

Niedersächsisches Kultusministerium

Rahmenrichtlinien

für den berufsbezogenen Unterricht in der

Berufsfachschule

– **Chemisch-technische Assistentin/**

Chemisch-technischer Assistent –

Stand: Mai 2004

Herausgeber: Niedersächsisches Kultusministerium
Schiffgraben 12, 30159 Hannover
Postfach 1 61, 30001 Hannover

Hannover, Mai 2004
Nachdruck zulässig

Bezugsadresse: <http://www.bbs.nibis.de>

Richtlinien und Rahmenrichtlinien weisen Mindestanforderungen aus und schreiben die Lernziele und Lerninhalte für den Unterricht verbindlich vor. Die Zeitrichtwerte sowie die Hinweise zum Unterricht stellen Empfehlungen dar und sind als Anregungen für die Lehrkräfte zu verstehen.

Bei der Erarbeitung dieser Rahmenrichtlinien haben folgende Lehrkräfte des berufsbildenden Schulwesens sowie eine Vertreterin des Landesschulbeirates mitgewirkt:

John, Klaus-Peter, Dipl. Chemiker, Braunschweig

Dr. Röder, Bettina, OStR´n, Hannover (Kommissionsleitung)

Till, Uwe, StD, Hannover

Puschmann, Ines, Göttingen (Landesschulbeirat)

Redaktion:
Ingo Fischer

Niedersächsisches Landesamt für Lehrerbildung und Schulentwicklung (NiLS)
Keßlerstraße 52
31134 Hildesheim

Fachbereich 1, – Ständige Arbeitsgruppe für die Entwicklung und Erprobung beruflicher Curricula und Materialien (STAG für CUM) –

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	1
1.1	Geltungsbereich	1
1.2	Ziel der Ausbildung	1
1.3	Didaktische Grundsätze	1
1.4	Struktur nach Lernfeldern	2
1.5	Abfolge und Zeitumfang der Lernfelder und Zuordnung zu den Fächern	3
1.6	Lernsituationen	5
1.7	Projektarbeit	5
2	Leistungskriterien und Leistungsbewertung	5
2.1	Aufgaben, Grundsätze und Kriterien der Lernkontrollen und Leistungsbewertung	5
2.2	Arten der Lernkontrollen und Leistungsbewertung	6
3	Lernfelder für den berufsbezogenen Unterricht	7
Lernfeld 1	Lösungen herstellen	7
Lernfeld 2	Stoffsysteme trennen und reinigen	8
Lernfeld 3	Stoffe qualitativ analysieren	9
Lernfeld 4	Gehalte volumetrisch und gravimetrisch bestimmen	10
Lernfeld 5	Stoffe fotometrisch untersuchen	11
Lernfeld 6	Stoffe dünnenschicht- u. gaschromatografisch untersuchen	12
Lernfeld 7	Stoffe mit physikalisch-chemischen Methoden untersuchen	13
Lernfeld 8	Organische Präparate herstellen und untersuchen	14
Lernfeld 9	Stoffe elektrochemisch untersuchen	15
Lernfeld 10	Stoffe spektroskopisch untersuchen	16
Lernfeld 11	Stoffe mit Hochleistungsflüssigkeitschromatografie (HPLC) und Elektrophorese analysieren	17
	Optionale Lernfelder	
Lernfeld 12	Lebensmittel untersuchen	18
Lernfeld 13	Wasser-, Boden- und Luftproben untersuchen	19
Lernfeld 14	Mikrobiologische und biochemische Arbeiten ausführen	20
Lernfeld 15	Qualitätssicherungssysteme anwenden	21

1 Vorbemerkungen

1.1 Geltungsbereich

Die Rahmenrichtlinien gelten für den berufsbezogenen Unterricht in der zweijährigen Berufsfachschule – Chemisch-technische Assistentin/Chemisch-technischer Assistent – (CTA). Sie basieren auf der Verordnung über berufsbildende Schulen (BbS-VO), auf den Ergänzenden Bestimmungen zur Verordnung über berufsbildende Schulen (EB-BbS-VO) und der „Rahmenvereinbarung über die Ausbildung und Prüfung zum technischen Assistenten/zur technischen Assistentin an Berufsfachschulen“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.06.1992 in der Fassung vom 26.06.2003).

1.2 Ziel der Ausbildung

Ziel der Ausbildung zur/zum Chemisch-technischen Assistentin/Chemisch-technischen Assistenten ist der Erwerb einer umfassenden Handlungskompetenz. Diese wird verstanden als Bereitschaft und Fähigkeit des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.

Die Entwicklung von Handlungskompetenz ist damit nicht eingeeengt auf berufsbezogene Kenntnisse und Fähigkeiten sondern vielmehr als ein Prozess zu verstehen, der im beruflichen Kompetenzerwerb die gesamte Persönlichkeit entwickelt. Deutlich wird dies in der Differenzierung der Handlungskompetenz in die Dimensionen von Fachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz. Die Kultusministerkonferenz definiert diese Kompetenzen wie folgt:

Fachkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.

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

Sozialkompetenz bezeichnet die Bereitschaft und die 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. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Eine ausgewogene Fach-, Personal- und Sozialkompetenz ist die Voraussetzung für Methoden- und Lernkompetenz.

Die Zielsetzung erfordert das Zusammenwirken aller Unterrichtsfächer in einem handlungsorientierten Unterrichtskonzept.

