

# Berufliche Schulen des Landes Hessen

## **Lehrplan Zweijährige Höhere Berufsfachschule (Assistentenausbildung) Berufsbildender Bereich Fachrichtung Chemietechnik**

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1. Geltungsbereich des Lehrplans</b>	<b>3</b>
<b>2. Allgemeine Zielsetzungen und Schwerpunkte der Ausbildung</b>	<b>3</b>
<b>3. Didaktisch-methodische Leitlinien für die Fachrichtung Chemietechnik</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Ganzheitlichkeit der Lernprozesse</b>	<b>7</b>
<b>3.2 Offenheit des unterrichtlichen Rahmens und Mitgestaltung durch die Lerngruppe</b>	<b>8</b>
<b>3.3 Didaktisch-methodische Prinzipien</b>	<b>8</b>
<b>3.4 Konzepte des Lernens und Hilfen zur Unterstützung der Lernprozesse</b>	<b>9</b>
<b>3.5 Vertiefung, Sicherung und Überprüfung der Lernergebnisse</b>	<b>10</b>
<b>4. Zum Verhältnis von Fachtheorie und Fachpraxis</b>	<b>10</b>
<b>5. Didaktische Struktur des Lehrplans</b>	<b>11</b>
<b>6. Schulinterne Umsetzung des Lehrplans</b>	<b>11</b>
<b>7. Lernfelder und Zeitrichtwerte</b>	<b>13</b>

## 1. Geltungsbereich des Lehrplans

Der Lehrplan gilt in der zweijährigen Höheren Berufsfachschule, die auf dem mittleren Abschluss aufbaut und zu einem schulischen Berufsabschluss führt (vgl. § 41 Abs. 4 Hessisches Schulgesetz), für den berufsbildenden Bereich. Er umfasst die Inhalte des berufsbildenden Theorie- und Praxisunterrichts für die Ausbildung zur "Staatlich geprüften chemisch-technischen Assistentin" oder zum "Staatlich geprüften chemisch-technischen Assistenten".

## 2. Allgemeine Zielsetzungen und Schwerpunkte der Ausbildung

Im Rahmen des Bildungs- und Erziehungsauftrags nach § 2 des Hessischen Schulgesetzes ist es Ziel der schulischen Berufsausbildung, die Schülerinnen und Schüler so zu qualifizieren, dass sie die künftigen Anforderungen des beruflichen Alltags als Assistentinnen und Assistenten erfüllen können.

Ziel des Unterrichts ist das Erreichen einer **umfassenden Handlungskompetenz** der Schülerinnen und Schüler, verstanden als Bereitschaft und Fähigkeit des Einzelnen, sich in gesellschaftlichen, beruflichen und privaten Handlungssituationen sachgerecht, durchdacht und sozialverantwortlich zu verhalten. Sie entfaltet sich in den Dimensionen Fachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz.

**Fachkompetenz** bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen, das Ergebnis zu beurteilen und dabei Qualitätsanforderungen, Arbeitssicherheit sowie ergonomische, ökonomische, soziale und ökologische Erfordernisse zu beachten. Dazu gehört auch die Erweiterung der fremdsprachlichen Kommunikationsfähigkeit als Voraussetzung beruflicher Mobilität innerhalb der Europäischen Union.

**Personalkompetenz** bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu entwerfen und fortzuentwickeln, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen. Sie umfasst personale Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Ausdauer, Kritikfähigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Dazu gehören auch die Entwicklung eigener Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

**Sozialkompetenz** bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen, zu verstehen sowie sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinander zu setzen und zu verständigen. Dazu gehören insbesondere die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität sowie der vorurteilsfreie Umgang mit Menschen anderer Herkunft und Religionszugehörigkeit.

Im Einzelnen gehören dazu:

- Kommunikationsfähigkeit als Fähigkeit, Gruppenprozesse aktiv und konstruktiv mitzugestalten,
- Kooperationsfähigkeit als Fähigkeit, im Team zusammenzuarbeiten,

- Konfliktfähigkeit als Fähigkeit, auftretende Differenzen bei Meinungen und Haltungen im Umgang mit anderen Personen friedlich, konstruktiv und ohne Aggression auszutragen und
- soziale Verantwortungsfähigkeit als Fähigkeit, im Rahmen gemeinsamen Handelns mit anderen Mitverantwortung zu übernehmen.

Methoden- und Lernkompetenz ergeben sich aus einer ausgewogenen Entwicklung der obigen drei Dimensionen.

**Methodenkompetenz** bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, in betrieblichen Zusammenhängen zu denken und zu handeln und berufliche Aufgabenstellungen im Sinne einer vollständigen Handlung zu planen, auszuführen, zu kontrollieren und zu bewerten.

Dazu gehören:

- die Planung, Durchführung und Kontrolle der Aufgaben,
- die Wahrnehmung von Problemen und die Findung sachgerechter Lösungen,
- die längerfristige Planung aufgrund gegebener Bedingungen,
- Fantasie beim Finden kreativer Lösungen,
- die kritische Bewertung und die sachliche Begründung von Produkten, Arbeitsweisen und Arbeitsergebnissen sowie
- das Denken in Zusammenhängen.

**Lernkompetenz** bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit zu selbstständiger Aneignung weiterer und neuer beruflicher Qualifikationen, die Bereitschaft zu lebenslangem Lernen mit dem Ziel, die eigene Erwerbstätigkeit zu sichern und sich ggf. auf berufliche Aufstiegspositionen vorzubereiten sowie die Fähigkeit, Lernstrategien zu entwickeln und mit Informationen und Medien zielgerichtet umzugehen.

Dazu gehören:

- die Kenntnis und Nutzung von Informationsquellen (z. B. Bibliotheken und Handapparaten),
- Informationsbeschaffung und -verarbeitung mithilfe der elektronischen Kommunikations- und Informationstechniken, wie z. B. Textverarbeitung-, Tabellenkalkulations- oder Grafikprogramme bzw. Programme zu bestimmten, berufsbezogenen Arbeitsschwerpunkten und
- die Anwendung von "Techniken der geistigen Arbeit".

Die regelmäßige aufgabenbezogene Arbeit mit elektronischen Medien ist Voraussetzung für die angemessene Umsetzung des Lehrplans.

### 3. Didaktisch-methodische Leitlinien für die Fachrichtung Chemietechnik

Die Ausbildung zur Chemisch-technischen Assistentin/zum Chemisch-technischen Assistenten ist eine vollzeitschulische Berufsausbildung an der Höheren Berufsfachschule. Die Ausbildung dauert zwei Jahre und gliedert sich in eine breit profilierte Grundbildung für Chemieberufe sowie im Lernfeld 15 des zweiten Ausbildungsjahres in eine differenzierte, vertiefende Ausbildung.

Die Stundentafel des Ausbildungsganges weist einen allgemein bildenden sowie einen berufsbildenden Bereich aus. Der allgemein bildende Bereich ist nach Fächern, der berufsbildende Bereich nach Lernfeldern strukturiert.

In die Ausbildung ist ein Betriebspraktikum im Umfang von mindestens 4 Wochen integriert. Es dient der Vertiefung und Erweiterung erworbener Kompetenzen unter den Bedingungen der beruflichen Praxis.

Der Einsatz von Chemisch-technischen Assistentinnen/Chemisch-technischen Assistenten erfolgt vorwiegend in Laboratorien von universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie Behörden, aber auch in Produktionsstätten und Betrieben bzw. Unternehmen der Wasser- und Abfallwirtschaft, der Energiewirtschaft, des Immissionsschutzes und der Landschaftspflege.

Zu den Aufgaben der Absolventinnen und Absolventen gehören das Planen, Vorbereiten, Durchführen, Überwachen und Auswerten von Versuchen bzw. Untersuchungen in spezifischen Einsatzbereichen. Hierfür nutzen sie entsprechende Apparaturen und Gerätetechnik, die sie bedienen, warten und in Stand halten.

Die berufliche Tätigkeit erfordert insbesondere

- grundlegende Kenntnisse in den naturwissenschaftlichen Fächern Chemie, Biologie, Mathematik und Physik/Physikalischer Chemie, Umweltschutz und Ökologie,
- die Fähigkeit zum logischen und komplexen Denken sowie die Fähigkeit zur Abstraktion,
- die Fähigkeit zur Kommunikation und Kooperation,
- feinmotorische, handwerkliche und organisatorische Fähigkeiten, die dazu befähigen, fachbezogene Arbeitsaufträge überwiegend nach Vorgaben selbstständig auszuführen,
- die Aufgeschlossenheit gegenüber Innovationen und die Bereitschaft, sich ständig weiterzubilden.

