

gibb

Gewerblich-Industrielle Berufsschule Bern

Schullehrplan für Chemielaboranten

Grundlage: Bildungsplan Laborant/in EFZ, 2008

Ausarbeitung: Thomas Fuhrer, August 2008, Rev. 2, August 2011
thomas.fuhrer@gibb.ch

Inhalt

Teil 1: Übersicht

Gliederung	3
Zeitliche Verteilung der Inhalte	4

Teil 2: Informationsziele des beruflichen Unterrichts

Grundlagen

1 Naturwissenschaftliche Grundlagen	5
2 Englisch Grundkenntnisse	6
3 Angewandte Mathematik 1	6
3.1 Rechnen	6
3.2 Informatik	6
3.3 Grundlagen chemisches Rechnen	7
4 Labormethodik 1	7
4.1 Chemikalienrecht	7
4.2 Qualitätswesen	7
4.3 Allgemeine physikalische Grundlagen	7

Berufsfachrichtungsspezifische Fächer

5 Angewandte Fachkenntnisse	8
5.1 Anorganische Stofflehre	8
5.2 Organische Chemie	8
5.3 Biologie	10
6 Angewandtes Englisch	10
7 Angewandte Mathematik 2	10
8 Labormethodik 2	11

Teil 3: Fachkompetenzen nach Bildungsplan

Leitziel 1.1: Versuchplanung und Versuchsvorbereitung	12
Leitziel 1.2: Versuchsdurchführung	13
Leitziel 1.3: Auswertung und Reflexion	14
Leitziel 1.4: GSU und QS	15
Leitziel 1.5: Instandhaltung	16
Leitziel 1.6: Grundlagen, Konzepte und Modelle	17

Teil 1: Übersicht

Gliederung

Gebiete/Fächer	Abk.	Wochenlektionen pro Semester						Lektionen	
		1	2	3	4	5	6	Fach	Pos.

Grundlagen

1	Naturwissenschaftliche Grundlagen <i>Allgemeine Chemie</i>	AC	3	3	2	1					180	
2	Englisch Grundkenntnisse	EG	2	2							80	
3	Angewandte Mathematik 1	AM 1										
	3.1 Rechnen		1	1						40		
	3.2 Informatik				1					20	100	
	3.3 Grundlagen chemisches Rechnen		1	1						40		
4	Labormethodik 1	LM 1	1	1	1	1					80	
Total Grundlagen												440

Berufsfachrichtungsspezifische Fächer

5	Angewandte Fachkenntnisse											
	5.1 Anorganische Stofflehre	AnC				1				20		
	5.2 Organische Chemie	OC			3	2	3	3		220		
	5.3 Biologie	Bio	1	1			1	1		80	320	
6	Angewandtes Englisch	AE			2	2	1	1			120	
7	Angewandte Mathematik 2	AM 2			1	2	1	1			100	
8	Labormethodik 2	LM 2				1	2	2			100	
Total berufsfachrichtungsspezifisch												640
Berufskunde: Lektionen/Schultag und total			9	9	10	10	8	8			1080	

1 *Allgemeine Chemie*

Abschluss mit vorgezogenem Qualifikationsverfahren (vQV) nach dem 4. Semester

2 *Englisch Grundkenntnisse*
6 *Angewandtes Englisch (3. + 4. Semester)*

Unterricht im Rahmen des ABU

Zeitliche Verteilung der Inhalte

1. Sem.	AC Grundlagen, Atombau, PSE Quantitative Beziehungen	Bio Grundlagen Ökologie	LM 1 Chem.recht Q-Wesen SI-System	AM 1 Pot., Rad., Logarithmen, Gleichungen, Winkelfunkt.	AM 2 Dichte, Gehaltsan- gaben	EG Wortschatzaufbau, Grammatik											
2. Sem.	AC Chemische Bindung Lösungen, Festkörper	Bio Umwelt- schutz	LM 1 Festkörper- mechanik Kinematik	AM 1 Statistik Kosten- berechnun- gen	AM 2 Mischungen, Empirische Formeln	EG Wortschatzaufbau, Grammatik											
3. Sem.	AC Chemische Reaktion Säuren- und Basenreaktionen Elektrochemie	OC Grundlagen, Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Phenole, Ether		LM 1 Energie, Ar- beit, Leistung Wellenlehre	AM 1 Informatik	AM 2 Ansätze, Gewichtsana- lytische Be- stimmungen	AE Berufsbezogene Fachliteratur										
4. Sem.	AC Komplexe	OC Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren	LM 1 Fluid- mechanik	LM 2 Chroma- tografische Methoden	AM 2 Massanalytische Bestimmungen	AE Recherchen üben, Projekte durchführen und prä- sentieren											
								AnC Anorganische Stofflehre									
5. Sem.	Bio Zellbiologie, Molekularbio- logie	OC N-haltige Verbindungen S-haltige Verbindungen Biomoleküle	LM 2 Kalorik Thermische Trennoperationen		AM 2 Chroma- togramme auswerten	AE Fachtexte übersetzen											
6. Sem.	Bio Genetik, Immunologie	OC Organische Kunststoffe	LM 2 Optik, Elektrik Fotometrie, Spektroskopie		AM 2 Fotometr. Messungen auswerten	AE Fachtexte übersetzen											
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Teil 2: Informationsziele des beruflichen Unterrichts

Grundlagen

1 Naturwissenschaftliche Grundlagen (Allgemeine Chemie)

Grundlegende Begriffe

- die Begriffe Aggregatzustand, homogenes und heterogenes System beschreiben
- die Begriffe reiner Stoff, Verbindung, Element, Atom, Molekül, Ion beschreiben