1.3 Didaktische Grundsätze

Lernen in der zweijährigen Berufsfachschule – Chemisch-technische Assistentin/Chemisch-technischer Assistent – vollzieht sich grundsätzlich in Beziehung auf konkretes berufliches Handeln. Konzeptionell wird dies ausgedrückt im Begriff Handlungsorientierung. Im handlungsorientierten Unterricht werden fach- und handlungssystematische Strukturen miteinander verknüpft. Er lässt sich durch unterschiedliche Unterrichtsmethoden verwirklichen.

Die Rahmenrichtlinien enthalten methodische Anmerkungen für den Unterricht; die methodische Freiheit der Lehrkräfte wird hierdurch nicht eingeschränkt. Grenzen der Methodenwahl werden dadurch gesetzt, dass zur Erlangung einzelner Kompetenzen bestimmte Methoden besonders geeignet sind bzw. andere sich ausschließen. Der Einsatz der Unterrichtsmethoden ist daher nicht beliebig.

Bei der Gestaltung handlungsorientierten Unterrichts sind folgende Orientierungspunkte zu beachten:

- Didaktische Bezugspunkte sind Situationen, die für die Berufsausübung bedeutsam sind (Lernen für Handeln).
- Den Ausgangspunkt des Lernens bilden Handlungen, möglichst selbst ausgeführt oder aber gedanklich nachvollzogen (Lernen durch Handeln).
- Handlungen müssen von den Lernenden möglichst selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet werden.
- Handlungen sollten ein ganzheitliches Erfassen der beruflichen Wirklichkeit fördern, z. B. technische, sicherheitstechnische, ökonomische, rechtliche und soziale Aspekte einbeziehen.
- Handlungen müssen in die Erfahrungen der Lernenden integriert und in Bezug auf ihre gesellschaftlichen Auswirkungen reflektiert werden.
- Handlungen sollen auch soziale Prozesse, z. B. Interessenklärung und Konfliktbewältigung, einbeziehen.

Die in schulischen Lernsituationen erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten müssen auf andere Handlungssituationen übertragen werden können. Der Transfer und die Systematisierung bieten Möglichkeiten, eine eventuelle Begrenztheit der Handlung zu überwinden; eine reine Vermittlung zielgerichteter, nur auf eine Handlungssituation bezogener Kompetenzen, ist zu vermeiden. Eine Rückführung auf grundlegende Zusammenhänge bzw. eine systematische Erweiterung kann sowohl handlungsorientiert als auch fachlich-systematisch erfolgen. Ein systematischer grundlagenbezogener Unterricht, auch zeitlich vorangestellter, muss sich jedoch in jedem Falle in ein handlungsorientiertes Gesamtkonzept einfügen.

1.4 Struktur nach Lernfeldern

Da berufliche Aufgabenstellungen und Handlungsabläufe das didaktische Zentrum bilden, sind diese auch strukturbildend für die Rahmenrichtlinien für den berufsbezogenen Unterricht in der zweijährigen Berufsfachschule – Chemisch-technische Assistentin/Chemisch-technischer Assistent –.

Dies geschieht in Form von Lernfeldern. In Lernfeldern werden didaktisch begründet und schulisch aufbereitet, zusammenhängende Aufgabenkomplexe der beruflichen Praxis zusammengefasst.

Jedes Lernfeld besteht aus einer Zielformulierung, welche die am Ende der Ausbildung vermittelten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler beschreibt sowie aus Lerninhalten.

Die Zielformulierungen und Lerninhalte sind technikneutral formuliert. So können regionale Aspekte bzw. unterschiedliche Lerngruppen in der Ausgestaltung vor Ort besser berücksichtigt werden und sich verändernde Anforderungen – gerade in den Informations- und Kommunikationstechnologien – beeinträchtigen nicht die Aktualität der Rahmenrichtlinien.

Die Lernfelder werden wie folgt gegliedert:

- Titel des Lernfeldes
- Zeitrictwert
- Zielformulierung
- Lerninhalte
- Hinweise zum Unterricht

Titel des Lernfeldes

Jedes Lernfeld hat einen eigenen Titel, der in Kurzform die beruflichen Handlungsbereiche nennt, zu denen exemplarische Lernsituationen in der Schule erarbeitet werden.

Zeitrichtwert

Die Zeitrichtwerte geben eine Empfehlung für die Bearbeitung der einzelnen Lernfelder an.

Zielformulierung

Die Zielformulierungen definieren das Lernfeld. Sie beschreiben Kompetenzen in Form von beruflichen Handlungen. Es handelt sich also um Beschreibungen dessen, was als Handlungskompetenz am Ende der Ausbildung erreicht sein soll.

Die Zielformulierungen stellen verbindliche Vorgaben für die Erarbeitung der Lernsituationen dar. Hierbei können regionale Belange und das spezifische Profil der Schule berücksichtigt werden.

Lerninhalte

Die Lerninhalte beschreiben verbindlich die Mindestanforderungen.

Hinweise zum Unterricht

Die Hinweise sind Anregungen für die Unterrichtsgestaltung.

1.5 Abfolge und Zeitumfang der Lernfelder und Zuordnung zu den Fächern

In den Lernfeldern 1 bis 3 werden berufsfeldbreite Kompetenzen erworben. Deren systematische Erweiterung, Vertiefung und Anwendung sind Inhalt der nachfolgenden Lernfelder.