Der Unterricht im berufsbildenden Bereich beinhaltet folgende übergreifende Ziele:

- Orientierung am beruflichen Arbeitsauftrag,
- Befähigung und Bereitschaft zur selbstständigen oder teambegleiteten Lösung aufgabenbezogener Problemstellungen,
- selbstständige und methodengeleitete Planung, Durchführung und Bewertung relevanter Arbeitsabläufe,
- Nutzen moderner Informations- und Kommunikationssysteme,
- situationsgerechtes Anwenden der englischen Sprache,
- verantwortungsbewusstes Einhalten von Vorschriften der Arbeitssicherheit und Unfallverhütung sowie Erkennen von Unfallgefahren,
- sachgerechter Umgang mit Chemikalien und biologischen Materialien (Aufbewahrung und Entsorgung),
- Einhaltung der Umweltschutzvorschriften und Erkennen berufstypischer Umweltbelastungen,
- Anwenden der Methoden des Qualitätsmanagements,
- Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz.

Typische berufliche Handlungsabläufe der Chemisch-technischen Assistentin/des Chemisch-technischen Assistenten sind:

- Vorbereiten, Planen, Durchführen und Auswerten von Untersuchungen mit chemisch analytischer, umweltanalytischer und lebensmittelanalytischer Aufgabenstellung,
- Vorbereiten, Planen, Durchführen und Auswerten von chemischen, biochemischen, physikalisch-chemischen und ökologischen Untersuchungen und Versuchsreihen,
- Planen, Durchführen und Kontrollieren von Maßnahmen zur Fehlersuche und Störungsbeseitigung bei der Durchführung von Untersuchungen,
- Warten und Pflegen von technischen Versuchs-, Untersuchungs- und Prozessapparaturen,
- Mitarbeiten an Entwicklung, Aufbau und Test von Versuchsanordnungen,
- Synthetisieren von Stoffen,
- Planen, Durchführen und Kontrollieren von Produktionsprozessen einschließlich der Durchführung von Qualitätskontrollen,
- Nutzen von Informations- und Kommunikationssystemen zur Beschaffung von Informationen, zur Bearbeitung von Aufträgen sowie zur Erfassung, Bearbeitung, Auswertung und Dokumentation der Daten von Untersuchungen und Testreihen einschließlich der Präsentation von Ergebnissen,
- Nutzen von deutsch- und englischsprachigen Beschreibungen, Betriebsanleitungen und anderen berufstypischen Informationen,
- Arbeiten im Team und Abstimmen der Tätigkeiten mit vor- und nachgelagerten Bereichen.

Den Ausgangspunkt des Unterrichts und des Lernens der Schülerinnen und Schüler bilden berufliche Handlungen. Diese Handlungen sollen im Unterricht als Lernhandlungen

- gedanklich nachvollzogen oder selbst ausgeführt werden,
- selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet werden,
- ein ganzheitliches Erfassen der beruflichen Wirklichkeit fördern und technische, sicherheitstechnische, ökonomische, ökologische und rechtliche Aspekte integrieren,
- die berufspraktischen Erfahrungen (Betriebspraktika) der Schülerinnen und Schüler nutzen sowie
- soziale Prozesse, z. B. der Interessenklärung oder der Konfliktbewältigung, berücksichtigen.

Im berufsbezogenen Unterricht werden theoretische Inhalte im Anwendungszusammenhang mit beruflichen Handlungen vermittelt. Dazu sollen im Unterricht unter anderem anwendungsorientierte Aufgabenstellungen, Fallbeispiele und beispielhafte Umsetzungen beruflicher Handlungsabläufe bearbeitet werden. Wesentlicher Bestandteil der Ausbildung ist die Entwicklung von Laborfertigkeiten entsprechend den Einsatzgebieten und den typischen beruflichen Handlungsabläufen für die künftigen Assistentinnen und Assistenten. Zur Realisierung der fachpraktischen Kompetenzen ist in den Lernfeldern mit laborpraktischem Schwerpunkt (Lernfelder 3-6, 13-15, 18 und 21) darauf zu achten, dass die Sicherheitskriterien für den naturwissenschaftlichen Unterricht im Labor eingehalten werden.

Ziele und Inhalte sollen durch geeignete Übungen und komplexere Aufgabenstellungen, wie Projekte, möglichst wirklichkeitsnah realisiert werden, um die ganzheitliche berufliche Handlung abzubilden und das berufliche Handeln zu entwickeln. Dies geschieht in besonderer Weise im Hinblick auf das Profil der jeweiligen Schule.

Berufsbezogene fremdsprachige Inhalte werden im Lernfeld 21 "Berufsbezogene Kommunikationskompetenz in der Fremdsprache Englisch anwenden" vermittelt. Im ersten Ausbildungsjahr sind die Ziele und Inhalte des Faches "Englisch" aus dem Lernfeld 9 "Englisch im berufsbezogenen Kontext anwenden" umzusetzen.

Der Unterricht im Lernfeld 9 fokussiert auf eine selbstständige Sprachverwendung auf der Stufe II des KMK-Fremdsprachenzertifikats<sup>1</sup> (entspricht Niveau B1 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens<sup>2</sup>). Dabei werden die vorhandenen Kompetenzen in den Bereichen Rezeption, Produktion, Mediation und Interaktion für berufstypische Situationen erweitert. Zudem ist eine effektive Verbindung der in ausgewählten Lernfeldern ausgewiesenen Ziele und Inhalte mit dem fremdsprachlichen Lernfeld herzustellen. Die Teilnahme an den freiwilligen Prüfungen zur Zertifizierung von Fremdsprachenkenntnissen und informationstechnischen Kenntnissen in der beruflichen Bildung kann von den Schülerinnen und Schülern in Abstimmung mit den jeweiligen Lehrkräften individuell entschieden werden. Heterogene Klassensituationen mit differenziertem Lern- und Leistungsniveau der Schülerinnen und Schüler sind zu berücksichtigen.

Die selbstständige Arbeit der Schülerinnen und Schüler als ein Beitrag zur Herausbildung von Handlungskompetenz ist mit dafür geeigneten Unterrichtsmethoden zu fördern. So soll in Lernfeld 22 "Projektarbeit: Theoretische und praktische Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung" den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geboten werden, in Kleingruppen komplexere Aufgabenstellungen im Labor zu bearbeiten. Auch diese orientieren sich an beruflichen Handlungsfeldern und sind als eine umfassende, ganzheitliche Lernsituation von der Planung, Durchführung bis zur Präsentation von den Schülerinnen und Schülern zu entwickeln. Zur Entwicklung des Verständnisses für technologische Abläufe bei der Umsetzung ausgewählter Aufgaben sind Exkursionen und Unterrichtsgänge unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichts.

Parallel zur Ausbildung oder nach erfolgreichem Abschluss der Berufsausbildung hat die Chemisch-technische Assistentin/der Chemisch-technische Assistent z. B. folgende Möglichkeiten der Fort- und Weiterbildung:

- Erwerb der Fachhochschulreife mit anschließendem Studium an einer Fachhochschule oder Hochschule, einschließlich der Technischen Universitäten, bei erfolgreicher Aufnahmeprüfung,
- nach entsprechender Berufspraxis Ausbildung an einer Fachschule zur Technikerin/zum Techniker,
- nach entsprechender Berufspraxis Qualifikation zur Meisterin/zum Meister.

### 3.1 Ganzheitlichkeit der Lernprozesse

Ganzheitlich angelegte Lernprozesse sind eine wesentliche Voraussetzung, um Handlungskompetenz zu erzielen. Ausgangspunkte für Handlungen sind Situationen, die für die

---

<sup>1</sup> Zertifizierung von Fremdsprachenkenntnissen in der beruflichen Bildung (KMK-Fremdsprachenzertifikat)

<sup>2</sup> Vgl. Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: lernen, lehren, beurteilen (2001), Berlin: Langenscheidt.

Berufsausbildung bedeutsam sind. Die Handlungen sollten dabei im Sinne beruflicher Bildung ein ganzheitliches Erfassen der Wirklichkeit fördern. In der Unterrichtsgestaltung eignen sich dazu in besonderer Weise projektartige und problemorientierte Lehr- und Lernkonzepte, die informationsintensive Phasen kursorisch einschließen.

Das bedeutet im Einzelnen:

- Lernsituationen sind so praxis- und lebensnah zu gestalten, dass sie Aufgaben und Probleme der Berufsbildung, der Berufs- und Arbeitswelt sowie der persönlichen Lebensgestaltung einschließen. Die für einen beruflichen Sachverhalt bedeutsamen Aspekte sind integrale Bestandteile eines ganzheitlichen Lernprozesses.
- Was in der beruflichen Praxis und im persönlichen Leben zusammengehört, ist im übergreifenden Zusammenhang zu unterrichten, d. h. auf eine praxis- und lebensferne Zergliederung der Lerngegenstände ist zu verzichten.
- Die Sachstrukturen der Grundlagenwissenschaften sind insoweit heranzuziehen, als sie zum Verständnis übergreifender Zusammenhänge notwendig sind. Wissen wird in beruflichen Handlungszusammenhängen erworben.
- An den Lernprozessen sollten möglichst viele Sinne beteiligt sein.

### **3.2 Offenheit des unterrichtlichen Rahmens und Mitgestaltung durch die Lerngruppe**

Zur Förderung der Handlungskompetenz und der Verantwortungsfähigkeit sind den Schülerinnen und Schülern Chancen zur Mitgestaltung ihrer eigenen Lernprozesse einzuräumen. Dazu ist ein möglichst gestaltungsoffener Handlungsrahmen unabdingbar.

