle
  - funktionelle Gruppen
  - Substanzklassen
  - induktiver Effekt und Polarisierung
  - Isomerie
- Reaktionen und Eigenschaften organischer Moleküle
- Beziehung von Struktur und Eigenschaften
  - Polarität, Löslichkeit, Schmelz- und Siedetemperatur
  - Reaktionstypen
  - Reaktionsmechanismen: Hypothesenbildung und experimentelle Überprüfung
  - z. B.: Substanzklassen (gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Halogenderivate, Alkanole, Carbonsäuren und deren Ester, Amine), Reaktionstypen (Substitutionsreaktionen, Additionsreaktionen, Eliminierung), Reaktionsmechanismen (SN1 [nukleophile Substitution erster Ordnung], Veresterung, SN2 [nukleophile Substitution zweiter Ordnung], SR [radikalische Substitution], AE [elektrophile Addition])

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

**Fakultative Inhalte**

- Aromaten
- Carbonyle
- Carbonsäurederivate
- Strukturaufklärung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.2 Physikalische Chemie

(Pflicht-Themenfeld)

---

Die Kenntnis von Säure-Base-Theorien und das Wissen um Elektronenübertragungsreaktionen (Reduktion und Oxidation) ermöglichen die Betrachtung und Erklärung von Protolyse- und Redoxreaktionen, die in den Bereichen der organischen und anorganischen Chemie vielfach vorkommen.

Die Lernenden betrachten das Reaktionsgleichgewicht, das sich in den meisten Fällen einstellt, unter verschiedenen Gesichtspunkten (Beeinflussung des Gleichgewichts und Thermodynamik der Reaktion).

Auf dieser Basis können die Lernenden die Veränderung der Reaktionsbedingungen zur Optimierung der Ausbeute bei groß- und labortechnischen Herstellungsverfahren diskutieren. Dabei ermöglichen sich die Lernenden einen Überblick über relevante großtechnische Verfahren.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Donator-Akzeptor-Konzept (L3), Energieerhaltungskonzept (L4), Gleichgewichtskonzept (L5)

### Obligatorische Inhalte

- Oxidationszahlen, Reduktion, Oxidation und Aufstellen von Redoxgleichungen
- Protonenaustauschreaktionen, pH-Berechnung (Berechnung der  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Konzentration), HENDERSON-HASSELBALCH-Gleichung und Säure-Base-Theorien
- Volumetrie: Säure-Base- und Redox titrationen, Titrationskurven
- chemisches Gleichgewicht und Prinzip des kleinsten Zwangs (Prinzip von LE CHATELIER)
- Thermodynamik, Wärmekapazität, Kalorimetrie, Energetik
- ausgewählte großtechnische Verfahren (z. B. Ammoniaksynthese, Schwefelsäuresynthese, Salpetersäuresynthese)

### Fakultative Inhalte

- Komplexometrie und Komplexchemie
- Anwendungen der Thermodynamik (z. B. alternative Energiequellen oder Ernährung)

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.3 Projekt

(Pflicht-Themenfeld)

Mit der Bearbeitung eines Projekts sollen die Lernenden dazu befähigt werden, Arbeitsabläufe und Teilaufgaben eigenverantwortlich und zielorientiert unter Betrachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und/oder zeitlicher Vorgaben im Team zu planen und umzusetzen. Das Projekt dient ebenfalls zur Vertiefung der theoretischen Inhalte eines oder mehrerer Pflicht-Themenfelder sowie zu ihrer Umsetzung in die Praxis.

Die Lernenden formulieren die Projektaufgabe gemeinsam mit der Lehrkraft und definieren die zu erreichenden Ziele. Sie planen die Projektstruktur und den Ablauf, erstellen einen Zeitplan mit Zuständigkeiten und Aufgabenverteilung, organisieren die Teamarbeit und führen Entscheidungen herbei. Hierbei beschaffen sie sich selbstständig notwendige Informationen. Sie dokumentieren fortlaufend den Projektfortschritt sowie die Ergebnisse, führen einen Soll-Ist-Vergleich durch und erproben unterschiedliche Rückkoppelungs- und Feedback-Methoden. Nach Projektdurchführung präsentieren sie ihre Ergebnisse. Die Lernenden evaluieren ihre Vorgehensweise mithilfe von Beurteilungsmethoden und überprüfen die Erfüllung des Projektauftrags anhand von Beurteilungskriterien.