Übersicht Lernfelder

Klasse 1		Zeitrichtwert	
		Fachtheorie	Fachpraxis
Lernfeld 1	Lösungen herstellen	60	100
Lernfeld 2	Stoffsysteme trennen und reinigen	60	100
Lernfeld 3	Stoffe qualitativ analysieren	80	120
Lernfeld 4	Gehalte volumetrisch und gravimetrisch bestimmen	80	120
Lernfeld 5	Stoffe fotometrisch untersuchen	60	100
Lernfeld 6	Stoffe dünnschicht- und gaschromatografisch untersuchen	60	100
Lernfeld 7	Stoffe mit physikalisch-chemischen Methoden untersuchen	20	60
Summe Klasse 1		420	700

Klasse 2		Zeitrichtwert	
		Fachtheorie	Fachpraxis
Lernfeld 8	Organische Präparate herstellen und untersuchen	60	100
Lernfeld 9	Stoffe elektrochemisch untersuchen	60	100

Lernfeld 10	Stoffe spektroskopisch untersuchen	80	160
Lernfeld 11	Stoffe mit Hochleistungsflüssigkeitschromatografie (HPLC) und Elektrophorese analysieren	20	60
optionale Lernfelder (2 sind auszuwählen)			
Lernfeld 12	Lebensmittel untersuchen	80	160
Lernfeld 13	Wasser-, Boden- und Luftproben untersuchen	80	160
Lernfeld 14	Mikrobiologische und biochemische Arbeiten ausführen	80	160
Lernfeld 15	Qualitätssicherungssysteme anwenden	80	160
Summe Klasse 2		380	740
Summe Klasse 1 und Klasse 2		800	1440

Zuordnung zu den Fächern

Fach	Lernfeld	
Chemische Analytik	LF 1	Lösungen herstellen
	LF 3	Stoffe qualitativ analysieren
	LF 4	Gehalte volumetrisch und gravimetrisch bestimmen
Instrumentelle Analytik	LF 5	Stoffe fotometrisch untersuchen
	LF 6	Stoffe dünnschicht- u. gaschromatografisch untersuchen
	LF 9	Stoffe elektrochemisch untersuchen
	LF 10	Stoffe spektroskopisch untersuchen
	LF 11	Stoffe mit Hochleistungsflüssigkeitschromatografie (HPLC) und Elektrophorese analysieren
Präparative Chemie	LF 2	Stoffsysteme trennen und reinigen
	LF 7	Stoffe mit physikalisch-chemischen Methoden untersuchen
	LF 8	Organische Präparate herstellen und untersuchen
Wahlpflichtkurse	LF 12	Lebensmittel untersuchen
	LF 13	Wasser-, Boden- und Luftproben untersuchen
	LF 14	Mikrobiologische und biochemische Arbeiten ausführen
	LF 15	Qualitätssicherungssysteme anwenden

1.6 Lernsituationen

Zur Umsetzung des Lernfeldkonzeptes sind im Rahmen eines handlungsorientierten Unterrichts innerhalb eines Lernfeldes didaktisch begründete Lernsituationen zu konzipieren. Sie sind so zu gestalten, dass sie eine vollständige Handlung von der Planung bis zur Bewertung und Reflexion ermöglichen. Diese Handlungsphasen bieten sich als Strukturierungsmerkmal der Lernsituationen an.

Eine Lernsituation soll auf einer beruflichen Handlungssituation basieren. Bei einer solchen Forderung könnte im Lernfeld 1 der berufsrelevante Auftrag lauten:

“Stellen Sie in einem Labor eine physiologische Kochsalzlösung her.“

Hierbei können dann Teile folgender Inhalte eingebracht werden:

- Informationen beschaffen (Begriff „physiologisch“ aus der Literatur klären)
- Arbeitsplatz einrichten (Arbeitsmittel kennen lernen: Volumenmessgeräte, Waagen, Organisation des Laboratoriums)
- Arbeitssicherheit (Allg. Betriebsanweisung, persönliche Schutzausrüstung, Kennzeichnung, Erste-Hilfe bei Schnittverletzungen)
- Lösungen (homogenes Gemenge, Gehaltsgröße Massenanteil, Lösung berechnen und herstellen)
- Kontrollieren des Arbeitsergebnisses (Gehaltsbestimmung über die Dichte und Dichtetabellen aus der Literatur, Interpolation)
- Dokumentation (Protokollführung)

1.7 Projektarbeit

Die Durchführung einer Projektarbeit wird empfohlen. In Projekten werden lernfeldbezogene und lernfeldübergreifende Aufgaben in der Regel im Team bearbeitet. Die Projektarbeit soll nicht mehr als 80 Unterrichtsstunden umfassen. Um diese Stunden wird der Zeitrichtwert eines oder mehrerer Lernfelder reduziert. Die Beurteilung der Projektarbeit wird in das Abschlusszeugnis aufgenommen.

2 Leistungskriterien und Leistungsbewertung

2.1 Aufgaben, Grundsätze und Kriterien der Lernkontrollen und Leistungsbewertung

Lernkontrollen machen für Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler sowie Eltern Lernfortschritte und Lerndefizite erkennbar und liefern dadurch wichtige Hinweise für die weitere Planung und Durchführung des Unterrichts.