Atombau, Periodensystem der Elemente

- den Aufbau der Atome am Beispiel der Hauptgruppenelemente erklären
- die Elektronegativität und deren Bedeutung erklären
- die Aufbauprinzipien und die Bedeutung des Periodensystems der Elemente erklären
- Begriff der Isotopie erklären
- den radioaktiven Zerfall von Elementen und die Halbwertszeit an Beispielen aufzeigen
- die radioaktiven Strahlungsarten, Gefahren, Schutzmöglichkeiten erläutern

Chemische Bindung

- das Bestreben zum Elektronenoktett beschreiben und Elektronenstrukturen formulieren
- Merkmale der Elektronenpaar, Ionen- und Metallbindung beschreiben und an typischen Vertretern verdeutlichen
- Aufbau, Typen und Grundzüge der Nomenklatur von Komplexen beschreiben
- das Prinzip der Komplexometrie erklären
- Merkmale und Auswirkungen zwischenmolekularer Kräfte beschreiben
- den Begriff Dissoziation erläutern
- Wärmetönungen bei Lösungsvorgängen erklären

Chemische Reaktion

- Reaktionsgleichungen aufstellen und zur Erklärung chemischer Prozesse verwenden
- Reaktionsenthalpie und -entropie als Triebkräfte chemischer Reaktionen erläutern
- die Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit erläutern
- das chemische Gleichgewicht, einschliesslich des Massenwirkungsgesetzes, erläutern und seine Anwendung beschreiben
- die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichtes beschreiben (Prinzip von LECHÂTELIER)
- das Löslichkeitsprodukt für schwerlösliche Salze formulieren, seine Anwendung beschreiben und einfache Beispiele (Salztyp AB) berechnen

Säuren- und Basenreaktionen

- Säure-Base-Reaktionen formulieren und nach BRØNSTED erklären
- Säure- bzw. Basestärke anhand des MWG erklären
- den Begriff Protolysegrad beschreiben
- den pH-Wert definieren und Berechnungen durchführen
- saure und basische Reaktionen von Salzen formulieren und erklären
- die Wirkungsweise und Anwendung von Puffern und Indikatoren beschreiben
- das Prinzip der Acidimetrie/Alkalimetrie bzw. der Potentiometrie erklären
- Methoden zur Endpunktbestimmung erläutern
- Titrationskurven interpretieren und auswerten

Redoxreaktionen

- Oxidationszahlen bestimmen
- Redoxreaktionen mittels Elektronenbilanz formulieren
- die Begriffe Redoxpotential und elektrochemische Spannungsreihe der Metalle beschreiben
- die Gleichung von NERNST auf praxisrelevante Probleme anwenden
- die Funktion galvanischer Zellen erklären
- das Prinzip der Elektrolyse erklären

2 Englisch Grundkenntnisse

Wortschatzaufbau

- für Alltagssituationen
- für allgemeine Fachtexte, analytische und präparative Methoden

Grammatik

- Zeitformen der Verben, Passivzeiten, unregelmässige Verben, Modalverben
- wh-questions, questions with prepositions, question tags
- if- und when-Sätze
- unbestimmte Mengenangaben
- Adjektive, Adverbien (Steigerungsformen, Vergleiche)
- Bildung von Adverbien, inkl. wichtige Ausnahmen; Stellung der Adverbien im Satz
- Präpositionen der Zeit, Präpositionen des Ortes; phrasal verbs
- English idioms

Hörverständnis

- Äusserungen aus dem fachlichen und nicht-fachlichen Bereichen in ihrer Gesamtaussage verstehen
- Verstehen von kurzen und längeren Filmsequenzen und an einem Gespräch dazu teilnehmen

Leseverständnis

- einen fachlichen Text sinngemäss in Deutsch mündlich und schriftlich wiedergeben
- Äusserungen aus dem privaten und beruflichen Bereich in ihrer Gesamtaussage verstehen
- ein zweisprachiges Wörterbuch sowie Fachliteratur anwenden
- Lesen einschlägiger englischsprachiger Literatur

Sprechfähigkeit

- Absicht und Inhalt einer Mitteilung auf Grund einer privaten und beruflichen Situation gut verständlich äussern
- einen Text sinngemäss in Englisch mündlich wiedergeben und an einem Gespräch darüber aktiv teilnehmen
- Präsentationen der eigenen Laborarbeiten und anderer Themen mündlich in Englisch halten
- Beteiligung an Gesprächen im Fachbereich und in Alltagssituationen

Schriftlicher Ausdruck

- Zusammenfassungen und Berichte in englischer Sprache schriftlich verfassen

3 Angewandte Mathematik 1

3.1 Rechnen

- Potenzieren und Radizieren mit Zahlen und Variablen durchführen
- das Prinzip der Logarithmen erläutern
- Gleichungen ersten Grades mit einer und zwei Variablen numerisch lösen
- gängige Formeln umstellen
- Winkelfunktionen definieren und anwenden
- Methoden der Statistik zur Auswertung von Wiederholungsmessungen und von Messwertkurven sowie von Datenaufbereitungen erläutern und anwenden
- die einzelnen Validierungselemente im Rahmen der Methodvalidierung (Genauigkeit, Richtigkeit, Präzision, Wiederfindung, Reproduzierbarkeit, Bestimmungsgrenze, Robustheit, Messunsicherheit) kennen und zur Fehlerabschätzung und Beurteilung von Toleranzen anwenden
- einfache Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit durchführen (Budgetierung, Rabatte, MWSt) sowie Versuche im Hinblick auf wirtschaftliche Aspekte beurteilen