Das Projekt kann auf alle Leitideen der betroffenen Fachrichtungen bzw. Schwerpunkte Bezug nehmen.

### Obligatorische Inhalte

- Projektauftrag
  - Aufgabenbeschreibung
  - Zielfindung und Zielformulierung
  - Methoden der Entscheidungsfindung (z. B. Entscheidungsmatrix, SWOT-Analyse)
  - Lastenheft
- Projektplanung
  - Informationsbeschaffung
  - Kosten- und Ressourcenplanung
  - Aktivitätenliste, Arbeitspakete, Meilensteine
  - Risikoanalyse inklusive Gegenmaßnahmen
  - Projektstrukturplan
  - Zeitplanung (z. B. Balkendiagramme, Netzplantechnik)
  - Teamorganisation und -entwicklung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

- Projektdurchführung
  - Soll-Ist-Vergleich
  - Rückkoppelung und ggf. neue Sollvorgaben
  - Dokumentation und Transparenz aller Projektabläufe
  - Folgemaßnahmen bei Projektabbruch
- Projektabschluss
  - Präsentation der Ergebnisse
  - Beurteilungskriterien und -methoden
  - Evaluation

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.4 Aromaten (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

---

Zu den aromatischen Verbindungen, kurz Aromaten genannt, gehören eine Vielzahl von Substanzen, die in der pharmazeutischen und chemischen Forschung und Produktion eine wichtige Rolle spielen. In der Natur finden sich diese Substanzen in tierischen, pflanzlichen und menschlichen Organismen in einer Vielzahl von Naturstoffen (z. B. Proteinen, Nucleinsäuren, Farb-, Geruchs- und Botenstoffen).

Darüber hinaus besitzen viele aromatische Verbindungen wegen ihrer toxischen und kanzerogenen Eigenschaften gesellschaftliche Relevanz. Auf der Basis der Bindungsbeschreibungen von Aromaten erarbeiten sich die Lernenden die Eigenschaften und Reaktivität dieser Stoffgruppe und diskutieren präparative Verfahren.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Donator-Akzeptor-Konzept (L3), Energieerhaltungskonzept (L4), Gleichgewichtskonzept (L5), Umwelt und Gesellschaft (L9)

### Obligatorische Inhalte

- Aromatizitätskriterien und Bindungsverhältnisse
- Mesomerie
- Mechanismus der elektrophilen Substitution
- Mechanismus der FRIEDEL-CRAFTS-Alkylierung und -Acylierung
- Konkurrenz zwischen Kern- und Seitenkettensubstitution
- Regioselektivität der Zweitsubstitution
- Derivate des Benzols

### Fakultative Inhalte

- relevante aromatische Verbindungen (z. B. Pharmazeutika, Farbstoffe)
- Kanzerogenität
- Beschreibung von Aromaten mithilfe des Orbitalmodells

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.5 Carbonylverbindungen (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

---

Carbonylverbindungen kommen insbesondere als Aromastoffe im Alltag vor und sind von wesentlicher Bedeutung für die Biochemie und die technische Chemie. Die Lernenden thematisieren mithilfe ihrer Lehrkraft die unterschiedlichen Eigenschaften von Aldehyden (Alkanale) und Ketonen (Alkanone). Außerdem beschreiben die Lernenden die nukleophile Addition als beiden Substanzklassen gemeinsamer Reaktionstyp bezüglich des Mechanismus und der Beeinflussungsmöglichkeiten.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Donator-Akzeptor-Konzept (L3), Energieerhaltungskonzept (L4), Gleichgewichtskonzept (L5)