Lernkontrollen dienen darüber hinaus der Bewertung der Leistungen. Für die Leistungsbewertung gilt in besonderem Maße der Anspruch an möglichst weitgehende Objektivität des Urteils und Vergleichbarkeit der Maßstäbe.

Aufgabe der Fachkonferenz ist es, Kriterien der Leistungsbewertung zu erörtern und durch Absprachen und Kooperation ein möglichst hohes Maß an Einheitlichkeit in den Anforderungen und Bewertungsmaßstäben zu sichern.

Handlungsorientierter Unterricht erweitert die Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler von der schriftlichen Einzelleistung hin zu mündlichen und praktischen Gruppenleistungen. Diese sind bei der Festsetzung der Abschlussnote angemessen zu berücksichtigen.

Kriterien der Leistungsbewertung können z. B. sein, die Bereitschaft und Fähigkeit

- Arbeits- und Lernprozesse zu planen
- kreativ und eigeninitiativ zu sein
- selbstständig Informationen zu suchen

- Lösungsstrategien zu entwickeln
- eine Entscheidung begründet zu treffen und umzusetzen
- sich neuen Problemen und Fragestellungen zu öffnen
- kompromiss- und durchsetzungsfähig zu sein
- differenziert zu argumentieren
- mit anderen schriftlich und mündlich zu kommunizieren
- mit anderen zu kooperieren und im Team zusammen zu arbeiten
- zwischenmenschliche Konflikte zu lösen bzw. zu bewältigen
- zielstrebig, ausdauernd, konzentriert und zeitlich angemessen zu arbeiten

Den Schülerinnen und Schülern sind zu Beginn des Schuljahres die Grundsätze und Kriterien der Lernkontrollen und Leistungsbewertungen mitzuteilen und zu erläutern. Darüber hinaus sollen sie in angemessenen Zeitabständen im Verlauf des Unterrichtes über ihren Leistungsstand informiert werden. Um die Urteils- und Kritikfähigkeit der Schülerinnen und Schüler gegenüber ihren eigenen Leistungen zu fördern, sollen sie an der Leistungsbewertung beteiligt werden.

2.2 Arten der Lernkontrollen und Leistungsbewertung

Zur Leistungsbewertung werden mündliche, schriftliche und weitere Lernkontrollen wie z. B. Beobachtungen des Arbeitsverhaltens herangezogen. Leistungsüberprüfungen sollen auch in Form kombinierter Leistungskontrollen stattfinden, bei denen theoretische und praktische Inhalte verbunden werden.

U. a. sollten bei der Leistungsbewertung das Arbeiten im Team, die Fähigkeit Ergebnisse zu präsentieren, die Selbstständigkeit, die Arbeit sachgerecht und zeitgerecht zu planen, berücksichtigt werden.

Die wesentlichen Instrumente von Leistungsbewertungen sind

schriftliche Lernkontrollen wie

- Klassenarbeiten, Tests
- Protokolle, Berichte
- Facharbeiten, Arbeitsergebnisse
- Thesenpapiere
- Referate

mündliche Lernkontrollen wie

- Vorträge, Referate
- Beteiligung an Diskussionen
- Beurteilen von Sachverhalten
- Präsentation von Arbeitsergebnissen
- Kolloquien

Beobachtungen

- der Handhabung von Geräten und Arbeitsmitteln
- der Beachtung der Vorschriften zu Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz
- des Umgangs mit Ressourcen
- der Organisation des Arbeitsplatzes
- der Planung von Arbeitsabläufen
- der Anwendung von Techniken und Methoden
- der zielgerichteten Nutzung von Hard- und Software
- des Arbeits- und Sozialverhaltens

vor allem in der Fachpraxis.

Lernkontrollen sollen auch die Form und die sprachliche Richtigkeit der mündlichen und schriftlichen Präsentation berücksichtigen.

3 Lernfelder für den berufsbezogenen Unterricht

Lernfeld 1 Lösungen herstellen

Zeitrictwert 160 Stunden, davon 100 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler richten einen Laborarbeitsplatz ein. Sie nutzen unterschiedliche Quellen zur Gewinnung von Informationen über Arbeitssicherheit und setzen diese bei der Laborarbeit um.

Sie berechnen den Gehalt von Lösungen, stellen sie her und überprüfen die Lösungsparameter. Hierzu wird auch der pH-Wert von Lösungen bestimmt, berechnet und eingestellt. Sie kennzeichnen die Lösungen nach den Vorgaben der GefStoffV.

Sie wenden die chemische Formelsprache an und stellen einfache Reaktionsgleichungen auf.

Sie planen, dokumentieren und kontrollieren Arbeitsabläufe und Ergebnisse unter Beachtung zeitlicher Vorgaben auch unter Nutzung von EDV.

Inhalte Arbeitsplatzeinrichtung
- Arbeitsmittel und Geräte (Grundausstattung, Volumenmessgeräte, Waagen)

Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz

- Persönliche Schutzausrüstung
- Umgang mit Gefahrstoffen
- Betriebsanweisungen
- Erste-Hilfe-Maßnahmen
- Brandschutz
- Umweltgerechte Entsorgung

Lösungen

- Wägungen, Volumenmessung, Dichtebestimmung
- Gehaltsgrößen (Masse, Volumen, Stoffmenge, Dichte)
- Grundlagen der Stöchiometrie-Formelsprache

pH-Wert

- Potenzen und dekadische Logarithmen
- Säuren, Basen, Salze
- Neutralisation, Indikatoren

Dokumentation

- Protokollführung
- Tabellen
- Diagramme, z. B. Lineare Regression
- Textverarbeitung

Ökonomischer und umweltverträglicher Umgang mit Chemikalien

Hinweise zum Unterricht Bei der Dokumentation der Arbeitsergebnisse soll sich der Einsatz von Textverarbeitungsprogrammen und Tabellenkalkulationsprogrammen auf die Grundlagen beschränken.

