

# Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Physiklaborant/Physiklaborantin (Beschuß der Kultusministerkonferenz vom 8. Dezember 1995)

## Allgemeine Vorbemerkungen

Berufsschulen vermitteln dem Schüler allgemeine und berufsbezogene Lerninhalte für die Berufsausbildung, die Berufsausübung und im Hinblick auf die berufliche Weiterbildung. Soweit eine berufsfeldbreite Grundbildung in vollzeitschulischer Form durchgeführt wird, wird auch die fachpraktische Ausbildung vermittelt.

Allgemeine und berufsbezogene Lerninhalte zielen auf die Bildung und Erziehung für berufliche und außerberufliche Situationen.

Entsprechend diesen Zielvorstellungen sollen die Schüler/Schülerinnen

- eine fundierte Berufsausbildung erhalten, auf deren Grundlage sie befähigt sind, sich auf veränderte Anforderungen einzustellen und neue Aufgaben zu übernehmen. Damit werden auch ihr Entscheidungs- und Handlungsspielraum und ihre Möglichkeiten zur freien Wahl des Arbeitsplatzes über die Grenzen hinaus erweitert,
- unter Berücksichtigung ihrer betrieblichen Erfahrungen, Kenntnisse und Einsichten in die Zusammenhänge ihrer Berufstätigkeit erwerben, damit sie gut vorbereitet in die Arbeitswelt eintreten,
- Fähigkeiten und Einstellungen erwerben, die ihr Urteilsvermögen und ihre Handlungsfähigkeit und -bereitschaft in beruflichen und außerberuflichen Bereichen vergrößern,
- Möglichkeiten und Grenzen der persönlichen Entwicklung durch Arbeit und Berufsausübung erkennen, damit sie mit mehr Selbstverständnis ihre Aufgaben erfüllen und ihre Befähigung zur Weiterbildung ausschöpfen,
- in der Lage sein, betriebliche, rechtliche sowie wirtschaftliche, ökologische, soziale und politische Zusammenhänge zu erkennen,
- sich der Spannung zwischen den eigenen Ansprüchen und denen ihrer Mit- und Umwelt bewußt werden und bereit sein, zu einem Ausgleich beizutragen und Spannungen zu ertragen.

Der Lehrplan für den allgemeinen Unterricht wird durch die einzelnen Länder erstellt. Für den berufsbezogenen Unterricht wird der Rahmenlehrplan durch die Ständige Konferenz der Kultusminister und -senatoren der Länder beschlossen. Die Lernziele und Lerninhalte des Rahmenlehrplans sind mit der entsprechenden, von den zuständigen Fachministerien des Bundes im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie erlassenen Ausbildungsordnung abgestimmt. Das Abstimmungsverfahren ist durch das "Gemeinsame Ergebnisprotokoll vom 30. Mai 1972" geregelt. Der beschlossene Rahmenlehrplan für den beruflichen Unterricht der Berufsschule baut grundsätzlich auf dem Hauptschulabschluß auf.

Für Ausbildungsberufe, die einem Berufsfeld im Berufsgrundbildungsjahr zugeordnet sind, ist er in der Regel in eine berufsfeldbreite Grundbildung und darauf aufbauende Fachbildung gegliedert. Dabei kann ein Rahmenlehrplan in der Fachstufe mit Ausbildungsordnungen mehrerer verwandter Ausbildungsberufe abgestimmt sein.

Auf der Grundlage der Ausbildungsordnung und des Rahmenlehrplans, die Ziele und Inhalte der Berufsausbildung regeln, werden die Abschlußqualifikation in einem anerkannten Ausbildungsberuf sowie - in Verbindung mit Unterricht in weiteren Fächern - der Abschluß der Berufsschule vermittelt. Damit sind zugleich wesentliche Voraussetzungen für den Eintritt in berufliche Weiterbildungsgänge geschaffen.