### Obligatorische Inhalte

- Bindungsmodell, I- und M-Effekt (induktiver und mesomerer Effekt), Konjugation
- Aldehyde und Ketone: Eigenschaften
- Unterscheidung durch FEHLING- und TOLLENS-Probe
- Redoxreaktionen der Alkanole, Carbonsäuren und weiterer Carbonylverbindungen
- Keto-Enol-Tautomerie
- Acetale und Halbacetale
- CH-Acidität, Aldolkondensation
- nukleophile Addition

### Fakultative Inhalte

- GRIGNARD-Reaktion
- Polymerisierung der Aldehyde

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.6 Elektrochemie und Elektroanalytik (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

---

Elektrochemische Vorgänge spielen im Rahmen der Energiegewinnung und -bereitstellung (z. B. Photovoltaik und Elektromobilität) gegenwärtig eine große Rolle und haben entsprechendes Zukunftspotenzial. Darüber hinaus beruhen viele gesellschaftlich und wissenschaftlich relevante Analysemethoden auf elektroanalytischen Verfahren. Die Lernenden erarbeiten auf Basis von Redoxreaktionen die elektrochemische Spannungsreihe, die Konzentrationsabhängigkeit des elektrochemischen Potentials und gängige analytische Verfahren.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Donator-Akzeptor-Konzept (L3), Umwelt und Gesellschaft (L9)

### Obligatorische Inhalte

- elektrochemische Spannungsreihe
- NERNST-Gleichung: Anwendung auf Redoxsysteme
- galvanische Zellen
- potentiometrische Messungen: pH-Messung und Säure-Base-Titrationen
- Redox titrationen, Permanganometrie und Iodometrie
- konduktometrische Messungen: theoretische Grundlagen und Leitfähigkeitstiteration

### Fakultative Inhalte

- Elektrophorese (z. B. genetischer Fingerabdruck)
- Elektrogravimetrie: FARADAY-Gesetze

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.7 Kinetik (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

---

Für die Beschreibung chemischer Reaktionsabläufe ist die Betrachtung der Reaktionsgeschwindigkeit von wesentlicher Bedeutung. Ausgehend von experimentellen Daten erarbeiten die Lernenden die zugrundeliegenden empirischen Geschwindigkeitsgesetze und wenden diese an.

Viele biochemische und industrielle Prozesse werden erst durch den Einsatz von Katalysatoren durchführbar, weswegen die Lernenden die Wirkungsweise und den Aufbau katalytisch wirksamer Systeme betrachten.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Energieerhaltungskonzept (L4), Gleichgewichtskonzept (L5), Kinetikkonzept (L6)

### Obligatorische Inhalte

- empirische Untersuchung des Reaktionsverlaufs
- Modellierung von Geschwindigkeitsgesetzen
- Bestimmung von Geschwindigkeitsgesetzen
- Zusammenhang zwischen Reaktionsmechanismus und Geschwindigkeitsgesetz (SN1, SN2 und weitere)
- geschwindigkeitsbestimmender Schritt und Katalyse
- Beispiele für katalytische Systeme

### Fakultative Inhalte

- Aufklärung von Mechanismen durch kinetische Untersuchung
- Isotopenmarkierung
- Stoßprozesse zur Beschreibung von Diffusions- und Reaktionsgeschwindigkeit

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.8 Spektroskopie und Strukturaufklärung (Pflicht-Themenfeld – per Erlass zuschaltbar)

---

Chemisch-physikalische Analyseverfahren zur Strukturaufklärung finden in vielen Bereichen Anwendung (z. B. Medizin, Umwelt- und Gefahrstoffanalytik). Die Strukturaufklärung durch die Interpretation von Spektren steht im Zentrum dieses Themenfelds. Die dafür notwendigen theoretischen und gerätetechnischen Kenntnisse erarbeiten die Lernenden am Beispiel der drei wesentlichen Verfahren der modernen Strukturaufklärung.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Stoff-Teilchen-Konzept (L1), Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2).