Lernfeld 2 Stoffsysteme trennen und reinigen

Zeitrictwert 160 Stunden, davon 100 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler trennen Gemenge und reinigen Stoffe. Sie wählen für vorgegebene Verfahren unter Nutzung von Informationsquellen Apparate aus und legen Arbeitsschritte fest. Sie beurteilen die Qualität der Produkte anhand von Messgrößen.

Sie setzen Energieträger rationell ein und wenden die entsprechenden Vorschriften, Bestimmungen und Regeln der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und Umweltschutzes an.

Inhalte Informationsbeschaffung

- Gedruckte Informationsquellen
- Elektronische Informationsquellen

Umweltschutz

- Grundzüge des Umweltrechtes
- Belastung von Luft und Wasser vermeiden
- Abluft- und Abwasserreinigung

Mechanische Trennverfahren

- Dekantieren, Sedimentieren, Filtrieren, Zentrifugieren
- Stoffe und Stoffsysteme (Einführung)

Prozesse mit Stoffübergängen

- Zustandsdiagramm
- Kristallisieren, Umkristallisieren
- Extrahieren
- Trocknungsmethoden

Thermische Trennverfahren

- Temperaturmessung
- Heizen (Energiequellen, Energie – Einsatz)
- Kühlen (Kühlverfahren, Wasserverbrauch)
- Destillieren, auch bei Unterdruck (Vakuumpumpen)
- Rektifizieren

Qualitätskontrolle

- Siedetemperatur
- Schmelztemperatur
- Refraktionsindex

Hinweise zum Unterricht Beim Umweltrecht sollen ausschließlich Grundlagen vermittelt werden. Es soll ein Naturstoff isoliert und gereinigt werden, z. B. Koffein aus Tee.

Lernfeld 3 Stoffe qualitativ analysieren

Zeitrictwert 200 Stunden, davon 120 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler bestimmen charakteristische Eigenschaften von Stoffen und leiten daraus den chemischen Aufbau ab. Sie analysieren qualitativ anorganische und organische Stoffe. Sie stellen dazu Reaktionsgleichungen auf. Die Schülerinnen und Schüler beachten Aspekte des Gesundheits- und Umweltschutzes.

Sie erstellen Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen und wenden die Regeln des Arbeitsschutzes begründet an.

Inhalte Vorproben

- Löslichkeit, Lösemittel unterschiedlicher Polarität
- Acidität/Basizität, Ampholyte
- Brennbarkeit
- Leitfähigkeit
- Flammenfärbung

Ionennachweise

- Probenvorbereitung, Aufschluss (Redoxreaktion)
- Kationen/Anionen/Ionenbindung (Metall/Nichtmetall)
- Atombau, Periodensystem der Elemente
- Ionenreaktion, Reaktionsgleichung

Organische Verbindungen

- Aliphatische Kohlenwasserstoffe
- Aromatische Kohlenwasserstoffe
- Funktionelle Gruppen

Hinweise zum Unterricht Der praktische Schwerpunkt soll auf anorganische Stoffe gelegt werden. Das sachgerechte Sammeln und Entsorgen von Schwermetallabfällen soll vermittelt werden.

Lernfeld 4 Gehalte volumetrisch und gravimetrisch bestimmen

Zeitrictwert 200 Stunden, davon 120 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler planen volumetrische und gravimetrische Analysen und führen sie durch. Dazu wählen sie ein Analyseverfahren aus und bereiten die Probe vor. Sie stellen Reagenz- und Maßlösungen her und ermitteln den Titer der Maßlösung.

Zur Bestimmung des Äquivalenzpunktes wählen sie einen Indikator aus. Sie fällen Komponenten quantitativ aus, trennen Niederschläge ab und bestimmen deren Masse. Sie berechnen den Gehalt einer Komponente in der Probe.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Aufgaben im Team. Sie gleichen gesetzte Ziele mit den Ergebnissen ab und präsentieren diese.

Inhalte Probenvorbereitung (verdünnen, aliquotieren)

Titrationen

- Säure-Basetitration
- Redoxtitration
- Komplexometrische Titration
- Fällungstitration
- Lösungen mit stabilem pH-Wert (Pufferlösungen)

Gravimetrie

Einfache Präsentationstechniken

Hinweise zum Unterricht Für einfache Analysen eignen sich wässrige Lösungen mit einem Analyten, weiterhin sollen komplexere Proben (z. B. Boden, Zement oder Lebensmittel) untersucht werden.

Lernfeld 5 Stoffe fotometrisch untersuchen

Zeitrictwert 160 Stunden, davon 100 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler ermitteln fotometrisch den Gehalt. Sie setzen Rechner zur Messwertaufnahme, -auswertung und -präsentation ein. Sie beachten Regeln der Datensicherung und des Datenschutzes.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Aufgaben im Team. Sie gleichen gesetzte Ziele mit den Ergebnissen ab und stellen diese vor.