3.2 Informatik

- berufstypische Software beherrschen (integriert in die übrigen Fächer)
- computergestützte Informationsbeschaffung durchführen

3.3 Grundlagen chemisches Rechnen

- Dichte von Flüssigkeiten und Feststoffen berechnen
- mit den Begriffen Stoffmenge, molare Masse, molares Volumen (inkl. allgemeine Zustandsgleichung idealer Gase) sowie mit Gehaltsangaben in Anteilen, Konzentrationen und Verhältnissen rechnen
- Gehalt von Mischungen berechnen, die verschiedenen Gehaltsangaben ineinander umrechnen, Gehaltsveränderungen durch Verdünnen, Mischen und Aufkonzentrieren berechnen
- den Massenanteil eines Elementes in einer Verbindung und die empirische Formel einer Verbindung berechnen

4 Labormethodik 1

4.1 Chemikalienrecht

- Zielsetzung und Geltungsbereich des Chemikalienrechts umreissen
- Kenndaten und Begriffe der Toxikologie nennen und ihren Aussagewert erklären
- Aufnahmewege und Wirkungsweise von Giften beschreiben
- Dosis-Wirkung-Beziehung beschreiben
- akute und chronische Toxizität unterscheiden
- Sicherheitsmassnahmen für das Arbeiten mit gesundheitsgefährdenden und gefährlichen Stoffen begründen, deren fachgerechte Entsorgung in der Literatur nachschlagen und die für die Praxis wesentlichen Aussagen wiedergeben

4.2 Qualitätswesen

- die wichtigsten Begriffe im Qualitätswesen kennen und den Unterschied zwischen Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung erläutern
- die gängigen Qualitätssysteme und Grundsätze kennen (GLP, GMP, ISO 9001 und ISO 17025) und den Nutzen für die Laborarbeit aufzeigen
- die Bedeutung der Nachvollziehbarkeit der Laborarbeit erläutern

4.3 Allgemeine physikalische Grundlagen

SI-System

- die Zielsetzung und den Aufbau des Internationalen Einheitensystems (SI) nennen
- SI-Einheiten in andere gebräuchliche Einheiten umrechnen

Mechanik der Festkörper

- Inhalt und Bedeutung der Grundgesetze der Mechanik (NEWTON) erläutern
- Geschwindigkeit, Beschleunigung und Kraft aus den Basisgrössen ableiten
- das Prinzip des Wägens anhand der Erdbeschleunigung und des Hebels beschreiben
- die Zentrifugalwirkung und ihre Anwendung bei der Zentrifuge beschreiben
- die Begriffe Energie, Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad erklären und miteinander in Beziehung bringen sowie einfache Berechnungen durchführen
- das Prinzip der Erhaltung der Energie beschreiben

Mechanik der Fluide

- Entstehung und Auswirkungen der Oberflächenspannung und Kapillarität erläutern
- die Begriffen Adhäsion und Kohäsion erklären und praktische Beispiele dazu nennen
- den Begriff Druck erklären sowie einfache Berechnungen durchführen
- die Druckausbreitung in Flüssigkeiten und Gasen beschreiben
- Prinzipien der Druckmessung beschreiben
- Prinzipien der Vakuumerzeugung beschreiben

Berufsfachrichtungsspezifische Fächer

5 Angewandte Fachkenntnisse (Anorganische Chemie, Organische Chemie, Biologie)

5.1 Anorganische Stofflehre

Gemeinsame Informationsziele der nachfolgenden Elemente und Verbindungen:

- Strukturformel aufzeichnen, Oxidationszahl bestimmen, benennen
- die physikalischen und chemischen Eigenschaften anhand der Gesetzmässigkeiten des Periodensystems beschreiben
- Bedeutung und Anwendung im Labor erläutern

Wasserstoff

- Elementarer Wasserstoff
- Hydride

Edelgase

Halogene

- Gruppenverhalten und Unterschiede der Elemente beschreiben
- Halogenwasserstoff-Verbindungen
- Halogen-Sauerstoffsäuren und ihre Salze

6. Hauptgruppe

- Sauerstoff und Schwefel
- H_2S , SO_2 , SO_3 , H_2SO_4 und ihre Salze

5. Hauptgruppe

- Stickstoff und Phosphor
- NH_3 , NO , NO_2 , HNO_3 und ihre Salze
- Phosphorchloride, P_2O_5 , H_3PO_4 und ihre Salze

4. Hauptgruppe

- Kohlenstoff und Silicium
- CO , CO_2 , Carbonate, Phosgen

3. Hauptgruppe

- Aluminium und Bor
- AlCl_3 , Hydride

Erdalkalimetalle

- Gruppenverhalten und Unterschiede der Elemente beschreiben

Alkalimetalle

- Gruppenverhalten und Unterschiede der Elemente beschreiben
- Oxide und Hydroxide

5.2 Organische Chemie

Grundlagen der organischen Chemie

- die Bindungsverhältnisse in organischen Verbindungen beschreiben und an Formelbeispielen verdeutlichen
- Summen- und Konstitutionsformel an Beispielen erklären
- die verschiedenen Arten von Isomerie unterscheiden und an Beispielen aufzeigen
- die Änderung der physikalischen Eigenschaften innerhalb homologer Reihen beschreiben und begründen
- die Reaktionstypen Substitution, Addition, Elimination, Kondensation, Oxidation und Reduktion an Beispielen beschreiben (ohne Reaktionsmechanismen)

Gemeinsame Informationsziele der nachfolgenden Stoffklassen:

- die charakteristischen Strukturmerkmale aufzeichnen
- einfache Vertreter nach IUPAC-Nomenklatur benennen
- die allgemeinen physikalischen Eigenschaften beschreiben
- die für die Stoffklasse typischen IR- und NMR-Signale erkennen