### Obligatorische Inhalte

- H-NMR-Spektroskopie (Protonen-Kernmagnetresonanz-Spektroskopie):  
Messprinzip, Spektreninterpretation und Geräteaufbau
- Infrarotspektroskopie:  
Messprinzip, Spektreninterpretation und Geräteaufbau
- Massenspektrometrie:  
Messprinzip, Spektreninterpretation und Geräteaufbau, Schwingungsmoden und Freiheitsgrade

### Fakultative Inhalte

- C-NMR (Kohlenstoff-Kernmagnetresonanz-Spektroskopie)
- Strukturaufklärung mithilfe kombinierter Spektren

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.9 Biotechnologie

(Wahlpflicht-Themenfeld)

---

In der pharmazeutischen Chemie und der Lebensmittelchemie wächst die Bedeutung biotechnologischer Verfahren stetig. Im Unterricht werden die theoretischen Grundlagen der dabei ablaufenden Prozesse und Enzymreaktionen erläutert. Darauf aufbauend besprechen die Lernenden gemeinsam mit der Lehrkraft, wie unterschiedliche biotechnologische Verfahren durchzuführen sind und wie der gewünschte Ablauf der Stoffwechselforgänge in biotechnologischen Reaktoren durch die Steuerung der chemisch-physikalischen Bedingungen gewährleistet werden kann. Außerdem erarbeiten sich die Lernenden einen Überblick über relevante Mikroorganismen und mikrobiologische Grundlagen.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Gleichgewichtskonzept (L5), Kinetikkonzept (L6), Umwelt und Gesellschaft (L9)

### Inhalte

- Enzymkinetik
  - Peptid- und Proteinchemie
  - Biokatalyse und MICHAELIS-MENTEN-Theorie
  - Schlüssel-Schloss-Prinzip und Enzym-Substrat-Komplexe
  - Hemmtypen (kompetitiv, nicht-kompetitiv, Substrathemmung)
- mikrobiologische Grundlagen biotechnologischer Verfahren
  - Aufbau von Pro- und Eukaryonten, relevante Mikroorganismen
  - exemplarische biotechnologische Verfahren in Lebensmittel- und Pharmaindustrie
  - Wachstum, Stoffwechsel und Ernährung von Mikroorganismen
  - Gentechnik und Bioethik

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.10 Materialwissenschaften

(Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften herzustellen ist ein wesentlicher Beitrag der Chemie zur modernen Technik.

Metallische Legierungen und Kunststoffe sind von herausragender Bedeutung. Die Metallurgie erlaubt es, die Eigenschaften metallischer Werkstoffe über deren Zusammensetzung und Struktur zu steuern. Eine Vielzahl von Kunststoffen kann durch Polymerisationsreaktionen hergestellt werden, wobei die Zusammensetzung der Ketten aus Monomeren und die räumliche Struktur der Ketten (ggf. Quervernetzung) die Eigenschaften des Kunststoffs bestimmen. Polymere Kunststoffe liefern viele nützliche Anwendungen, sind aber als Massenprodukte ökologisch sehr problematisch.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Umwelt und Gesellschaft (L9)

### Inhalte

- Metallurgie
  - Bindungsmodell der Metalle
  - Eisen-Kohlenstoff-Diagramme
  - Herstellung und Eigenschaften technisch relevanter Legierungen
- Polymerchemie
  - Aufbau und Herstellung von Kunststoffen
  - Mikroplastik und ökologische Probleme
  - medizinische Anwendungen von Kunststoffen
  - Klebstoffchemie
- moderne Materialien
  - Kompositmaterialien als Alternative zu Metallen
  - Nanotechnologie

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.11 Optische Spektroskopie

(Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Optische Untersuchungsmethoden sind zerstörungsfrei, benötigen oft einen geringen Aufwand an Probenvorbereitung und können teilweise in Echtzeit durchgeführt werden. Sowohl qualitative als auch quantitative Bestimmungen sind möglich. Die optische Spektroskopie besitzt ein breites Anwendungsfeld, das sich von der Prozesskontrolle über die Strukturaufklärung bis hin zur medizinischen Diagnostik und zur Umwelt- und Gefahrstoffanalytik erstreckt.