Inhalte Fotometer

- Wellenlänge, Frequenz, elektromagnetisches Spektrum
- Dispersion, Refraktion
- Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz
- Optische Sensoren

Entwicklung einer einfachen Analysemethode

- Absorptionsspektrum, Absorptionsmaximum
- Kalibrierfunktion
- Gehaltsbestimmung
- Kolorimetrische Verfahren
- Schnelle Betriebsanalytik (Küvettest)
- Auswerteverfahren (grafisch, rechnerisch nach linearer Regression mit Tabellenkalkulationsprogrammen)

Präsentationstechniken

Datensicherheit, Datenschutz

Hinweise zum Unterricht Es soll hierfür eine einfache Analysemethode entwickelt werden.

Die lineare Regression mit Tabellenkalkulation ist zu vertiefen.

Umfangreiche Analyseaufgaben werden im Team bearbeitet.

Lernfeld 6 Stoffe dünn- und gaschromatografisch untersuchen

Zeitrictwert 160 Stunden, davon 100 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler trennen und identifizieren Stoffe mittels Dünnschichtchromatografie. Sie optimieren die Trennung durch die Wahl von Sorbens und Eluent.

Die Schülerinnen und Schüler trennen und identifizieren Stoffe gaschromatografisch. Sie wählen eine chromatografische Methode zur Bestimmung des Analytgehalts im Probenmaterial aus.

Inhalte Trennung von Stoffgemischen durch Sorptions-, Verteilungs- und Transportvorgänge

Dünnschichtchromatografische Analysen

- Unterschiedliche Sorbentien
- Ein- und zweidimensionale Dünnschichtchromatogramme entwickeln
- Arbeitssicherheit beim Umgang mit brennbaren und toxischen Flüssigkeiten
- Entsorgung der Elutionsmittel
- Stoffe identifizieren

Gaschromatografische Analysen durchführen

- Funktionsweise des Gaschromatografen
- Auswahl von Säulen, Detektoren
- Chromatografische Kenngrößen
- Auswertung von Chromatogrammen
- Interner, externer Standard
- Trennungsoptimierung
- Arbeitssicherheit beim Umgang mit brennbaren und komprimierten Gasen

Hinweise zum Unterricht Bei der Dünnschichtchromatografie können auch quantitative Verfahren behandelt werden.

Der Einsatz halogenierter Kohlenwasserstoffe ist gemäß GefStoffV (Ersatzstoffgebot) zu prüfen.

Die Lerninhalte der Gaschromatografie sollen mindestens die Verfahrenkenntnisse absichern.

Lernfeld 7 Stoffe mit physikalisch-chemischen Methoden untersuchen

Zeitrictwert 80 Stunden, davon 60 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler bestimmen physikalisch-chemische Parameter von Stoffen und Stoffgemischen. Sie überprüfen mit diesen Parametern Qualität von Proben oder ermitteln bei einfachen Proben deren Gehalt.

Inhalte Bestimmung der Oberflächenspannung

Viskosimetrie

- Viskosität
- Verschiedene Viskosimeter
- Newton'sche Flüssigkeiten

Polarimetrie

- Optische Aktivität
- Gehaltsbestimmung, z. B. von Zuckerlösungen

Hinweise zum Unterricht Es sollen jeweils praktische Untersuchungen zur Oberflächenspannung, Viskosimetrie und Polarimetrie durchgeführt werden.

Lernfeld 8 Organische Präparate herstellen und untersuchen

Zeitrictwert 160 Stunden, davon 100 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler können organische Präparate nach verschiedenen Reaktionstypen herstellen. Sie stellen die Reaktionsgleichungen auf und erklären den Zusammenhang zwischen Struktur, Reaktionsmechanismus sowie Reaktionsergebnis. Sie nutzen unterschiedliche Datenquellen – auch fremdsprachliche –, um sich über Präparationsvorschriften zu informieren. Sie kennen die Möglichkeiten zur Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts sowie der Reaktionsgeschwindigkeit.

Sie planen den Arbeitsablauf, wählen geeignete Edukte und Apparaturen aus, kontrollieren, steuern und optimieren den Ablauf der Reaktion, dabei beachten sie die jeweiligen Vorschriften des Arbeits- und Umweltschutzes. Sie isolieren und reinigen die Produkte und kontrollieren deren Identität und Reinheit. Sie dokumentieren den Arbeitsablauf, beurteilen und präsentieren die Arbeitsergebnisse, kennen die Grundlagen der Qualitätssicherung.

Inhalte Reaktionsverhalten organischer Stoffe

- Stoffklassen, funktionelle Gruppen, Isomerie, Mesomerie, Stereochemie
- Reaktionstypen, Reaktionsmechanismen
- Reaktionsenthalpie
- Massenwirkungsgesetz, Prinzip von LE CHATELIER
- Reaktionsgeschwindigkeit, Katalyse
- Synthesestrategie mehrstufiger Präparate (Zweitsubstitution, Schutzgruppen)
- Umsatz- und Ausbeuteberechnungen reiner sowie verunreinigter Stoffe

Präparationstechnik

- Reaktionsapparaturen (zeichnerische Darstellung in Symbolen, Vorbereitung und Pflege),
- Reaktionssteuerung und -optimierung
- Schutzgas, Vakuum
- Vorbereitung der Edukte (Reinigung, Trocknung)
- Isolierung, Reinigung und Charakterisierung der Produkte

Schutzmaßnahmen

- Brandschutz, Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit
- Recycling von Lösemitteln, Entsorgungskonzept
- Erstellung einer Betriebsanweisung

Dokumentation

- Protokollierung des Arbeitsablaufes und der Arbeitsergebnisse
- Präsentation und Beurteilung der Arbeitsergebnisse

Hinweise zum Unterricht Bei der Synthese soll auch exemplarisch die Reaktionskinetik untersucht werden. Dieses Lernfeld eignet sich besonders gut für Teamarbeit.