Durch geeignete methodische Arrangements und durch inhaltliche Offenheit der Lehr- und Lernangebote sind den Schülerinnen und Schülern Handlungsspielräume zu eröffnen, die sie entsprechend ihren Lernvoraussetzungen und den schulischen Rahmenbedingungen befähigen, Eigeninitiative zu entwickeln. Das bedeutet, ihre Mitgestaltungsmöglichkeiten zunehmend zu erweitern sowie außerschulische Lernorte im Sinne der Öffnung von Schule in den Lernprozess einzubeziehen und zu nutzen.

### **3.3 Didaktisch-methodische Prinzipien**

Angesichts eines immer rascher verlaufenden technologischen und wirtschaftlichen Wandels verringert sich die Halbwertszeit des reinen Fachwissens in vielen Bereichen des Arbeitslebens zusehends. Es ist auch nicht mehr der Regelfall, dass im einmal erlernten Beruf eine dauerhafte Beschäftigung möglich ist. Deshalb gestaltet die zweijährige Höhere Berufsfachschule, die auf dem mittleren Abschluss aufbaut, den Unterricht inhaltlich und methodisch so, dass die Schülerinnen und Schüler Fähigkeiten und Kenntnisse entwickeln, um in diesem Prozess auf Dauer zu bestehen und sich im Berufsleben weiterzuentwickeln.

Die Unterrichtsinhalte werden in Form von Lernfeldern zusammengestellt. D. h., die inhaltliche Struktur des Unterrichts orientiert sich vornehmlich an beruflichen Aufgabebereichen bzw. zum einen an Arbeits- und Geschäftsprozessen, zum anderen an der Gestaltung von Produkten sowie der Erfahrungssituation bzw. Frageperspektive der

Schülerinnen und Schüler. Der Unterricht wird somit weitgehend fächer- bzw. lernfeldübergreifend, Unterrichtsvorhaben werden zunehmend komplex und offen konzipiert, sodass Zusammenhänge und wechselseitige Bezüge der verschiedenen betrieblichen Aufgabenbereiche deutlich werden.

Die oben beschriebene umfassende Handlungskompetenz wird durch Unterrichtsarbeit in Form von Projekten mit praxisorientierten Zielvorgaben und praxisrelevanten Arbeitsergebnissen unterstützt. Konsequenterweise ist Unterrichtsarbeit in Projektform integraler Bestandteil der Ausbildung. Organisationsformen des Projektunterrichts, Gruppenfindung und die Verteilung über die Ausbildungsjahre sollten an der einzelnen Schule im Kontext der schulischen Gegebenheiten, der regionalen Bedingungen und der vorliegenden Erfahrungen festgelegt werden.

Auf der Basis dieses Curriculumkonzepts werden im Unterricht Lernprozesse in Gang gesetzt, bei denen die aktive Arbeit der Lerngruppe im Vordergrund steht und bei denen der Erwerb von Fachwissen eng gekoppelt ist an die Erprobung verschiedener Lern- und Arbeitsformen. Nicht das verfügbare Wissen allein ist Unterrichtsziel, sondern auch wie es selbstständig und effektiv erworben und laufend aktualisiert werden kann.

Die Schülerinnen und Schüler

- lernen dabei, ihre Erfahrungen in übergreifende Zusammenhänge einzuordnen. Dadurch werden sie befähigt, Gelerntes zu generalisieren und auf andere Aufgabenstellungen zu übertragen.
- erwerben im Anwendungszusammenhang spezifisches Wissen und werden dadurch in besonderer Weise in die Lage versetzt, das Gelernte situationsgerecht anzuwenden.
- können sich im handelnden Umgang mit dem jeweiligen Thema ihrer Stärken bewusst werden und sie im Interesse des gemeinsamen Zieles einbringen. Das stärkt ihr Selbstwertgefühl und fördert ihre Persönlichkeitsentwicklung.

### **3.4 Konzepte des Lernens und Hilfen zur Unterstützung der Lernprozesse**

Für die Gestaltung von Lernprozessen sind die Lernfelder des Lehrplans durch Lernsituationen zu konkretisieren. Das bedeutet, dass fachliches Wissen in einen Anwendungszusammenhang gestellt und im sozialen Kontext erworben wird. Dazu ist die didaktische Reflexion der beruflichen sowie lebens- und gesellschaftsbedeutsamen Handlungssituationen erforderlich.

Gestaltungsprinzipien für diese komplexen Lehr- und Lernarrangements sind:

- die Thematisierung eines Problems aus einer Lebens- und Alltagssituation der Schülerinnen und Schüler,
- die Individualisierung des Lernprozesses unter Beachtung der Lernbedingungen,
- die Anwendung von wissenschaftlichen Erkenntnissen auf den spezifischen Fall und
- das Auslösen von Reflexionsprozessen bezüglich der Lern- und Gruppenprozesse.

Orientierungshilfen zur Entwicklung der Lernkonzepte sind berufsfeldtypische Fachdidaktikansätze.

Hierbei sind zu nennen:

- handlungsorientierte Konzepte mit dem Ziel der Gestaltung von Handlungsprodukten und im Sinne simulativer Handlungen in Form von Rollenspielen oder Planspielen,

- erfahrungsbezogene Konzepte, die Erkundungen außerhalb der Schule zum Gegenstand haben oder
- projektartige Konzepte, die Elemente der vorgenannten umfassen und fächerverbindend angelegt sein können.

Als Hilfen zur Unterstützung und zur Intensivierung der handlungsbezogenen Lernprozesse eignen sich neben den traditionellen, die Selbsttätigkeit fördernden Methoden insbesondere kreative Methoden wie Brainstorming, Elemente der Moderationsmethode und veränderte Formen zur Strukturierung von Inhalten (z. B. Mindmapping).

### **3.5 Vertiefung, Sicherung und Überprüfung der Lernergebnisse**

Für die Vertiefung und Sicherung der Lernergebnisse ist ausreichend Zeit zu berücksichtigen. Ganzheitliche Lernprozesse bedingen entsprechende Formen der Festigung, Sicherung und Überprüfung ihrer Ergebnisse. Deshalb ist den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, erworbene Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten in Anwendungssituationen zu erproben bzw. zu festigen.

Die Lernergebnisse sollten im Kontext ganzheitlicher Anwendungssituationen überprüft werden. Dadurch erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, außer Faktenwissen auch Transferfähigkeit sowie kreative und prozessgestaltende Fähigkeiten unter Beweis zu stellen.

Die Beurteilungskriterien sind mit der Lerngruppe zuvor zu besprechen und gemeinsam festzulegen. Bei der Beurteilung des Verlaufs und der Ergebnisse von Gruppenarbeit werden sowohl die individuellen Beiträge der einzelnen Gruppenmitglieder als auch die Leistung der Gesamtgruppe bewertet. Bei den individuellen Leistungen ist die Lernentwicklung angemessen zu berücksichtigen.

Gegenstand der Überprüfung sind sowohl die Lernergebnisse als auch der Verlauf der Lernprozesse.

Die Schülerinnen und Schüler sollten aktiv in den Prozess der Überprüfung ihrer Lernergebnisse einbezogen werden. Auf diese Weise wird die Fremdbeurteilung durch die Selbstbeurteilung ergänzt. Fremdbeurteilung durch die Lerngruppe und die Lehrerin oder den Lehrer führt zusammen mit der Selbstbeurteilung zu einer realistischen Einschätzung der eigenen Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten.

## **4. Zum Verhältnis von Fachtheorie und Fachpraxis**

Die Ausbildung bezieht Fachtheorie und Fachpraxis wechselseitig aufeinander; beide Bereiche sind in den Lernfeldern integriert. Das entspricht dem Konzept der Handlungsorientierung. Dabei erfahren und erfassen die Schülerinnen und Schüler die kausalen Zusammenhänge zwischen theoretischen Überlegungen und ihrem eigenen praktischen Tun, erkennen Gesetzmäßigkeiten und leiten Handlungsstrategien ab.

Sie entwickeln Professionalität durch eingehende Übung grundlegender Fertigkeiten und Fähigkeiten der jeweiligen beruflichen Fachrichtung; wenden Wissen und Können situationsgerecht an; führen vollständige Handlungen mit Planen, Durchführen und Kontrollieren

durch; durchdringen praktisches Handeln gedanklich; erkennen größere Zusammenhänge und verstehen auf diese Weise ihr Tun besser.

Berufliches Handeln ist theoriegeleitetes Handeln in der beruflichen Praxis. Lernfeldorientiertes Lernen erfordert deshalb Unterrichtsphasen beruflicher Theoriebildung. Ob solche Phasen im Rahmen handelnder Lernprozesse als Vorspann, als Nachspann oder intermediär vorgesehen werden, ist vom jeweiligen fachlichen Zusammenhang abhängig.