In diesem Themenfeld besprechen die Lernenden gemeinsam mit der Lehrkraft die wichtigsten theoretischen Grundlagen, die Funktionen der Analysegeräte und die Auswertung der erhaltenen Messergebnisse (Spektreninterpretation).

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Stoff-Teilchen-Konzept (L1), Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2)

### Inhalte

- Absorption von Ultraviolett(UV)-Strahlung und sichtbarem Licht (Vis) durch Moleküle: Anregung von Elektronen
- Aufbau von UV- und Vis-Spektrometern (Fotometer)
- qualitative Fotometrie: UV- und Vis-Spektren beispielhafter Substanzen
- quantitative Fotometrie: BOUGUER-LAMBERT-BEER-Gesetz
- Absorption von Infrarot(IR)-Strahlung durch Moleküle: Anregung von Schwingungen
- Aufbau von dispersiven und FOURIER-Transform(FT)-Infrarotspektrometern
- Interpretation von IR-Spektren
- Farbentstehung bei organischen Molekülen durch Absorption von Licht
- Einblicke in weitere optische Spektroskopien (z. B. RAMAN, Atomabsorptionsspektrometrie (AAS), optische Emissionsspektrometrie (OES))

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.12 IT-Systeme im Labor und in der Prozesstechnik (Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Die elektronische Datenverarbeitung gehört auch im Labor und in der Industrie zu den Schlüsseltechnologien der modernen Gesellschaft. In diesem Themenfeld erarbeiten sich die Lernenden fortgeschrittene Techniken für die Auswertung und Speicherung von Messdaten, durch die u. a. die Automatisierung von Prozessen ermöglicht werden kann. Dies ist unter dem Schlagwort Industrie 4.0 bekannt. Viele moderne Informationstechnologiesysteme (IT-Systeme) werden über grafische Oberflächen (GUIs) gesteuert. Die Arbeit mit solchen Systemen erfordert analytische Fähigkeiten und Strategien zum Umgang mit Problemen. Darüber hinaus lassen sich viele IT-Komponenten mithilfe moderner (Skript-)Sprachen besser konfigurieren und Auswertungen effizienter durchführen.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Information und Kommunikation (L8)

### Inhalte

- Einarbeitung in IT-Systemen und Umgang damit
- Problemlösestrategien
- Testen von IT-Systemen
- Datenschutz und Datensicherheit
- Messdatenauswertung, -visualisierung und -archivierung
- Tabellenkalkulation, Datenbank
- Skriptsprachen zur Datenauswertung und -visualisierung
- Automatisierungstechnik (Grundkonzepte von Steuerung, Regelung und Industrie 4.0)
- Konfiguration und Anschaffung von IT-Systemen für konkrete Anwendungsfälle
- Vertiefung der Verwendung von Skriptsprachen: einfache Programme zur automatisierten Messdatenauswertung

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

### 12.13 Kondensationsreaktionen und Syntheseplanung (Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Die moderne Synthesechemie befasst sich mit dem systematischen Aufbau komplexer organischer Verbindungen. Hierfür ist die Knüpfung von Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen von zentraler Bedeutung. In diesem Themenfeld erarbeiten sich die Lernenden diesen wichtigen Reaktionstyp, der mithilfe des Donator-Akzeptor-Konzepts vorgestellt wird. Darüber hinaus erarbeiten sich die Lernenden die Grundidee der systematischen Zerlegung von Zielmolekülen.

#### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Struktur-Eigenschafts-Konzept (L2), Donator-Akzeptor-Konzept (L3), Energieerhaltungskonzept (L4), Gleichgewichtskonzept (L5), Kinetikkonzept (L6)

#### Inhalte

- Knüpfung von C-C-Bindungen (z. B. KNOEVENAGEL-Reaktion oder Aldolkondensation)
- CH-Acidität (Donator-Akzeptor-Konzept)
- Konzepte der systematischen Syntheseplanung und Baukastenprinzip der organischen Chemie (Retrosynthese)
- synthetische Kraftstoffe

---

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.14 Ökologische Systeme

(Wahlpflicht-Themenfeld)