Lernfeld 9 Stoffe elektrochemisch untersuchen

Zeitrictwert 160 Stunden, davon 100 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Probenbestandteile auch in komplexen Matrices quantitativ mit elektrochemischen Verfahren. Sie kennen Vor- und Nachteile dieser Analyseverfahren. Sie planen den Versuchsablauf und wählen hierfür ein Analyseverfahren aus. Sie beurteilen die Analysengüte nach statistischen Gesichtspunkten.

Inhalte Grundlagen

- Leitfähigkeit
- Elektrolyse
- FARADAYsche Gesetze
- Spannungsreihe, galvanische Elemente
- NERNSTsche Gleichung
- Normalpotenzial, Bezugselektroden

Gehaltsbestimmungen

- Voltammetrie
- Ionenselektive Elektroden
- Potenziometrische Titrationsen
- Konduktometrische Titrationsen
- Coulometrische Titrationsen
- Automatisierte Prozesse

Statistische Bewertung von Analysedaten

- Zufallsfehler von Analyseverfahren (Mittelwerte, Standardabweichung)
- Beurteilung von Analysewerten (Vertrauensintervall, statistische Beurteilung)
- Statistische Prüfverfahren (Ausreißernachweis)

Hinweise zum Unterricht In diesem Lernfeld soll die Messung von Strom, Spannung und Widerstand mit einem Universalmeßgerät geübt werden.

Nachstellen eines Ringversuches: Schülergruppen bearbeiten ein Analyseproblem nach dem gleichen Verfahren. Hieran kann auch das Arbeiten im Rahmen von Qualitätssicherung einführend geübt werden. Anschließend werden die Daten der einzelnen Gruppen zusammengestellt, gemeinsam ausgewertet und entsprechend dokumentiert.

Lernfeld 10 Stoffe spektroskopisch untersuchen

Zeitrictwert 240 Stunden, davon 160 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler bestimmen den Analytgehalt und identifizieren Stoffe mit spektroskopischen Methoden. Sie planen den Ablauf einer spektroskopischen Analyse unter besonderer Berücksichtigung der Probenahme. Die Schülerinnen und Schüler wählen ein matrixangepasstes Kalibrierverfahren aus. Sie können die Geräteparameter einstellen und optimieren. Einfache Fehler können sie erkennen und beheben.

- Inhalte**
- Emissions- und Absorptionsspektren
 - Atom- und Molekülspektroskopie (UV-Spektrum, IR-Spektrum)
 - Linien-, Banden- und kontinuierliches Spektrum

 - Kalibrierverfahren

 - Probenahmeverfahren
 - Probenlagerung
 - Probenvorbereitung

 - AAS
 - AES mit unterschiedlichen Anregungsquellen
 - IR-Spektroskopie

 - Mehrkomponentenanalyse

Hinweise zum Unterricht Bei der Auswahl des Probenmaterials soll ausgehend von einer einfachen Matrix (z. B. wässrige Lösung) auch eine komplexere Matrix (z. B. Bodenprobe, Lebensmittel) berücksichtigt werden.

Lernfeld 11 Stoffe mit Hochleistungsflüssigkeitschromatografie (HPLC) und Elektrophorese analysieren

Zeitrictwert 80 Stunden, davon 60 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler trennen und identifizieren Stoffe mittels HPLC. Sie optimieren die Trennung durch Wahl des Eluenten. Sie bestimmen den Analytgehalt im Probenmaterial.

Die Schülerinnen und Schüler trennen Stoffe elektrophoretisch.

Sie werten die Analyse aus, beurteilen und dokumentieren die Ergebnisse.

Inhalte HPLC

- Funktionsweise
- Detektoren
- Trennungsoptimierung durch Gradientenelution
- Ionenchromatografie

Elektrophorese

Hinweise zum Unterricht Für die Elektrophorese kann DNA aus Bakterien oder pflanzlichen bzw. tierischen Geweben isoliert und zur Trennung eingesetzt werden.

Lernfeld 12 Lebensmittel untersuchen optional

Zeitrictwert 240 Stunden, davon 160 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über die Zusammensetzung der Nahrung und deren Bedeutung für die Ernährung.

Sie informieren sich über die Herstellung von Lebensmitteln, die Zusammensetzung der Lebensmittel sowie die Problematik von Zusatzstoffen und Rückständen. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Lebensmittel. Sie wählen entsprechende Analyseverfahren aus, planen deren Durchführung und analysieren die Proben und beurteilen die Ergebnisse nach statistischen Gesichtspunkten.