Der Rahmenlehrplan ist nach Ausbildungsjahren gegliedert. Er umfaßt Lerngebiete, Lernziele, Lerninhalte und Zeitrichtwerte. Dabei gilt:

**Lerngebiete** sind thematische Einheiten, die unter fachlichen und didaktischen Gesichtspunkten gebildet werden; sie können in Abschnitte gegliedert sein.

**Lernziele** beschreiben das angestrebte Ergebnis (z.B. Kenntnisse, Fertigkeiten, Verhaltensweisen), über das ein Schüler am Ende des Lernprozesses verfügen soll.

**Lerninhalte** bezeichnen die fachlichen Inhalte, durch deren unterrichtliche Behandlung die Lernziele erreicht werden sollen.

**Zeitrichtwerte** geben an, wie viele Unterrichtsstunden zum Erreichen der Lernziele einschließlich der Leistungsfeststellung vorgesehen sind.

Der Rahmenlehrplan enthält keine methodischen Vorgaben für den Unterricht. Selbständiges und verantwortungsbewußtes Denken und Handeln wird vorzugsweise in solchen Unterrichtsformen vermittelt, in denen es Teil des methodischen Gesamtkonzeptes ist. Dabei kann grundsätzlich jedes methodische Vorgehen zur Erreichung dieses Zieles beitragen; Methoden, welche die Handlungskompetenz unmittelbar fördern, sind besonders geeignet und sollten deshalb in der Unterrichtsgestaltung angemessen berücksichtigt werden.

Die Länder übernehmen den Rahmenlehrplan unmittelbar oder setzen ihn in einen eigenen Lehrplan um. Sie ordnen Lernziele und Lerninhalte den Fächern bzw. Kursen zu. Dabei achten sie darauf, daß die erreichte fachliche und zeitliche Gliederung des Rahmenlehrplanes erhalten bleibt; eine weitere Abstimmung hat zwischen der Berufsschule und den örtlichen Ausbildungsbetrieben unter Berücksichtigung des entsprechenden Ausbildungsrahmenplanes zu erfolgen.

### **Berufsbezogene Vorbemerkungen**

Der vorliegende Rahmenlehrplan ist mit der Verordnung über die Berufsausbildung zum Physiklaboranten/zur Physiklaborantin vom 30. Januar 1996 (BGBl. I S. 158) abgestimmt.

Der Ausbildungsberuf ist nach der Berufsgrundbildungsjahr-Anrechnungs-Verordnung der gewerblichen Wirtschaft dem Berufsfeld Chemie, Physik und Biologie zugeordnet. Der Rahmenlehrplan stimmt hinsichtlich des 1. Ausbildungsjahres mit dem berufsfeldbezogenen fachtheoretischen Bereich des Rahmenlehrplanes für das schulische Berufsgrundbildungsjahr überein. Soweit die Ausbildung im 1. Jahr in einem schulischen Berufsgrundbildungsjahr erfolgt, gilt der Rahmenlehrplan für den berufsfeldbezogenen Lernbereich im Berufsgrundbildungsjahr für das Berufsfeld Chemie, Physik, Biologie.

Für das Prüfungsfach Wirtschafts- und Sozialkunde wesentlicher Lehrstoff der Berufsschule wird auf der Grundlage der „Elemente für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18. Mai 1984) vermittelt.

Für den Rahmenlehrplan gelten folgende übergreifende Lernziele; die berufsspezifische Anbindung soll an entsprechenden fachlichen Lernzielen vorgenommen werden.