Kohlenwasserstoffe

- die Herstellung von Alkenen und Alkinen mittels Elimination formulieren
- die wichtigsten Additionen (H_2 , X_2 , HX , H_2O , HCN) an Alkene und Alkine formulieren
- die wichtigsten Substitutionen (Halogenierung, Nitrierung, Sulfonierung, Alkylierung und Acylierung) von aromatischen Kohlenwasserstoffen formulieren
- wichtige Verwendungszwecke und Gefahren halogener Kohlenwasserstoffe nennen

Alkohole

- die Herstellung der Alkohole (durch GRIGNARD-Reaktion, Reduktion, Hydrolyse und Addition) formulieren
- die wichtigsten Reaktionen (Alkanolatbildung, Oxidation, Esterbildung, Dehydratisierung, Etherbildung) der Alkohole formulieren

Phenole

- die Acidität von Phenolen erklären
- die wichtigsten Reaktionen (Phenolatbildung, Substitution, Oxidation) der Phenole formulieren

Ether

- je eine Herstellungsmethode für symmetrische und gemischte Ether formulieren
- Verwendung und Gefahren nennen

Aldehyde und Ketone

- die Herstellung von Aldehyden (durch Oxidation) formulieren
- die Herstellung von Ketonen (durch Oxidation, FRIEDEL-CRAFTS-Acylierung) formulieren
- die wichtigsten Reaktionen (Additionen, Reduktion, Oxidation) der Carbonyle formulieren

Carbonsäuren und Derivate

- die Protolyse und die Salzbildung der Carbonsäuren formulieren
- den Einfluss der Substituenten auf die Säurestärke erläutern
- die Herstellung von Carbonsäuren (durch Oxidation, Verseifung, CO_2 -GRIGNARD) formulieren
- die Herstellung wichtiger Carbonsäurederivate (Ester, Säurechloride, Anhydride, Nitrile) formulieren

Stickstoffhaltige Verbindungen

- die Nitrierung von Kohlenwasserstoffen formulieren
- die Reduktion von Nitroverbindungen zu Aminen formulieren
- die Herstellung von Aminen (durch Alkylierung, Reduktion) formulieren
- die wichtigsten Reaktionen (Salzbildung, Umsetzung mit Säurechloriden) der Amine formulieren
- die Herstellung von Aryldiazoniumsalzen durch Diazotierung formulieren
- die wichtigsten Reaktionen (Azokupplung, SANDMEYER-Reaktion) von Aryldiazoniumsalzen formulieren

Schwefelhaltige Verbindungen

- je eine Herstellungsmethode für Thiole, Thioether und Sulfonsäuren formulieren
- typische Verwendungszwecke für schwefelhaltige Verbindungen nennen

Biomoleküle

- Strukturmerkmale, Eigenschaften und Bedeutung von Fetten, Ölen und Wachsen aufzeigen
- Struktur und Wirkungsweise synthetischer Tenside nennen
- Strukturmerkmale, Eigenschaften und Bedeutung wichtiger Kohlenhydrate nennen
- Aufbau von Proteinen aus Aminosäuren formulieren und ihre Bedeutung nennen

Organische Kunststoffe

- die Prinzipien der Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition formulieren
- die Begriffe Elastomer, Thermoplast und Duroplast erklären und charakteristische Vertreter dieser Kunststoffarten als Werkstoffe nennen
- die Strukturmerkmale und Anwendung wichtiger Kunststoffe bzw. Kunststoffgruppen (PE, PVC, PS, PTFE, Polyester, Polyamide) beschreiben

5.3 Biologie

Grundlagen

- Kennzeichen des Lebens nennen
- die Begriffe Umwelt, Ökosystem, ökologisches Gleichgewicht, Population und Biosphäre erklären
- die natürlichen Kreisläufe des Kohlenstoffs und des Stickstoffs schematisch darstellen und die Störung dieser Kreisläufe durch den Menschen beschreiben
- den Energiefluss in einem Ökosystem schematisch darstellen und beschreiben

Umweltschutz

- die Begriffe Emission, Immission (und die jeweiligen Grenzwerte) und Transmission erklären
- die Wirkung chemischer Stoffe auf Pflanzen, Tiere und Ökosysteme beschreiben
- für Boden, Wasser und Luft die hauptsächlichen Schadstoffe und ihre Quellen nennen
- Die Funktionsweise einer modernen Abwasserreinigungsanlage erklären
- Techniken der Abfallentsorgung (Recycling, Deponie, Verbrennung inkl. Abluftreinigung) beschreiben
- Versuche im Hinblick auf ökologische Aspekte beurteilen sowie Möglichkeiten und Massnahmen zur Schonung der Rohstoff- und Energieressourcen, zur Abfallverminderung und zur Erschliessung von Alternativressourcen beschreiben
- Möglichkeiten des Umweltschutzes am Arbeitsplatz und im Privatleben an praxisbezogenen Beispielen beschreiben

Zellbiologie

- Pro- und Eukaryonten sowie pflanzliche und tierische Zellen unterscheiden
- Bau und Inhaltsstoffe der Zelle nennen
- Funktion von Zellorganellen beschreiben
- Prinzipien des Zellstoffwechsels beschreiben

Molekularbiologie

- Arten und Funktionen der Nukleinsäure beschreiben
- Vorgang der Proteinsynthese beschreiben
- Bedeutung der Nukleinsäure und ihre Funktion in der Genetik umreissen