Als Ergänzung zur schulischen Ausbildung ist ein Betriebspraktikum zu absolvieren. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei einen unmittelbaren Einblick in betriebliche Arbeits- bzw. Geschäftsprozesse erhalten, ihre bereits erworbenen fachrichtungsspezifischen Kenntnisse anwenden und möglichst weitgehend in die täglichen Arbeitsaufgaben des jeweiligen Unternehmens bzw. der Organisation oder Einrichtung eingebunden werden. Die Erfahrungen und Beobachtungen über die Anforderungen der Praxis sollen anschließend durch Praktikumsberichte und Präsentationen produktiv in den weiteren Unterricht eingebracht werden.

## 5. Didaktische Struktur des Lehrplans

Der Lehrplan ist nach Lernfeldern strukturiert. **Lernfelder** sind durch Zielformulierungen, Inhalte und Zeitrichtwerte beschriebene, an Handlungsabläufen orientierte Einheiten. Grundlage der Lernfelder sind in der Regel Arbeits- und Geschäftsprozesse.

Die **Zielformulierungen** beschreiben Kompetenzen als Elemente der Handlungskompetenz in unterschiedlichen Dimensionen, die am Ende des schulischen Lernprozesses in einem Lernfeld erwartet werden.

Die **Inhalte** sind diejenigen fachlichen Lerngegenstände, die zur Erfüllung der Lernfeldziele erforderlich sind.

Die **Zeitrichtwerte** umfassen die laut Verordnung über die Ausbildung und die Prüfung an den zweijährigen Höheren Berufsfachschulen (Assistentenberufe) vom 17. Februar 2000 (ABl. 3/00, S. 183), zuletzt geändert durch Verordnung vom 21. Dezember 2005 (ABl. 1/06, S. 6) vorgegebenen Gesamtstunden des berufsbildenden Bereichs. Die Zeitrichtwerte berücksichtigen sowohl die Vermittlung der Kenntnisse und Fertigkeiten als auch Übungsphasen und Lernkontrollen.

Die **Vorschläge zur Umsetzung** dienen als Anregungen zur Gestaltung von Lehr- und Lernsituationen und zeigen Möglichkeiten zur unterrichtlichen Realisierung des jeweiligen Lernfeldes auf. Sie sind nicht verbindlich.

## 6. Schulinterne Umsetzung des Lehrplans

Für die Umsetzung des Lehrplans ist Kooperation und Abstimmung zwischen den betroffenen Lehrerinnen und Lehrern zwingende Voraussetzung.

Grundlagen für die Umsetzung bilden:

- die Ziele und Inhalte der einzelnen Lernfelder sowie die in diesen Vorbemerkungen beschriebenen didaktisch-methodischen Leitideen,

- die Lernbedingungen der jeweiligen Klasse,
- die organisatorisch-situativen Rahmenbedingungen der einzelnen Schule sowie
- die von den unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrern gemeinsam getroffenen verbindlichen Festlegungen.

Verbindliche Festlegungen sind zu treffen über:

- die spezielle didaktisch-methodische Ausgestaltung der Lernfelder im Sinne der Umsetzung der Lernfeldvorgaben in Lernsituationen und Lernaufgaben,
- die Kriterien der Leistungsbeurteilung,
- die Gewichtung der theoretischen und der praktischen Schülerleistungen,
- die Kooperation der in einer Klasse unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer,
- die Verknüpfung zwischen theoretischen und praktischen Unterrichtsanteilen,
- die Verzahnung mit den Lerngegenständen des allgemein bildenden Lernbereichs und
- die Konzeption und die Bewertung der Aufgabenvorschläge für die Abschlussprüfung.

Zur Verwirklichung der Intentionen des Lehrplans und seiner unterrichtlichen Umsetzung sind Lehrerteams zu bilden, denen alle in der jeweiligen Klasse unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer angehören. Sie sind für die inhaltliche und organisatorische Umsetzung der Lernfelder verantwortlich.

Um eine Unterrichtsarbeit in größeren Einheiten zu erleichtern, sollten Klassen- und Fachräume möglichst nahe beieinander liegen.

7. Lernfelder und Zeitrichtwerte

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Lernfeldes	Stunden
	<i>Erstes Ausbildungsjahr</i>	
1	Struktur, Eigenschaften und Reaktionen von Stoffen charakterisieren	120
2	Organische Stoffe charakterisieren	120
3	Labortechnische Grundoperationen erfassen und anwenden	100
4	Stoffe nasschemisch qualitativ analysieren	100
5	Stoffe nasschemisch quantitativ analysieren	200
6	Physikalische und physikalisch-chemische Grundoperationen erfassen und anwenden	200
7	Mathematische Grundoperationen erfassen und anwenden	80
8	Datenverarbeitungsprogramme im naturwissenschaftlichen Bereich einsetzen	80
9	Englisch im berufsbezogenen Kontext anwenden	80
10	Ökologische Zusammenhänge in Wasser, Luft und Boden erfassen und darstellen	80

	<b>Zweites Ausbildungsjahr</b>	
11	Ausgewählte Elemente und anorganische Verbindungen charakterisieren	80
12	Ausgewählte organische Stoffe und Makromoleküle charakterisieren	120
13	Spektroskopische und weitere Analysemethoden erfassen und anwenden	200
14	Chromatographische Trennmethode erfassen und anwenden	120
15	a: Laboratoriumstechnik: Organisch-präparative Arbeitsmethoden durchführen oder b: Umweltanalytik: Umweltrelevante Parameter analysieren oder c: Lebensmittelanalytik: Fragestellungen der Lebensmittelanalytik untersuchen	160
16	Elektrochemische Methoden anwenden	80
17	Molekularbiologische Grundlagen erfassen	40
18	Mikrobiologische und biotechnologische Methoden erfassen und anwenden	120
19	Mathematische Kompetenzen für die naturwissenschaftliche Praxis erwerben	80
20	Versuchsdaten erfassen, auswerten und dokumentieren	40
21	Berufsbezogene Kommunikationskompetenz in der Fremdsprache Englisch anwenden	80
22	Projektarbeit: Theoretische und praktische Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung	40
	<b>insgesamt</b>	<b>2320</b>

Bei der Umsetzung der einzelnen Lernfelder sind die jeweils notwendigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln.

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 1:</b>	<b>Struktur, Eigenschaften und Reaktionen von Stoffen charakterisieren</b>
<b>Zeit:</b>	<b>120 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Aufbau der Atome im Bohrschen Atommodell. Sie erläutern den Aufbau des Periodensystems der Elemente (PSE) und geben Gesetzmäßigkeiten an.

Die Schülerinnen und Schüler sagen die Eigenschaften von Verbindungen und Elementen anhand der Bindungsart vorher.

Sie stellen Reaktionsgleichungen zu chemischen Reaktionen auf und führen Umsatzberechnungen durch. Sie formulieren Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Modell. Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden zwischen starken und schwachen Säuren bzw. Basen und kennen die Eigenschaften von Puffern.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Atommodell
  - Bohrsches Atommodell
- PSE und Gesetzmäßigkeiten
  - Hauptgruppen, Nebengruppen, Perioden
  - Atomradien, Ionenradien, Elektronegativität, Ionisierungsenergie
- Mol, Molmassenberechnung
  - Stoffmenge, Avogadro-Zahl
- Stoffeigenschaften, Bindungsarten und Polaritäten
  - Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Aggregatzustände
  - Ionenbindung, Atombindung, Metallbindung
  - Dipol, Wasserstoffbrückenbindung
- Chemische Reaktionen
  - Aufstellen von Reaktionsgleichungen, einfache stöchiometrische Berechnungen
- Säure-Base-Reaktionen
  - Protonendonator/-akzeptor-Modell (Brönstedt), pH-Wert, Neutralisation,  $pK_s$ - und  $pK_B$ -Wert
- Redoxreaktionen
  - Elektronendonator/-akzeptor-Modell, Oxidationszahlen, Aufstellen von Redoxgleichungen

### Vorschläge zur Umsetzung

- Historische Einordnung des Bohrschen Atommodells; Modelle und ihre begrenzte Aussagekraft
- Was sagt das PSE aus?
- Siedepunkte bzw. Schmelzpunkte von Salzen und Halogenwasserstoffverbindungen
- Reaktionsgleichungen zu Inhalten aus dem Praktikum aufstellen sowie Ausbeuteberechnungen durchführen.