Die Schülerinnen/Schüler sollen:

- Grundsätze und Maßnahmen der Unfallverhütung und des Arbeitsschutzes zur Vermeidung von Gesundheitsschäden und zur Vorbeugung gegen Berufskrankheiten kennen und beachten, insbesondere Strahlenschutzmaßnahmen kennen und beachten;
- Notwendigkeit und Möglichkeiten einer von humanen und ergonomischen Gesichtspunkten bestimmten Arbeitsgestaltung erklären;
- mit der Berufsausübung verbundene Umweltbelastungen und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung bzw. Verminderung beschreiben;
- Grundsätze und Maßnahmen des rationellen Einsatzes der bei der Arbeit verwendeten Energien beschreiben;
- Wechselbeziehungen zwischen Naturwissenschaften, Beruf, Wirtschaft und Gesellschaft erkennen und verantwortungsbewußt handeln;
- die Fachsprache verstehen und anwenden;
- naturwissenschaftliche und technische Kenntnisse erwerben und zur Lösung betriebsspezifischer Aufgabenstellungen anwenden;
- durch ganzheitlichen, handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht berufliche Schlüsselqualifikationen erwerben;
- zu den entsprechenden Lernzielen und -inhalten die notwendigen mathematischen Kenntnisse erwerben und in unterschiedlichen Aufgabenstellungen umfassend anwenden;
- die Einsatzmöglichkeiten der EDV/des Computers kennen und nutzen;
- die Notwendigkeit kontinuierlicher Dokumentation von Versuchs- und Untersuchungsergebnissen einsehen;
- Aufbau und Funktion von Meßsystemen und Anlagen beschreiben sowie deren Wartung und Überprüfung durchführen;
- die Prinzipien des Qualitätsmanagements kennen und beachten;
- Grundlagen der Informations- und Leittechnik sowie die Organisation automatisierter Prozesse kennen und anwenden.

### Übersicht über die Lerngebiete mit Zeitrichtwerten

Lerngebiete	Ausbildungsjahr			
	1.	2.	3.	4.
Mathematische Grundlagen	40			
Berufsfeldbezogene Berechnungen	80			
Stoffe, Stoffeigenschaften und Verfahren zur Stofftrennung	10			
Aufbau der Materie und Periodensystem der Elemente	20			
Chemische Bindung, chemische Verbindung und chemische Reaktionen	50			
Säuren, Basen, Salze	20			
Einführung in die organische Chemie und aliphatische Kohlenwasserstoffe	20			
Mechanik	50			
Temperatur und Wärme	40			
Geometrische Optik	20			
Elektrotechnische Grundlagen	10			
Zusammenhang zwischen Organisation und Funktion lebendiger Systeme	50			
Lebewesen und ihre Beziehung zur Umwelt	30			
Mechanik		40		
Schwingende Systeme und Akustik		30		
Wärmelehre		20		
Elektrotechnik und Elektrochemie		40		
Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung		40		
Meßtechnik und Sensorik		40		
Informationstechnik		50		
Dokumentation		20		
Wärmetechnik			20	
Optik			40	
Elektrisches und magnetisches Feld			30	
Elektronische Bauteile und Schaltungen			40	
Elektronische Laborgeräte und Regelkreise			30	
Atom- und Kernphysik			20	
Methoden der Analytik			40	
Verfahrenstechnik			20	
Qualitätsmanagement			40	
Wechselstromtechnik				30
Radiaktivität				30
Instrumentelle Analytik				50
Leittechnik				30
<b>Insgesamt</b>	<b>440</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>140</b>

**1. Ausbildungsjahr**

**Mathematische Grundlagen - 40 Stunden**

Zahlen den Teilmengen der reellen Zahlen zuordnen  
 Grundrechnungsarten in der Menge der rationalen Zahlen beherrschen  
 algebraische Summen addieren und multiplizieren

lineare Gleichungen explizit nach einer Variablen umformen

Termberechnung durchführen

regelmäßige Flächen und Körper berechnen

Zuordnungen darstellen

mit gegebenen Funktionsgraphen arbeiten

berufsfeldbezogene Funktionsgraphen mit nichtlinearen Maßstäben zeichnen

arithmetisches Mittel und Standardabweichung berechnen

Potenzbegriff nennen und Potenzwerte berechnen

Radizieren und Logarithmen anwenden

**Berufsfeldbezogene Berechnungen - 80 Stunden**

Grundbegriffe der Stöchiometrie nennen und rechnerisch anwenden

Massen und Volumina zum Herstellen und Verändern des Gehaltes von Lösungen berechnen