Inhalte Grundsätze der Ernährung

Zusammensetzung von Lebensmitteln

- Nährstoffe (Hauptnährstoffe, Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe)
- Zusatzstoffe (z. B. Konservierungsmittel, Farbstoffe, Verdickungsmittel)
- Rückstände und Kontaminationen

Problematik komplexer Matrices sowie Spurenanalytik

Chemische Untersuchungsmethoden

Biologische Untersuchungsmethoden

Grundlagen des Lebensmittelrechts

Hinweise zum Dieses Lernfeld ist optional.

Unterricht

Die Untersuchungen sollen exemplarisch an einigen Lebensmitteln durchgeführt werden. Es soll bei den Analyseverfahren auf die vorangegangenen Lernfelder zurückgegriffen werden. In diesem Lernfeld können mikroskopische, biochemische, immunologische, mikrobiologische und molekularbiologische Methoden eingesetzt werden.

Lernfeld 13 Wasser- Boden- und Luftproben untersuchen optional

Zeitrictwert 240 Stunden, davon 160 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über Stoffkreisläufe eines Ökosystems, Inhaltsstoffe und Schadstoffe des Bodens, des Wassers und der Luft. Sie setzen Probenahmeverfahren problemorientiert ein. Sie führen exemplarisch Untersuchungen von Boden, Wasser oder Luft durch. Sie planen eine Analyse von der Probenahme bis zur Auswertung. Sie untersuchen die Proben und beurteilen die Ergebnisse nach statistischen Gesichtspunkten.

Inhalte Ökosysteme
Nährstoffkreisläufe
Schadstoffkreisläufe
Umweltrecht
Inhaltsstoffe und Schadstoffe in Boden, Wasser und Luft
Probenahme
Abwasserreinigungsanlagen
Nachweis und Identifizierung von Mikroorganismen

Hinweise zum Unterricht Dieses Lernfeld ist optional.
Es eignet sich besonders gut für Teamarbeit, z. B. dem Nachstellen eines Ringversuches.

Lernfeld 14 Mikrobiologische und biochemische Arbeiten ausführen optional

Zeitrictwert 240 Stunden, davon 160 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler kultivieren und identifizieren Mikroorganismen. Sie bestimmen die Keimzahl in Proben. Sie wenden die Regeln und Vorschriften für den Umgang mit biologischem Material an. Sie isolieren und untersuchen biologische Makromoleküle.

Inhalte Mikroorganismen
- Cytologie
- Bakterien, Hefen, Viren
- Lebensweise

Mikrobiologische Arbeitstechniken und -verfahren
- Biologische Sicherheit
- Desinfektions- und Sterilisationsverfahren
- Impf- und Kulturtechniken
- Nährmedienherstellung
- Kultivierungsbedingungen
- Entsorgung von Abfällen

Nachweis und Identifizierung von Mikroorganismen
- Färbungen
- Mikroskopie

Makromoleküle, z. B.
- Proteine
- Nucleinsäuren

Nachweis- und Trennverfahren
- Extraktion
- Chromatografie
- Fotometrie
- Elektrophorese

Hinweise zum Unterricht Dieses Lernfeld ist optional.

Als Bezugsquelle für Mikroorganismen sollte den Schülerinnen und Schülern die Deutsche Sammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ) bekannt sein. Im Katalog der DSMZ können sich die Schülerinnen und Schüler über die Einstufung der Keime in Risikoklassen und die zur Anzucht geeigneten Nährmedien informieren. Wenn Stämme in der Schule über einen längeren Zeitraum kultiviert werden, ist deren Einstufung regelmäßig zu überprüfen.

Keime können auch aus Lebensmitteln wie z. B. aus Kefir und Blauschimmelkäse gewonnen werden.

Die sterilen Arbeitstechniken müssen intensiv geübt und so gehandhabt werden, als ob pathogenes Material verwendet würde. Die Bedeutung steriler Arbeitstechniken für Personen- und Produktschutz muss den Schülerinnen und Schülern jederzeit bewusst sein.

Lernfeld 15 Qualitätssicherungssysteme anwenden optional

Zeitrictwert 240 Stunden, davon 160 Stunden fachpraktischer Unterricht

Ziele Die Schülerinnen und Schüler wählen ein ihnen vertrautes Analyseverfahren aus und entwickeln dieses nach den Grundsätzen der analytischen Qualitätssicherung. Sie wenden Grundbegriffe der Qualitätskontrolle und die Vorgehensweise zur Prozessverbesserung an. Sie arbeiten dazu mit einem Kontrollsystem und führen dieses softwaregestützt über eine Kontrollperiode. Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Arbeitsvorschrift nach AQS-Kriterien.

Inhalte Qualitätsmanagement im Laborbetrieb

- Interne und externe Qualitätssicherung, Akkreditierung, Ringversuche
- Gute Laborpraxis (GLP)
- Labor-Informations- und Managementsysteme (LIMS)
- Dokumentation und Datensicherheit/Datenschutz
- Prozessentwicklung

Statistik

- Datentypen
- Statistische Kennzahlen: Mittelwerte, Standardabweichung, Varianz
- Häufigkeits- und Normalverteilung, t-Verteilung
- Linearitätstests, Residuenplot
- t-Test, f-Test, Ausreißerprobleme
- Diagramme, Kalibrierfunktionen

Hinweise zum Dieses Lernfeld ist optional.

Unterricht

Es können die Rahmenempfehlungen der AQS bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen genutzt werden. Die Arbeiten mit Kontrollsystemen und die Erkennung von Fehlerursachen sollten im Zusammenhang mit praktischen Messaufgaben geübt werden.