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 2:</b>	<b>Organische Stoffe charakterisieren</b>
<b>Zeit:</b>	<b>120 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an, stellen einen Zusammenhang her zwischen Struktur und Eigenschaften organischer Stoffe und ordnen typische Reaktionen den Stoffklassen zu.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Stoffklassen
  - Alkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Ether, Alkanone, Alkansäuren, Ester
- IUPAC-Nomenklatur, Strukturisomerie
- Struktur - Eigenschaft - Beziehungen
  - Polarität, zwischenmolekulare Kräfte, Schmelzpunkt, Siedepunkt, Löslichkeit, Reaktivität
- Reaktionstypen
  - Substitution, Addition, Eliminierung, Redoxreaktion, Veresterung
- Reaktionsmechanismen
  - Radikalische Substitution, elektrophile Addition

### Vorschläge zur Umsetzung

- Ordnung im Lagerraum für organische Substanzen auf Grundlage der GefStoffV herstellen
- Verschiedene Syntheseverfahren besprechen: Zum Beispiel wie entsteht Chlor-methan, Methanol, Ethen, Methanal, Aceton, Methansäure, Bromethan, Ethylacetat?
- Erarbeitung des Isomeriebegriffs anhand von Molekülmodellbaukästen und computeranimierter Moleküldarstellung

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 3:</b>	<b>Labortechnische Grundoperationen erfassen und anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>100 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler gehen mit Geräten sowie Chemikalien sinnvoll und verantwortlich um. Sie wissen über das Gefährdungspotential im Sinne der GefStoffV Bescheid.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten teamorientiert, dokumentieren Arbeitsabläufe und bewerten ihre Analysenergebnisse in Protokollen.

Die Schülerinnen und Schüler stellen Stoffgemische her und berechnen deren Zusammensetzung. Sie trennen Stoffgemische durch geeignete Verfahren.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Arbeitssicherheit, Entsorgung, Energiequellen im Labor
- Umgang mit Geräten und Chemikalien
- Dokumentation und Protokollführung
- Waage, Volumenbestimmung, Dichtebestimmung
- Trennmethoden (Filtern, Zentrifugieren, Destillieren, Extrahieren)
- Herstellung von Lösungen, Gehaltsangaben

### Vorschläge zur Umsetzung

- Laborrallye zum Kennenlernen des Labors und dessen Ausstattung
- Bestimmung des Kristallwassergehaltes von Kupfersulfat
- Untersuchung der Zusammensetzung von Lebensmitteln (von Fleischwurst auf Fett, Salz, Wasser; von Schokolade)
- Bestimmung des Sodagehalts von Wasch- und Reinigungsmitteln
- Alkoholbestimmung in Getränken
- Bestimmung des Zuckergehaltes von Erfrischungs- und Saftgetränken über deren Dichte

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 4:</b>	<b>Stoffe nasschemisch qualitativ analysieren</b>
<b>Zeit:</b>	<b>100 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Stoffgemische und bestimmen die darin enthaltenen Anionen und Kationen. Sie nehmen Proben und bereiten diese für die Analyse vor. Sie erstellen Arbeitspläne und ermitteln die Genauigkeit der qualitativen Analyse.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Probennahme
- Vorproben
- Anionen- und Kationennachweise
- Nachweisgrenze
- Linienspektren
- Trennung und Analyse eines Gemisches aus mehreren Kat- und Anionen
- Arbeitsplanerstellung

### Vorschläge zur Umsetzung

- Untersuchung von Boden, Trinkwasser, Oberflächengewässer
- Qualitative Analyse von Salzgemischen sowie Alltagsprodukte (z. B. Blumendünger, Badesalz)

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 5:</b>	<b>Stoffe nasschemisch quantitativ analysieren</b>
<b>Zeit:</b>	<b>200 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler wenden verschiedene nasschemische Verfahren zur quantitativen Analyse an und erklären die chemischen Zusammenhänge.

Sie untersuchen Realproben, bereiten sie für die Analyse vor, wählen geeignete Untersuchungsmethoden aus und beachten die Maßnahmen zur Qualitätssicherung.

Die Schülerinnen und Schüler werten Messreihen mit Hilfe statistischer Verfahren aus.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Gleichgewicht, MWG, Löslichkeitsprodukt
- Gravimetrie
- Fällungsreaktionen
- Anwendungsbeispiele zu pH-Wert,  $K_S$ -,  $K_B$ -Werte, Puffer
- Titrationskurven (Säure-, Base-Titration, Potentiometrische Titration)
- Redoxtitration
- Grundbegriffe der Komplexchemie (Zentralatom, Ligand, Zähigkeit, Koordinationszahl)
- Komplextitration
- Fehlerarten, Fehlerbetrachtung und -berechnung
- Einführung in die Qualitätssicherung und das Qualitätsmanagement (Gute Laborpraxis [GLP], Zertifizierung, Akkreditierung, Audit)

### Vorschläge zur Umsetzung

- Gehaltsbestimmung von handelsüblichen Säuren und Laugen
- Ermittlung des Titers von Maßlösungen
- Untersuchung von Wasser und Boden (Gravimetrische Bestimmung von  $\text{Cl}^-$  und  $\text{SO}_4^{2-}$  Ionen; Bestimmung des pH-Wertes; Bestimmung der Pufferfähigkeit; Bestimmung der Wasserhärte durch komplexometrische Titration); Wassergütebestimmung (Oxidierbarkeit) mittels Manganometrie
- Untersuchung von Wasch- und Reinigungsmittel (Säure-, Bleichmittel-, Zeolithgehalt, Gehaltsbestimmung von Säuren: Ameisensäure in Entkalker)
- Apfelsaftprojekt (Untersuchung von Apfelsaft auf Asche, Gesamtzucker, pH-Wert, Gesamtsäure aus potentiometrischer oder kolorimetrischer Titration, Vitamin C-Gehalt)
- Untersuchung von Lebensmitteln (Gehaltsbestimmung von Säuren: Phosphorsäurebestimmung von Coca-Cola, Gesamtsäure von Fruchtsäften oder Wein;  $\text{Cl}^-$ -Bestimmung in Mayonnaise (Mohr); Proteingehalt (Kjeldahl))

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 6:</b>	<b>Physikalische und physikalisch-chemische Grundoperationen erfassen und anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>200 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler planen eigenständig Messungen, führen sie durch, werten sie aus und fertigen Protokolle zu den Messungen an, wobei eine Fehlerbetrachtung durchgeführt wird.

Sie wenden die grundlegenden mechanischen Größen auf physikalische Problemstellungen an.

Die Schülerinnen und Schüler nennen verschiedene Energieformen, erläutern die Energieerhaltung und führen Messungen auf dem Gebiet der Kalorik aus.

Sie ermitteln experimentell die Eigenschaften von Gasen und Flüssigkeiten.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Bestimmung der grundlegenden mechanischen Größen fester Körper
  - SI-Einheiten Länge, Volumen, Dimensionsbetrachtungen
  - Masse (Waagen) Kraftbegriff
  - Dichtebestimmung (Areometer, Pyknometer)
- Temperatur: Verhalten von Stoffen bei Temperaturänderung
  - Aggregatzustände, Kalorimetrie, Wärmeausdehnung, Energiebegriff
- Gase
  - Druckmessung, Einheiten, Manometer, Reduzierventil, Sicherheit, Gasgesetze
- Eigenschaften von Flüssigkeiten
  - Hydrostatischer Druck, Viskosität, Oberflächenspannung, Dampfdruck
- Lösungen
  - Löslichkeit, Lösungswärme, kolligative Eigenschaften
- Messwerterfassung, Fehlerbetrachtung und Fehlerberechnung

### Vorschläge zur Umsetzung

- Bestimmung physikalischer Größen
- Bestimmung der Molmasse verschiedener Gase
- Temperaturmessungen am Beispiel des Lösens von Salzen

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 7:</b>	<b>Mathematische Grundoperationen erfassen und anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>80 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erfassen Problemstellungen, formulieren sie mathematisch und modulieren sie. Sie vertiefen mathematische Grundlagen und festigen diese. Sie erfassen Messdaten und bereiten diese statistisch auf.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Mathematische Kalküle: Verhältnisrechnung, Größengleichung, Prozentrechnung
- Lösungen von Gleichungen: Termumformung, Lineare Gleichungen, Quadratische Gleichung, Logarithmus
- Geometrische Grundbegriffe (Fläche, Volumen, Oberfläche, Trigonometrie, Pythagoras)
- Stöchiometrische Berechnungen (Molare Masse, Umsatzberechnungen, Stoffmengenkonzentration)
- Berechnungen gravimetrischer Analysen und volumetrischer Titrationsen
- Statistische Grundbegriffe: Fehlerrechnung (absoluter, relativer, prozentualer Fehler), arithmetisches Mittel

### Vorschläge zur Umsetzung

- Konzentrationsberechnungen durchführen
- Eine gravimetrische Analyse auswerten
- Eine maßanalytische Analyse auswerten

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 8:</b>	<b>Datenverarbeitungsprogramme im naturwissen- schaftlichen Bereich einsetzen</b>
<b>Zeit:</b>	<b>80 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler bedienen ein Computersystem mit vernetzter Arbeitsumgebung. Sie setzen die unterschiedlichen Programme eines Office-Systems berufsbezogen ein. Die Schülerinnen und Schüler wenden branchenspezifische Software an.