Genetik

- Vorgänge der Kern- und Zellteilung beschreiben

Immunologie

- Antigen und Antikörper beschreiben

6 Angewandtes Englisch

- Recherchieren üben
- kleinere Arbeiten präsentieren
- Projekte durchführen und präsentieren
- berufsbezogene Fachliteratur in Englisch zur Vertiefung des Berufskundeunterrichts einsetzen
- einfachere Fachtexte sachlich korrekt schriftlich übersetzen (Englisch-Deutsch)

7 Angewandte Mathematik 2

- chemische Umsätze berechnen, Ausbeute- und Überschussberechnungen durchführen
- gewichtsanalytische Bestimmungen berechnen
- massanalytische Bestimmungen (Alkali- und Acidimetrie, Redox titrationen, Fällungstitrationen, Komplexometrie) berechnen
- Chromatogramme (DC, GC, HPLC) auswerten und berechnen
- fotometrische Messungen auswerten und berechnen

8 Labormethodik 2

Chromatografische Methoden

- das Prinzip der Sorption an Beispielen von Trocknungsmitteln, Aktivkohle und Katalysatoren erläutern
- das Prinzip der Verteilung (NERNST) beschreiben und auf Extraktionsprozesse anwenden
- das Prinzip der Absorptions-, Verteilungs-, Ionenaustausch-, Gel- und Affinitätschromatografie beschreiben
- die Methoden der Dünnschicht-, Säulen-, Flash-, Gaschromatografie und der HPLC sowie ihre Anwendungen beschreiben und ihre Einsatzgebiete aufzeigen
- Kenngrössen des Chromatogramms erläutern
- Chromatogramme interpretieren, mögliche Fehlerquellen erkennen und Massnahmen zur Optimierung der chromatografischen Trennung an Beispielen vorschlagen
- quantitative Auswertung von Chromatogrammen mittels Responsefaktoren sowie internem und externem Standard erläutern

Kalorik

- die Begriffe Temperatur und Wärme unterscheiden
- die verschiedenen Arten der Wärmeausbreitung beschreiben und Beispiele aus der Praxis nennen
- die Wärmeausdehnung beschreiben und ihre Auswirkungen und Anwendungen erläutern
- den Begriff der spezifischen Wärmekapazität erklären
- die Wärmetönung bei Änderung des Aggregatzustandes sowie beim Lösen und Kristallisieren erklären
- die allgemeine Gasgleichung auf Beispiele aus dem Laborbereich anwenden
- die Prinzipien der Verflüssigung von Gasen beschreiben

Thermische Trennmethoden

- den Begriff Dampfdruck erklären und dessen Abhängigkeit von der Temperatur beschreiben
- das Gesetz von DALTON auf praxisrelevante Problemlösungen anwenden
- die Dampfdruckerniedrigung von Gemischen sowie seine Auswirkungen erklären
- das Prinzip der Destillation, inkl. das Verhalten azeotroper Gemische, erklären
- die wichtigsten Destillationsarten, inkl. der Apparaturen, beschreiben und ihre Einsatzgebiete aufzeigen

Optik

- den Zusammenhang zwischen Frequenz, Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit erklären
- die Interferenz von Wellen und den Resonanzfall erläutern
- die Gesetzmässigkeiten der Reflexion beschreiben
- die Gesetzmässigkeiten der Brechung beschreiben und einfache Berechnungen dazu durchführen
- Dispersion des weissen Lichts sowie die Entstehung von Körperfarben beschreiben
- das Wesen und die Anwendung polarisierten Lichts beschreiben

Elektrik

- die Begriffe Magnetismus und Magnetfeld beschreiben
- die Eigenschaften und Entstehung elektrostatischer Ladungen nennen
- die thermische, magnetische und chemische Wirkung des elektrischen Stromes beschreiben
- die Basisgrösse Stromstärke, bzw. elektrische Ladung, und die abgeleiteten Grössen Spannung, Widerstand, elektrische Arbeit und Leistung erklären und miteinander in Beziehung bringen
- Gefahren der Elektrizität und Massnahmen zur Verhinderung von Elektrounfällen aufzeigen

Fotometrie, Spektroskopie

- die Begriffe Emission, Transmission, Absorption und Extinktion erklären und Anwendungsbeispiele nennen
- fotometrische Berechnungen mittels des Gesetzes von LAMBERT-BEER durchführen
- das Prinzip eines Fotometers erklären
- die Prinzipien der AAS und der ICP-OES erläutern
- das Prinzip der Massenspektroskopie und der ICP-MS erläutern
- die Einsatzgebiete der einzelnen Methoden aufzeigen
- die Wirkung elektromagnetischer Wellen bei IR, UV/VIS, NMR auf das bestrahlte Molekül erläutern
- den Aufbau und die Funktion der gängigsten Analysengeräte erklären
- Möglichkeiten der Interpretation von Spektren (UV/VIS, IR, NMR, MS) aufzeigen sowie Fehlerquellen erkennen und Massnahmen zur Optimierung des Versuchs aufzeichnen