Umsätze bei Reaktionen nach stöchiometrischen Massenverhältnissen berechnen  
 Tabellenwerke benutzen

natürliche, ganze, rationale und irrationale Zahlen und Dezimalzahlen runden

vier Grundrechnungsarten  
 Bruchrechnen

Termumformung, Distributivgesetz  
 Vorzeichenregeln  
 Auflösen von Klammern  
 Faktorisieren

lineare Gleichungen und äquivalente Bruchgleichungen, berufsfeldbezogene Gleichungen

numerische Rechnungen mit und ohne Rechner  
 rationelles Rechnen mit dem Rechner  
 Umrechnung physikalischer Größen mit Maßzahlen und Maßeinheiten

Rechteck, Dreieck, Kreis, Würfel, Quader, Kugel, Zylinder

Wertetabelle, Kartesisches Koordinatensystem, Darstellung von Funktionen  
 Meßwerte als Funktionsgraph  
 normgerechte Beschriftung

Aufsuchen von Funktionswerten und Argumenten  
 graphische Interpolation und Extrapolation  
 Ursprungsgerade als proportionale Zuordnung

graphische Darstellungen auf logarithmischem und halblogarithmischem Papier

arithmetisches Mittel  
 Standardabweichung

Potenzen mit rationalen Basen und ganzzahligen Exponenten  
 Addition, Multiplikation von Potenzen  
 Berechnung von Potenzen mit positiven Basen und rationalen Exponenten mit dem Rechner  
 dezimale Teile und Vielfache von Maßeinheiten

Termumformung von Wurzeln in Potenzen mit rationalen Exponenten  
 Bestimmung von Logarithmen zu den Basen 10 und e mit dem Rechner

Stoffportion, Komponente  
 Massenanteil, Lösung  
 Stoffmenge, molare Masse  
 stöchiometrisches Massenverhältnis

Massenteil, -konzentration  
 Volumenteil, -konzentration  
 Stoffmengenkonzentration  
 Lösungen aus technischen reinen Stoffen  
 Lösungen aus kristallwasserhaltigen Stoffen  
 Löslichkeit  
 arithmetische und geometrische Lösungsreihe  
 Mischungsgleichung  
 Verdünnen und Einengen von Lösungen

reine Stoffe  
 Berechnungen zur Gravimetrie  
 Berechnungen zur Volumetrie  
 chemische und physikalische Tabellen, Nomogramme und Diagramme