Sie recherchieren im Internet gezielt nach Informationen und werten sie aus.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Informationstechnische Grundlagen (Hardware, Betriebssysteme, Datenschutz, Datensicherheit, Arbeitsplatzgestaltung, Netzwerke)
- Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentation (Formatierungen, grafische und tabellarische Darstellungen, Formeleditor, Berechnungen und Funktionen, Einbindung und Verknüpfung von Objekten, Präsentationsgestaltung)
- Branchenspezifische Software (z. B. Programme zur Darstellung von Molekülstrukturen)
- Internetrecherche

### Vorschläge zur Umsetzung

- Protokolle und Berichte, ggf. mit Grafikeinbindung, anfertigen
- Informationstechnische Grundlagen in Form einer Präsentation arbeitsteilig vorstellen

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 9:</b>	<b>Englisch im berufsbezogenen Kontext anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>80 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erfassen naturwissenschaftliche Sachverhalte in der Zielsprache Englisch.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Einrichtung, Gegenstände und Regeln in einem chemischen Labor
- Chemische Grundbegriffe
- Übersetzung chemischer Versuchsvorschriften, Geräteanleitungen und Fachliteratur
- Beschreibung von Formen, Dimensionen und Aussehen
- Wiederholung grammatischer Regeln

### Vorschläge zur Umsetzung

- Chemistry equipment and laboratory rules
- How to prepare soap
- How to read a handbook
- What is chemistry?

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 1. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 10:</b>	<b>Ökologische Zusammenhänge in Wasser, Luft und Boden erfassen und darstellen</b>
<b>Zeit:</b>	<b>80 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erörtern die Bedeutung der Reinhaltung von Boden, Luft und Wasser für die eigenen Lebensbedingungen und reflektieren sie.

Sie erarbeiten auf der Grundlage von Stoffkreisläufen die komplexen Beziehungen in Ökosystemen.

Sie stellen die Folgen von Umweltverschmutzung dar und beschreiben Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduzierung des Schadstoffeintrags in die Umwelt unter Berücksichtigung der rechtlichen Grundlagen.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Ökologische Grundbegriffe (Ökosystem, Nahrungsbeziehungen, Energiebilanz)
- Trinkwasser, Abwasser, Abwasserreinigung
- C-, N-, P-Kreisläufe
- Aufbau, Funktion und Veränderungen der Atmosphäre (Treibhauseffekt, Ozon in der Troposphäre und Stratosphäre)
- Boden (Schwermetallbelastung durch Staubdeposition und Düngung: Klärschlamm, Mineraldünger)
- Umweltrecht, Gefahrstoffrecht
- Grundlagen der Toxikologie und Ökotoxikologie
- Schadstoffe in der Umwelt (z. B. Schwermetalle, Dioxin, DDT als hormonaktive Substanzen)

### Vorschläge zur Umsetzung

- Die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser
- Aufbau und Abläufe einer Kläranlage
- Die Atmosphäre als Lebensgrundlage
- Die Wirkung von DDT in der Umwelt

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 11:</b>	<b>Ausgewählte Elemente und anorganische Verbindungen charakterisieren</b>
<b>Zeit:</b>	<b>80 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler stellen Informationen über chemische Elemente und Verbindungen zusammen und präsentieren diese.

Die Schülerinnen und Schüler benutzen die Kenntnisse über die Eigenschaften verschiedener Elemente und Verbindungen, um deren Verwendung in Analytik und Umwelt zu charakterisieren.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Ausgewählte anorganische Verbindungen und Darstellungsverfahren
  - HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, NH<sub>3</sub>
- Anwendungen des MWG auf Gleichgewichtsreaktionen
  - Le Chateliersches Prinzip, Verschiebung des Gleichgewichts in Bezug auf Druck, Temperatur und Konzentration
  - pK<sub>s</sub>-, pK<sub>B</sub>-Wirkung von Puffersystemen
- Zur Auswahl: Elemente - Eigenschaften, Darstellungsverfahren und Anwendungen
  - z. B.: Na, Ca, Al, Fe, Cu, Mn, Si, H, N, S, Cl

### Vorschläge zur Umsetzung

- Steckbriefe wichtiger Säuren und Laugen erstellen
- Werkstoffe in Labor und Technik

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 12:</b>	<b>Ausgewählte organische Stoffe und Makromoleküle charakterisieren</b>
<b>Zeit:</b>	<b>120 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erläutern am Beispiel von Benzen und ausgewählten Benzenderivaten den Aufbau, die Eigenschaften, das Reaktionsverhalten und die Bedeutung aromatischer Verbindungen für die Umwelt.

Die Schülerinnen und Schüler erfassen den Aufbau und die Eigenschaften bedeutsamer Naturstoffe und wichtiger synthetischer Produkte und beurteilen anhand ihrer Molekülstruktur deren physikalische Eigenschaften, Reaktivität und Bedeutung für Mensch und Umwelt.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Carbonsäurederivate
  - Ester, Anhydride, Carbonsäureamide und - halogenide
- Aromatenchemie
  - Benzen und Benzenderivate (Toluol, Anilin, Phenol, Benzoesäure, Nitrobenzen)
  - Eigenschaften des aromatischen Systems (Mesomerie)
- Reaktionen der Aromaten
  - Elektrophile Erst- und Zweitsubstitution (Halogenierung, Nitrierung, Alkylierung, Sulfonierung)
  - Mesomerie- und Induktionseffekte
- Zur Auswahl: Spezielle Stoffklassen und Produktgruppen
  - Farbstoffe, Fette, Kohlenhydrate, Proteine, Polymere, Tenside, Arzneimittel

### Vorschläge zur Umsetzung

- Zusammensetzung von Benzin
- Farbstoffe in der Analytik
- Bedeutung von Schmerzmitteln
- Waschmittel - Wie wirken sie und welchen Einfluss haben sie auf die Umwelt?
- Polymere - synthetische und natürliche Makromoleküle

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 13:</b>	<b>Spektroskopische und weitere Analysemethoden erfassen und anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>200 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erklären die Strahlengänge wichtiger optischer Geräte. Sie beschreiben Modellvorstellungen des Lichts und erläutern sich daraus ergebende physikalische Sachverhalte.

Die Schülerinnen und Schüler geben die Wechselwirkung von Licht mit Materie an und erläutern die Auswirkungen auf spektroskopische Verfahren.

Die Schülerinnen und Schüler führen selbstständig qualitative und quantitative Messungen mit optischen Analysengeräten durch und werten sie aus. Dabei verwenden sie statistische Auswerteverfahren und stellen die Ergebnisse graphisch dar.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Physikalische Grundlagen
  - Geometrische Optik, optische Geräte (Strahlenoptik, Reflexionsgesetz, Prisma, Brechungsgesetz)
  - Grundlagen der Wellenoptik (Brechung, Beugung, Interferenz, Welle-Teilchen-Dualismus)
  - Wechselwirkung von Licht mit Materie, (z. B. Absorption, Emission und Fluoreszenz von Licht, Refraktometrie), Farbe und Farbigkeit (additive und subtraktive Farbmischung)
  - Lambert-Beersches-Gesetz, Messtechnik
  - Aufbau, Funktion, Analysetechnik bezogen auf UV-VIS, Atomabsorptionsspektrometrie (AAS), IR (optional: AES, MS, NMR)
  - Qualitative und quantitative Analysen

### Vorschläge zur Umsetzung

- Fotometrische Untersuchung verschiedener Parameter (Anionen:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , Kationen:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , Gase:  $\text{NO}_x$ , Formaldehyd) aus den Bereichen Luft, Wasser, Boden, Lebensmittel
- Untersuchung von Schwermetallen in Wasser, Boden und Klärschlamm mit der AAS
- Flammenfotometrische Bestimmung von  $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$  in Luft, Wasser, Boden, Lebensmitteln
- Bestimmung von Lösungsmitteln im Boden mithilfe der IR-Spektroskopie

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 14:</b>	<b>Chromatographische Trennmethode erfassen und anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>120 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Geräte und Hilfsmittel für die Dünnschichtchromatographie (DC) sowie den Aufbau und die Funktion eines Gaschromatographen (GC) und einer HPLC-Anlage.

Die Schülerinnen und Schüler lösen vorgegebene Trennprobleme mit Hilfe der DC, HPLC und GC qualitativ sowie quantitativ. Sie werten die Analyse aus, bewerten und dokumentieren die Ergebnisse.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Wichtige Grundbegriffe: mobile und stationäre Phase, Adsorption, Verteilung, Ionenaustausch und Gelpermeation, Polarität
- Säulenchromatographie: Säulenfüllung, eluotrope Reihe, Detektion, präparative Anwendung
- Dünnschichtchromatographie: Trennschichten, Laufmittel, Kammersättigung,  $R_f$ -Werte, Detektion
- Gaschromatographie: Geräteaufbau, Säulentypen, Trägergase, Detektoren, Auswertung der Chromatogramme, Optimierungsstrategien, Kopplungstechniken
- HPLC: Geräteaufbau, Säulentypen, Elutionsmittel, Detektoren, Auswertung der Chromatogramme, Optimierungsstrategien, Kopplungstechniken (optional Ionenchromatographie [IC] als Variante der HPLC)
- Probenvorbereitung
- Kalibrierverfahren

### Vorschläge zur Umsetzung

- Bestimmung von Benzen in Benzin mittels GC
- Fuselalkohole in alkoholischen Getränken mittels GC
- Schwermetalle in Wasserproben mittels DC
- Bestimmung von Coffein in Getränken mittels DC und HPLC
- Bestimmung von Vitamin C in Lebensmitteln mittels HPLC
- Inhaltsstoffe von Schmerzmittel mittels DC und HPLC
- Untersuchung von Mineralwasser mittels IC

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 15 a:</b>	<b>Laboriumstechnik: Organisch-präparative Arbeitsmethoden durchführen</b>
<b>Zeit:</b>	<b>160 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler bereiten die Synthese von organischen Verbindungen vor: Sie informieren sich über die Stoffeigenschaften und die beim Umgang mit den Stoffen auftretenden Gefahren. Sie wählen geeignete Operationen und Apparaturen aus. Sie berechnen Ansatz, Umsatz und Ausbeute der Reaktionen.