Teil 3: Fachkompetenzen nach Bildungsplan

Leitziel 1.1: Versuchsplanung und Versuchsvorbereitung

Richtziel	Nr.	Leistungsziel	Nr.	Fächer	Themen	Sem.
Die Aufträge analysieren, eine geeignete Methode wählen und den Bedarf an Zeit, Räumlichkeiten, Geräten und Material zur Auftrags erledigung koordinieren.	1.1.1	Theoretische Grundlagen der gängigen Arbeitsmethoden erläutern. K2	1.1.1.1	LM 2	Chromat. Methoden Therm. Trennoperat. Fotometrie, Spektroskopie	4 5 6
		Berechnungen für die Versuchsvorbereitung durchführen und Lösungsweg erklären. K3	1.1.1.2	AM 2	Alle	3 - 6
		Die berufsrelevanten chemischen, physikalischen und biologischen Grundlagen erläutern und exemplarisch anwenden. K3	1.1.1.4	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
Effizienten Mitteleinsatz beachten; auf sparsamen kostengünstigen Einsatz von materiellen Ressourcen achten.	1.1.3	Einfache Kostenberechnungen mit wirtschaftlichen Zusammenhängen. K3	1.1.3.1	AM 1	Wirtschaftlichkeitsberechnungen	2
Informationsquellen in Deutsch und Englisch nutzen, um geeignete Versuchsmethoden zu wählen und zu begründen.	1.1.4	Gängige computergestützte Nachschlagewerke aufzählen und Recherchen durchführen. K3	1.1.4.1	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Gängige Fachliteratur und Nachschlagewerke auswählen und exemplarisch anwenden. K3	1.1.4.2	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Für die Versuchsplanung relevante englischsprachigen Fachtexte ins Deutsche übersetzen und zusammenfassen. K3	1.1.4.4	AE	Alle	3 - 4
Versuchsplanung und -vorbereitung nachvollziehbar, eindeutig und umfassend dokumentieren; die Beteiligten gemäss Vorgaben fachgerecht und sprachlich korrekt informieren.	1.1.5	Sich in der Unterrichtssprache schriftlich und mündlich verständlich und fachlich korrekt ausdrücken. K3	1.1.5.3	AC AnC OC Bio LM 1 + 2 AM 1 + 2 EG + AE	Alle Alle Alle Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6 1 - 6 1 - 6 1 - 6

Leitziel 1.2: Versuchsdurchführung

Richtziel	Nr.	Leistungsziel	Nr.	Fächer	Themen	Sem.
Die Bedeutung der präzisen und sorgfältigen Versuchsdurchführung und der exakten Befolgung der Versuchsvorschriften erkennen.	1.2.1	Arbeitsprozesse mit Hilfe von naturwissenschaftlichen Grundprinzipien analysieren. Spezifische Vorgänge und Reaktionen erläutern. K4	1.2.1.1	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Anhand von ausgewählten Beispielen, mögliche Fehlerquellen in Versuchsabläufen erkennen und deren Auswirkungen auf den weiteren Versuchsverlauf abschätzen. K4	1.2.1.2	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Beurteilung der Durchführung von Versuchen hinsichtlich wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte. K6	1.2.1.3	AM 1 Bio	Wirtschaftlichkeitsberechnungen Ökologie Umweltschutz	2 1 2
Versuchsablauf pflichtbewusst überwachen, beurteilen und der Situation angepasste Massnahmen treffen.	1.2.2	Arbeitsprozesse mit Hilfe von naturwissenschaftlichen Grundprinzipien analysieren. Spezifische Vorgänge und Reaktionen erläutern. K4	1.2.2.1	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Gängige Arbeitstechniken für die Entnahme aussagekräftiger Proben während eines Versuchs erklären. K2	1.2.2.2	AM 1 LM 1	Validierung Qualitätswesen	2 2
		Anhand von Beispielen Szenarien entwickeln, aus denen Massnahmen zur gezielten Überwachung von Versuchen abgeleitet werden können. K5	1.2.2.3	LM 1	Qualitätswesen	2
Den Versuchsverlauf nachvollziehbar, eindeutig und umfassend gemäss betrieblichen Vorgaben auf fachlich korrekte Weise mündlich und schriftlich darlegen.	1.2.3	Zweckmässige Hilfsmittel zur Versuchsdokumentation ausarbeiten und gestalten - auch in elektronischer Form. K3	1.2.3.1	AM 1	Informatik	3
		Einsatz verschiedener, gängiger Mittel der Informations- und Kommunikationstechniken K3	1.2.3.3	AM 1	Informatik	3

Leitziel 1.3: Auswertung und Reflexion

Richtziel	Nr.	Leistungsziel	Nr.	Fächer	Themen	Sem.
Versuchsdaten mittels geeigneter Hilfsmittel fachgerecht erfassen und bei Bedarf mit einfachen statistischen Methoden aufarbeiten.	1.3.1	Beim Erfassen von Daten geeignete, insbesondere auch elektronische Hilfsmittel sinnvoll anwenden. K3	1.3.1.1	AM 1	Informatik	3
		Einfache statistische Methoden zur Datenaufarbeitung anwenden. K3	1.3.1.2	AM 1	Statistik	2
		Verschiedene Methoden zur Datenaufarbeitung vergleichen und erläutern. K2	1.3.1.3	AM 1	Informatik	3
Versuchsergebnisse grafisch und tabellarisch darstellen und interpretieren.	1.3.2	Sinnvolle Grafiken und Tabellen für ausgewählte Datensätze aus dem Labor erstellen und Darstellungsart begründen. K5	1.3.2.1	AM 1	Informatik	3
		Tabellen und Grafiken mithilfe der Begriffe der Statistik interpretieren und die Begriffe der Statistik herleiten. K4	1.3.2.2	AM 1 AM 1	Statistik Informatik	2 3
		Rohdaten aufgrund vorgegebener Kriterien statistisch aufarbeiten und beurteilen K6	1.3.2.3	AM 1	Statistik Validierung	2
Die Bedeutung der Reflexion von Versuchsverlauf und Arbeitsmethodik erkennen und diese mittels geeigneter Methoden selbständig durchführen.	1.3.3	Messergebnisse kritisch hinterfragen; Bedeutung von Fehlerarten, Toleranzen erläutern. K4	1.3.3.1	AM 1	Statistik Validierung	2
		Begriffe Richtigkeit, Präzision, Wiederfindung, Reproduzierbarkeit, Nachvollziehbarkeit bei der Fehlerabschätzung anwenden. K3	1.3.3.2	AM 1	Statistik Validierung	2
		An ausgewählten Beispielen verschiedene Versuchsmethoden, die zum gleichen Ziel führen, beurteilen und vergleichen, deren Möglichkeiten und Grenzen aufzeigen K6	1.3.3.4	AM 1	Statistik Validierung	2