Ökologisch bedeutsame Parameter in abgegrenzten Ökosystemen können mittels chemisch-physikalischer Messmethoden erfasst werden. Anhand der daraus gewonnenen Messergebnisse kann die räumliche und zeitliche Variabilität dieser Parameter erkannt und interpretiert werden. Des Weiteren besprechen die Lernenden gemeinsam mit ihrer Lehrkraft die Belastbarkeit ökologischer Systeme durch Eingriffe in das Gleichgewicht.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Umwelt und Gesellschaft (L9)

### Inhalte

- Ökosysteme und Stoffkreisläufe
  - Aufbau, Funktion und Entwicklung der Atmosphäre
  - Vorkommen verschiedener Gewässerarten: Fließgewässer, Seen und Meere
  - Prinzip der Kohlenstoff- und Stickstoffkreisläufe
- Gewässerverschmutzung
  - Schwermetallbelastung des Bodens und des Grundwassers durch Staubdeposition und Düngung (z. B. Klärschlamm, Mineraldünger)
  - Herkunft und Zusammensetzung von Abwasser
  - Abwasserreinigung mit Stickstoff- und Phosphor-Elimination
  - Mikroplastik
- Analytik ökologischer Systeme
  - analytische Methoden für ökologische Fragestellungen (z. B. Schwermetallanalytik)
  - Messen in biologischen Matrizen
  - Probennahme

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.15 Angewandte Mathematik

(Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Die mathematische Modellierung ist für moderne naturwissenschaftlich-technische Fächer von zentraler Bedeutung. An chemisch-physikalischen Beispielen erweitern die Lernenden die Kompetenz, die zur mathematischen Modellierung und zur abstrakten Beschreibung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge benötigt wird.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Für den Schwerpunkt: Messen und Auswerten (L7)

Für Mathematik: Raum und Form (L3), Funktionaler Zusammenhang (L4)

### Inhalte

- Anwendungen der Differentialrechnung: NEWTONsche Mechanik (kinetische Gastheorie, Massenspektrometer), Wärmekapazität als Steigung der inneren Energie bzw. Enthalpie
- Anwendungen der Integralrechnung: Peakflächen von NMR-Spektren integrieren, Integration von Geschwindigkeitsgesetzen in der Kinetik, Ermittlung der Substanzmengen aus der Flussgeschwindigkeit
- analytische Geometrie: Geometrie molekularer und kristalliner Strukturen (z. B. Torsionswinkel)
- lineare Gleichungssysteme: Bilanzierung von Reaktionsgleichungen

Fachrichtung: Technik

Schwerpunkt: Chemisch-physikalische Technik

---

## 12.16 Vertiefung der physikalischen Chemie (Wahlpflicht-Themenfeld)

---

Die Lernenden in der Organisationsform B bringen durch ihre abgeschlossene Berufsausbildung bereits vielseitige Kompetenzen und Fähigkeiten mit, auf deren Basis ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie vertieft werden sollen. Die physikalische Chemie stellt den Grenzbereich zwischen Physik und Chemie dar und wendet physikalische Methoden auf chemische Objekte an. Die physikalische Chemie ist eines der klassischen Teilgebiete der Chemie. Teile der physikalischen Chemie sind unter anderem die Thermodynamik, die Elektrochemie und die Kinetik sowie das Massenwirkungsgesetz.

### Bezug zu den maßgeblichen Leitideen

Stoff-Teilchen-Konzept (L1), Energieerhaltungskonzept (L4), Gleichgewichtskonzept (L5), Kinetikkonzept (L6), Umwelt und Gesellschaft (L9)

### Inhalte

- Zustandsbeschreibung idealer und realer Gase
- Phasenumwandlung und Mehrphasensysteme
- empirische Kinetik
- physikochemische Beschreibung großtechnischer und labortechnischer Prozesse aus der Berufspraxis der Lernenden



HESSEN



**Hessisches Kultusministerium**

Luisenplatz 10

60185 Wiesbaden

<https://kultusministerium.hessen.de>