Die Schülerinnen und Schüler führen die Synthesen unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen durch. Sie reinigen die Produkte und prüfen ihre Identität. Sie sorgen für die ordnungsgemäße Entsorgung von Nebenprodukten, Rückständen und Abfällen sowie für die Schonung von Ressourcen.

Die Schülerinnen und Schüler protokollieren und dokumentieren ihre Arbeit unter Beachtung der Grundsätze der Guten Laborpraxis (GLP).

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Reinigungsmethoden
  - Einfache und fraktionierte Destillation bei Normaldruck und im Vakuum
  - Extraktion
  - Umkristallisation
- Synthesen mit unterschiedlichen Apparaturen, z. B.
  - Nucleophile Substitution
  - Dehydratisierung von Alkoholen
  - Elektrophile Addition an Doppelbindungen
  - Reaktion an der Carboxylgruppe (wie Ester-Synthese und Verseifung)
  - Elektrophile Substitution an Arenen (Bromierung, Nitrierung, Sulfonierung, Friedel-Crafts-Reaktionen)
  - Oxidation
  - Grignard-Reaktion
- Reinheitskontrollen
  - Brechungsindex
  - Schmelzpunkt
  - Siedepunkt
- Substanznachweise: Reaktion mit Bromwasser, Fehling-/Tollens-Reaktion, Lassaigne-Probe (Natrium-Aufschluss)
- Arbeitspläne, Dokumentation und Protokollführung unter Beachtung der GLP-Grundsätze
- Entsorgung der Abfall- und Nebenprodukte

### Vorschläge zur Umsetzung

- Grundlegende Syntheseverfahren anwenden bei gleichzeitiger Verknüpfung mit dem Lernfeld 12.

Die Schülerinnen und Schüler treffen nach Anleitung selbstständig die erforderlichen Vorbereitungen, wählen die nötige Apparatur aus und bauen diese auf, führen die Synthesen mit teilweise brennbaren bzw. giftigen Substanzen unter Berücksichtigung der entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften durch und charakterisieren die Produkte mit einfachen chemischen Reaktionen. Sie protokollieren alle Arbeitsschritte. Dabei sind die Grundsätze der GLP zu beachten. Sie beurteilen die einzelnen Synthesen nach den Kriterien der Ausbeute, Reinheit und der Arbeitsweise. Als Abschlussprojekte, die mehrere Arbeitsmethoden und Syntheseschritte vereinen, sind z. B. folgende Themen geeignet:

- Synthese einer Substanz und anschließende Analyse mit klassischen und instrumentellen Techniken
- Gewinnung von Coffein aus Teeblättern
- Synthese eines Farbstoffes, z. B. eines Azofarbstoffes
- Gewinnung von Duftstoffen aus Blütenblättern
- Darstellung von Biodiesel aus Rapsöl

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 15 b:</b>	<b>Umweltanalytik: Umweltrelevante Parameter analysieren</b>
<b>Zeit:</b>	<b>160 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler planen Projekte zu verschiedenen Themen unter einem forschungsorientierten Ansatz mit quantitativen Fragestellungen. Sie führen diese durch, werten sie aus und präsentieren sie.

Dazu wenden die Schülerinnen und Schüler normierte Verfahren zur Analyse von Boden-, Luft- und Wasserproben selbstständig an, führen die Probenahme normgerecht durch, und setzen Analysegeräte ein und beurteilen ihre Ergebnisse nach den aktuellen Gesetzesvorschriften.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Themensuche
- Informationsbeschaffung
- Verschiedene Analysetechniken und Auswertung der Verfahren aus den Bereichen der Untersuchung von Wasser, Luft und Boden
- Präsentationstechniken

### Vorschläge zur Umsetzung

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen reale Proben, wobei die Ernstsituation in einem Umweltanalytiklabor simuliert wird. Die Schülerinnen und Schüler durchlaufen die einzelnen Untersuchungsparameter als Stationen, dabei sind für jeden Parameter Schülerinnen und Schüler als Experten zuständig, die Nachfolgende beim Stationswechsel anleiten.

- Raumlufmessungen
- Benzen in der Umwelt
- Schadstoffe in Böden
- Schadstoffe in Fließgewässern

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 15 c:</b>	<b>Lebensmittelanalytik: Spezielle Methoden der Lebensmittelanalytik anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>160 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über amtliche und normierte Verfahren zur Analyse von Lebensmitteln und wenden diese an.

Sie untersuchen verschiedene Lebensmittel bzw. Lebensmittelrohstoffe mit einem forschungsorientierten Ansatz. Sie dokumentieren und bewerten ihre Ergebnisse. Dabei arbeiten sie mit geeigneten Nachschlagwerken und Fachliteratur. Sie arbeiten eigenständig mit und an Analysengeräten.

Sie erkennen die Grundzüge von in der Lebensmittelwirtschaft üblichen Qualitätsmanagement-Systemen.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Hauptinhaltsstoffe/Nährstoffe (Wasser, Asche, Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate) von Lebensmitteln
- Lebensmittelgruppen
  - Kennzahlen
  - Technologische Eigenschaften
  - Qualitätsbestimmende Inhaltsstoffe
- Umgang mit normierten Verfahren
- Analysengrenzwerte aus Verordnungen
- Schnellmethoden
- Grundzüge der Lebensmittelsensorik
- Sensorische Testverfahren

### Vorschläge zur Umsetzung

- Messung/Erstellung des Nährstoffprofils (Nährwertangaben gemäß Nährwertkennzeichnungsverordnung) eines Lebensmittels (Eiweiß nach Kjeldahl, Gesamtfett nach Soxhlet/Weibull-Stoldt, Wasser- und Aschegehalt, Zuckerbestimmung nach Luff-Schoorl oder enzymatisch)
- Untersuchung und Bewertung von Getreidemehlen (Fallzahl, Kleberauswaschung, Sedimentationswert, Säuregrad, Wassergehalt, Backversuch Rapid-Mix-Test, Sensorische Untersuchung der Backergebnisse)
- Nährwertuntersuchung von Wurstwaren mit Schnelltests (NIR-Spektroskopie)
- Untersuchung und Bewertung von Fetten und Ölen (Fettkennzahlen wie Säurezahl, Verseifungszahl oder Jodzahl, Schmelzbereich)
- Untersuchung und Bewertung von fruchtsafthaltigen Getränken: Sensorik, pH-Wert, Säuregrad, Zuckergehalt, Zuckerarten, Mineralstoffe wie z. B. Phosphat, Eisen (z. B. foto-metrisch), Vitamine wie z. B. Ascorbinsäure (mit HPLC, enzymatisch und/oder titrimetrisch), Süßstoffe (auch HPLC)
- Exkursionen zu (Lebensmittel-)analytisch arbeitenden Betrieben; u. a. zur Information über Qualitätsmanagement, Labororganisation, Rückstellproben-Archivierung

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 16:</b>	<b>Elektrochemische Methoden anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>80 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler wenden die Gesetzmäßigkeiten der Elektrizitätslehre auf physikalische Problemstellungen an, erläutern die Grundbegriffe, bestimmen elektrische Größen in Experimenten und nennen Anwendungen.

Die Schülerinnen und Schüler wenden konduktometrische und potentiometrische Verfahren an.