Den Versuchsverlauf optimieren und aus der Reflexion Vorschläge für Folgeversuche ableiten.	1.3.4	Hinterfragen und optimieren von Untersuchungsmethoden, erkennen der Grenzen der Übertragbarkeit und Verallgemeinerung der Resultate. K5	1.3.4.1	AM 1 LM 1	Statistik Validierung Qualitätswesen	2 2
		Erläutern der Auswirkung der Tätigkeit im Labor auf Mensch und Umwelt. K2	1.3.4.2	Bio	Ökologie Umweltschutz	1 2
		Alternative Verfahren mit den angewandten vergleichen und werten; Argumente für deren Einsatz erläutern. K4	1.3.4.4	Bio	Ökologie Umweltschutz	1 2

Leitziel 1.4: Gesundheit, Sicherheit, Umweltschutz (GSU) und Qualitätssicherung (QS)

Richtziel	Nr.	Leistungsziel	Nr.	Fächer	Themen	Sem.
Die Bedeutung betrieblicher und gesetzlicher Vorgaben bezüglich Gesundheitsschutz und Sicherheit erkennen und Massnahmen zum Selbstschutz und zum Schutz von Drittpersonen umsetzen.	1.4.1	Gesetzliche Sicherheitsbestimmungen (z.B. Chemikalienrecht) erläutern. K2	1.4.1.4	LM 1	Chemikalienrecht	1
Mögliche Gefahren und Risiken beim Einsatz von Chemikalien, Geräten und Hilfsmitteln erkennen und korrekt handhaben.	1.4.2.	Die wichtigsten Eigenschaften von gefährlichen Chemikalien umschreiben und die gängigen Gefahrensymbole fachlich korrekt interpretieren. K2	1.4.2.1	LM 1	Chemikalienrecht	1
Die Ressourcen- und Abfallproblematik bewusst machen und im Bereich des Umweltschutzes verantwortungsbewusst handeln.	1.4.3	Die wichtigsten Ökokreisläufe und Wechselwirkung mit der Umwelt beschreiben. K2	1.4.3.1	Bio	Ökologie	1
		Die Funktionsweise von Klär- und Verbrennungsanlagen erläutern: die Bedeutung des Recyclings aufzeigen. K2	1.4.3.2	Bio	Umweltschutz	2

Bedeutung und Nutzen der gesetzlichen und betrieblichen Qualitätssicherung erkennen und in der täglichen Arbeit fachgerecht und selbständig umsetzen.	1.4.4	Begriffe der Qualität bei der Laborarbeit erläutern; Unterschiede zwischen Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung erklären. K2	1.4.4.1	LM 1	Qualitätswesen	2
		Gängige Qualitätssicherungssysteme beschreiben; Ihre Bedeutung und Nutzen für die Arbeit und die Schonung der Umwelt erläutern. K2	1.4.4.2	LM 1	Qualitätswesen	2
		Grundlagen der Methodenvalidierung aufzeigen und deren Bedeutung erklären. K2	1.4.4.3	AM 1	Validierung	2

Leitziel 1.5: Instandhaltung

Richtziel	Nr.	Leistungsziel	Nr.	Fächer	Themen	Sem.
Allgemeines Labormaterial rechtzeitig und kostenbewusst bestellen, die notwendigen Qualitätsanforderungen berücksichtigen.	1.5.2	Physikalische und chemische Eigenschaften von Labormaterialien und Werkstoffen erklären. K2	1.5.2.1	AnC	Anorganische Stofflehre	4
				OC	Organische Kunststoffe	6
Allgemeines Labormaterial, Chemikalien und Lösemittel den produktspezifischen Anforderungen entsprechend lagern und verwalten.	1.5.3	Die Auswirkungen möglicher äusserer Einflüsse auf Chemikalien und Lösemittel bezüglich Sicherheit, Ökologie und Werterhalt beurteilen. K6	1.5.3.1	Bio LM 1	Ökologie Chemikalienrecht	1 1
Die Bedeutung der Ordnung und Sauberkeit im Labor erkennen und entsprechende Hygienemassnahmen gemäss Vorgaben durchdacht und pflichtbewusst umsetzen.	1.5.4	Verschiedene im Labor eingesetzte Hygienetechniken erläutern und deren situationsgerechte Anwendung begründen. K5	1.5.4.2	LM 1	Chemikalienrecht	1
			Den Begriff Kontamination erklären und verschiedene Massnahmen zur Verminderung und Verhinderung beurteilen. K6	1.5.4.3	LM 1	Chemikalienrecht
Funktionsweise von Laborgeräten erkennen, fachgerecht bedienen und einfache Wartungsarbeiten nach Vorschrift durchführen.	1.5.5	Prinzipien gängiger Mess- und Analysegeräte erläutern, ihre Funktionsweise schematisch darstellen und die wesentlichen Elemente fachgerecht benennen. K2	1.5.5.1	LM 2	Chromat. Methoden Therm. Trennoperat. Fotometrie, Spektroskopie	4 5 6