Die Schülerinnen und Schüler erklären galvanische Zellen, führen Elektrolysen durch und übertragen die Prinzipien auf praktische Anwendungen.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Grundlagen der Elektrizitätslehre (elektrische Ladung/Ladungsträger, Spannung, Stromstärke, Widerstand, Leistung, elektrische Arbeit)
- Elektrisches und magnetisches Feld
- Leitfähigkeit, Konduktometrie
- Elektrochemisches Potential, galvanisches Element, Nernst-Gleichung
- Mess- und Bezugselektroden, Potentiometrie
- Elektrolyse (Zersetzungsspannung, Überspannung, Faraday-Gesetze)

### Vorschläge zur Umsetzung

- Widerstände und Leitwerte bestimmen
- Regelungen mit der Wheatstoneschen Brückenschaltung
- Säurekonzentration mittels konduktometrischer Titration bestimmen
- Säurekonzentration mittels potentiometrischer Titration bestimmen
- Batterien und Akkumulatoren als Energiespeicher
- Aluminium herstellen

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 17:</b>	<b>Molekularbiologische Grundlagen erfassen</b>
<b>Zeit:</b>	<b>40 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden pro- und eukaryontische Zellen hinsichtlich ihrer Zellbestandteile. Sie erarbeiten molekularbiologische Grundkenntnisse sowie den Aufbau und die Funktionsweise von Enzymen.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Unterschied Eukaryontenzelle - Prokaryontenzelle
- Mitose und Chromosomenaufbau
- Aufbau der Nucleinsäuren
- Replikation und Proteinbiosynthese
- Aufbau und Wirkungsweise von Enzymen

### Vorschläge zur Umsetzung

- Die Schülerinnen und Schüler untersuchen pflanzliche und tierische Zellen und Gewebe cytologisch-mikroskopisch (färben, Größe bestimmen, durch Zeichnen dokumentieren).
- Sie erstellen eine Tabelle/Präsentation (Informationsquellen nutzen) zu Bau und Funktion von einzelnen Zellorganellen und deren Zusammenspiel bei Zelleistungen.
- Sie präparieren Riesenchromosomen und stellen Mitosestadien dar.
- Sie erarbeiten eine Präsentation zu den molekulargenetischen Grundprozessen.
- Sie lernen am Modell die Funktionsweise von Enzymen kennen.

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 18:</b>	<b>Mikrobiologische und biotechnologische Methoden erfassen und anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>120 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler sind mit den grundlegenden Arbeitsprozessen an einem mikrobiologischen Laborarbeitsplatz vertraut. Sie isolieren und identifizieren Mikroorganismen. Sie handhaben und entsorgen biologisches Material fachgerecht.

Sie erläutern die Rolle von Enzymen und Mikroorganismen für biotechnologische Verfahren.

Sie wenden molekularbiologische Grundkenntnisse an und kennen entsprechende gentechnologische Arbeitsmethoden.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Aufbau, Vorkommen, Vermehrung und Lebensbedingungen von Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Viren)
- Biologische Agenzien, Risikogruppen, Labor-Sicherheitsstufen
- Steriles und aseptisches Arbeiten, Sterilisation und Desinfektion
- Herstellung von Nährmedien (Zusammensetzung, Berechnungen)
- Probennahme, -vorbereitung, Arbeitsablaufplanung
- Handhabung verschiedener Kulturen, z. B. Impftechniken, Vereinzelungstechniken
- Diagnoseverfahren (makroskopisch, mikroskopisch, biochemisch)
- Keimzahlbestimmung
- Wachstumskurve
- Grundoperationen der Gentechnik

### Vorschläge zur Umsetzung

- Die Schülerinnen und Schüler erhalten bzw. erarbeiten Informationen zum Bau der prokaryontischen Zelle, zu Risikogruppen der biologischen Agenzien, zur Bedeutung von sterilem und aseptischem Arbeiten, zu den Methoden der Sterilisation und Desinfektion von Arbeitsgeräten, Nährmedien.
- Sie setzen Nährmedien an (einschließlich entsprechender Berechnungen), sterilisieren diese und befüllen die Anzuchtgefäße.
- Die Schülerinnen und Schüler legen Fangplatten, Abklatschpräparate, o. Ä. an und lernen so die normale Keimbesiedlung der Umgebung kennen.
- Sie untersuchen exemplarisch die Keimbesiedlung/den hygienischen Zustand von Lebensmittel- oder Wasserproben. Dazu gehören Probennahme, Probenvorbereitung (Anreicherungs- oder Vereinzlungstechniken), Impftechniken, Vereinzlungstechniken (z. B. 3-Ösen-Ausstrich).
- Die Schülerinnen und Schüler können ausgewählte Mikroorganismengruppen anhand mikroskopischer, makroskopischer (Koloniemorphologie) und biochemischer (z. B. Kurze Bunte Reihe) Eigenschaften identifizieren.
- Sie betreuen arbeitsteilig unterschiedliche apathogene Bakterienstämme und ermitteln experimentell wichtige Kennzeichen, wie z. B. physiologisch-biochemische Eigenschaften, Gramverhalten, Empfindlichkeit gegenüber Antibiotika.
- In Zusammenarbeit mit Universitäten oder mit dem Blue-Genes-Koffer wenden sie gentechnische Verfahren an.
- Über Internet-Recherche informieren sich die Schülerinnen und Schüler über aktuelle Verfahren der Biotechnologie in Pharmazie, Medizin und Ernährung.

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 19:</b>	<b>Mathematische Kompetenzen für die naturwissenschaftliche Praxis erwerben</b>
<b>Zeit:</b>	<b>80 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erfassen Messdaten und bereiten diese statistisch auf. Sie verstehen funktionale Zusammenhänge übertragen sie auf technische Anwendungen.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Funktionsbegriff am Beispiel physikalisch-chemischer Zusammenhänge (lineare, quadratische, exponentielle, logarithmische)
- Anwendung statistischer Betrachtungen auf Labormessdaten (Varianz, Variationskoeffizient, Standardabweichung, statistische Fehler)
- Vertiefter Funktionsbegriff, Darstellung von Funktionen und verschiedenen Funktionsklassen
- Einführung in die Differenzial- und Integralrechnung

### Vorschläge zur Umsetzung

- Eine gravimetrische Analyse auswerten
- Eine maßanalytische Analyse auswerten
- Messdaten einer potentiometrischen Untersuchung auswerten
- Messdaten einer fotometrischen Untersuchung auswerten
- Messdaten einer gaschromatographischen Untersuchung auswerten

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 20:</b>	<b>Versuchsdaten erfassen, auswerten und dokumentieren</b>
<b>Zeit:</b>	<b>40 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler setzen Computersysteme zur Erfassung, Auswertung und Dokumentation von Versuchsdaten ein.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Darstellung und Auswertung von Messwerten
  - Diagramme
  - Trendlinie
  - Ergebnis- und Abweichungsberechnung
- Statistische Auswertung und Qualitätssicherung
  - Standardabweichung
  - Regression
  - Korrelationskoeffizient
  - Verfahrensstandardabweichung
  - Nachweis- und Bestimmungsgrenze
  - Vertrauensbereich
  - Mittelwertkontrollkarte

### Vorschläge zur Umsetzung

- Mit Tabellenkalkulationsprogramm eine Arbeitsmappe zur umfassenden Auswertung von Analyseergebnissen erstellen

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 21:</b>	<b>Berufsbezogene Kommunikationskompetenz in der Fremdsprache Englisch anwenden</b>
<b>Zeit:</b>	<b>80 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler erweitern in Kleingruppen ihre Kommunikationskompetenzen in der Zielsprache Englisch im beruflichen Kontext.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Übersetzung von chemischen Versuchsvorschriften, Geräteanleitungen und anderer Fachliteratur
- Geschäftskorrespondenz
  - Bewerbungen
  - Austausch wissenschaftlicher Ergebnisse
  - Empfehlungen
- Annahme und Weiterleitung von Telefongesprächen, Treffen und Verabredungen

### Vorschläge zur Umsetzung

- Arbeit mit fremdsprachlichen Veröffentlichungen
- Beschreibungs- und Rätselspiele
- Kommunikationsübungen und -spiele

<b>Fachrichtung:</b>	<b>Chemietechnik - 2. Ausbildungsjahr -</b>
<b>Lernfeld 22:</b>	<b>Projektarbeit: Theoretische und praktische Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung</b>
<b>Zeit:</b>	<b>40 Stunden</b>

### Ziele

Die Schülerinnen und Schüler lösen eine Aufgabenstellung durch Literaturrecherche, Experimente und Anfertigen eines Ergebnisberichtes mit Dokumentation der experimentellen Arbeit und kritische Ergebnisbetrachtung.

### Inhalte zur Förderung der Fachkompetenz

- Grundbegriffe der Projektarbeit (Planung, Durchführung, Auswertung, Meilensteine)
- Erstellung eines Arbeitsplanes mit Geräte-, Material- und Zeitbedarf
- Versuchsprotokoll
- Auswertung der Versuchs-/Messergebnisse
- Diskussion der Ergebnisse
- Fehlerbetrachtung
- Präsentation

### Vorschläge zur Umsetzung

Das Thema der Projektarbeit bestimmen im Normalfall die Schülerinnen und Schüler selbst. In der Regel sollte die Erarbeitung in Kleingruppen erfolgen. Die Aufgabenstellung sollte auch umweltanalytische Fragestellungen berücksichtigen.

Inhaltliche Anknüpfungen sind zu den vorhergehenden oder parallel verlaufenden Lernfeldern möglich. Da die Arbeitsform Projektunterricht besondere Zeitanprüche stellt, steht für die Durchführung die angegebene Stundenzahl als Basis zur Verfügung. Die Stunden können aus dem Stundenbudget desjenigen Lernfeldes aufgestockt werden, an welches das Projekt inhaltlich anknüpft. Der Zeitanteil des betreffenden Lernfeldes ist dann entsprechend zu kürzen, da die Inhalte im Rahmen des Projektes bearbeitet werden.