Leitziel 1.6: Grundlagen, Konzepte und Modelle

Richtziel	Nr.	Leistungsziel	Nr.	Fächer	Themen	Sem.
System - Einheit - Vielfalt Die sichtbaren und unsichtbaren Bereiche der Arbeitswelt im Labor anschaulich beschreiben, deren Bedeutung erklären und Konsequenzen für die Laborarbeit ableiten.	1.6.1	Den Aufbau und die Besonderheiten der Arbeitsobjekte beschreiben, vergleichen, kategorisieren; geeignete Darstellungsarten dazu wählen. K5	1.6.1.1	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Das Prinzip im Aufbau der Materie bzw. der Lebewesen aus kleinsten Einheiten aufzeigen; Anwendung auf physikalische, chemische und biologische Vorgänge. K3	1.6.1.2	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Die Vielfalt der Erscheinungsformen der unbelebten und belebten Welt beschreiben und vergleichen; geeignete Kriterien und Darstellungsarten für die Einteilung verwenden. K3	1.6.1.3	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Die verschiedenen Ebenen und Grössenordnungen, auf welchen die Versuche ablaufen, beschreiben; Grenzen der Übertragbarkeit von Erkenntnissen von einer Ebene bzw. Grössenordnung zur anderen darstellen. K5	1.6.1.4	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
Struktur - Eigenschaft - Funktion An Arbeitsobjekten die Bedeutung und den Zusammenhang zwischen Struktur, Eigenschaften und Funktion erkennen und Konsequenzen daraus für Arbeit im Labor ableiten.	1.6.2	Wechselwirkungen zwischen Struktur und Eigenschaft und Verhalten der Stoffe erkennen; den Wechselwirkungen Gesetzmässigkeiten und Modelle zuordnen; die Eigenschaften auf dem Hintergrund der Gesetze der Wechselwirkungen erklären und interpretieren. K4	1.6.2.1	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Die Konzepte „Gegensätze ziehen sich an“ und „Gleiches sucht Gleiches“ im Verhalten der Stoffe erklären und auf neue Fragestellungen anwenden K3.	1.6.2.2	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6

		Die Prinzipien, welche den Funktionen der Stoffe und Systeme des Labors zugrunde liegen, erkennen beschreiben und auf neue Prozessstoffe und Systeme anwenden. K3	1.6.2.3	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
Energie - Veränderung - Entwicklung Die Eigenaktivität von Prozessstoffen, Materialien und Lebewesen als energetische gesteuerte Wechselwirkung von Systemen erklären.	1.6.3	Typische Phänomene von Laborversuchen mit Hilfe des dynamischen Teilchenmodells erklären. K2	1.6.3.1	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6
		Das Prinzip der Energieminimierung und Entropiemaximierung erklären und Konsequenzen für die Arbeit im Labor aufzeigen. K2	1.6.3.2	AC OC	Chemische Reaktion Grundlagen	2 3
		Wechselwirkungen zwischen Lebewesen, Materie und elektromagnetischen Wellen beschreiben und Gesetzmässigkeiten zuordnen; analytische Daten exemplarisch interpretieren. K4	1.6.3.3	Bio LM 2 AM 2	Grundlagen Optik, Fotometrie, Spektroskopie Fotometrische Messungen auswerten	1 6 6
		Anhand des Prinzips des dynamischen Fließgleichgewichts ausgewählte Prozesse und Reaktionen beschreiben; das Prinzip auf neue Fragestellungen anwenden. K3	1.6.3.4	AC AnC OC Bio LM 2	Alle Alle Alle Alle Chromatografische Trennmethoden	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6 4
		Die Prinzipien der Veränderung von Stoffen und Lebewesen erklären; die beiden Prinzipien Anziehung/Abstossung und Protonen- und Elektronenaustausch für die Beschreibung von chemischen Reaktionen verwenden. K3	1.6.3.5	AC AnC OC Bio	Alle Alle Alle Alle	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6

Fachsprache - Symbol- und Formelsprache der Mathematik - Englisch Sich der Bedeutung der Sprache für die Labortätigkeit bewusst sein; die Sprache der Mathematik zur Beschreibung naturwissenschaftlicher Phänomene und Prinzipien anwenden; in Deutsch und Englisch korrekt und verständlich kommunizieren; die berufsrelevante Fach- und Symbolsprache korrekt verwenden.	1.6.4	Über das Fachvokabular und die Symbolsprache der verfügen; die genormten Einheiten der Naturwissenschaft kennen und korrekt anwenden. K3	1.6.4.1	AC LM 1	Grundlagen SI-System	1 1
		Über mündliche und schriftliche Sprachkompetenz in Deutsch verfügen; einfache englische Dialoge führen und Anliegen in Englisch schriftlich vorbringen; englischsprachige Vorschriften und Gebrauchsanweisungen verstehen. K3	1.6.4.2	EG AE	Wortschatzaufbau Grammatik Alle	1 - 2 3 - 6
		Informationen aus Literatur und elektronischen Medien beschaffen systematisieren und auswerten und in der Arbeit einbauen. K3	1.6.4.3	AC AnC OC Bio AM 1	Alle Alle Alle Alle Informatik	1 - 4 4 3 - 6 1 - 2 5 - 6 3
		Arbeitsergebnisse grafisch darstellen und einem Fachpublikum vortragen K5	1.6.4.4.	AM 1	Statistik	2
		Berechnungen mit Formeln und eingeübten Verfahren für verschiedene Probleme durchführen; Problemstellungen analysieren und deren Lösung verständlich darstellen; Resultate in geeigneter Form darstellen und dabei die Bedeutung und den Einfluss der verschiedenen Parameter berücksichtigen. K5	1.6.4.5	AM 1 AM 2	Alle Alle	1 - 3 3 - 6