Lernziele	Lerninhalte
<b>Chemische Bindung, chemische Verbindung und chemische Reaktionen - 50 Stunden</b>	
Bindungsbestreben der Atome mit Hilfe der Edelgaskonfiguration beschreiben	Oktettregel
Reaktionsträgheit der Edelgase an Hand des Atombaus beschreiben	Eigenschaften Verwendung
Bildung einer Ionenbindung als Elektronenübergang erklären	Ion elektrostatische Anziehungskräfte chemische Formel Oxidationszahl
Oxidation und Reduktion erklären und einfache Reaktionsgleichungen aufstellen	Oxidationsmittel, Reduktionsmittel Redoxreaktion Edukt, Produkt
Atombindung erläutern	Molekülbegriff Elektronegativität polare Atombindung Dipol
Eigenschaften und Bedeutung des Wassers nennen	Anomalie, Hydratation, Wasserstoffbrückenbindung
über den Kreislauf des Wassers und dessen Beeinflussung durch den Menschen Auskunft geben	Grund- und Niederschlagswasser Wasseraufbereitung Trinkwasser, Betriebswasser destilliertes, vollentsalztes Wasser Abwasser zivilisatorische Einflüsse Gewässerschutz
Darstellung, Eigenschaften und Handhabung von Gasen beschreiben	H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> Löslichkeit von Gasen Gefahrensymbole Sicherheitsbestimmungen
Auswirkungen bestimmter Schadstoffe auf den Menschen und seine Umwelt angeben	Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenstoffmonoxid Luftreinhaltung Emission, Immission MAK-, MIK-Wert
Metallbindung erklären	Elektronengas
<b>Stoffe, Stoffeigenschaften und Verfahren zur Stofftrennung - 10 Stunden</b>	
Stoffarten aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften unterscheiden	Reinstoff, Gemenge Stoffeigenschaften
physikalische Stoffkonstanten definieren und Methoden zur ihrer Bestimmung angeben	Dichte, Schmelzpunkt, Mischschmelzpunkt, Siedepunkt, Löslichkeit, Flammpunkt
Stoffsysteme klassifizieren, Verfahren zur Stofftrennung angeben und ihren Einsatz begründen	Suspension, Emulsion, Rauch, Nebel Lösung Sieben, Sedimentieren, Dekantieren, Filtrieren, Zentrifugieren, Destillieren, Extrahieren, Kristallisieren, Sublimieren, Absorbieren, Adsorbieren
Arbeitsabläufe und Versuchsergebnisse protokollieren	Meßdaten Protokollschema
<b>Aufbau der Materie und Periodensystem der Elemente - 20 Stunden</b>	
Aufbau der Atome aus Elementarteilchen nach dem Bohr-Rutherford-Modell beschreiben und Eigenschaften der Elementarteilchen angeben	Proton, Neutron, Elektron Atomkern und Atomhülle Kernladungszahl, Nukleonenzahl Isotopiebegriff atomare Masseneinheit Elementsymbol Bedeutung von Modellvorstellungen
Bedeutung von Modellvorstellungen erläutern	grundlegende Modellvorstellungen in der Chemie

Lernziele	Lerninhalte
Einteilungsprinzipien des PSE sowie Haupt- und Nebengruppenelemente nennen	Hauptgruppen, Nebengruppen Perioden Ordnungsprinzipien
Zusammenhang zwischen Atombau und Reaktivität eines Elements erklären	Atomradius Metallcharakter, Nichtmetallcharakter
typische Eigenschaftsänderungen innerhalb einiger Gruppen und Perioden mit Hilfe des Schalenmodells beschreiben	ausgewählte Haupt- und Nebengruppenelemente
Gitteraufbau und typische Eigenschaften von Stoffen aus ihren Bindungsarten herleiten	Ionen-, Atom-, Molekül-, Metallgitter zwischenmolekulare Kräfte Aggregatzustand elektrische Leitfähigkeit Wärmeleitfähigkeit Verformbarkeit
Definition chemischer Grundbegriffe nennen	Stoffmenge. molare Masse molares Volumen
Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen beschreiben	Gesetz von der Erhaltung der Masse Gesetz der konstanten und vielfachen Massenverhältnisse
Bedeutung der Energie bei chemischen Umsetzungen angeben	Reaktionsenthalpie exotherme, endotherme Reaktionen
Möglichkeiten der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit angeben	Temperatur, Katalysator Konzentration, Druck Zerteilungsgrad
<b>Säuren, Basen, Salze - 20 Stunden</b>	
Eigenschaften und Darstellungsmöglichkeiten von Säuren, Basen und Salzen nennen	Anhydride Säure-, Basenbegriff nach Arrhenius und Brönsted
Kennzeichnung und Aufbewahrung von Säuren und Laugen und Regel zum Verdünnen nennen	Gefahrensymbole Sicherheitsvorschriften
Reaktionsverhalten der Elektrolyte erläutern	Neutralisation und Salzbildung elektrolytische Dissoziation Anion, Kation Elektrolyse Dissoziationsgrad Eigendissoziation des Wassers pH-Wert-Skala pH-Wert-Messung mit Farbindikatoren
<b>Einführung in die organische Chemie und aliphatische Kohlenwasserstoffe - 20 Stunden</b>	
Unterschiede zwischen anorganischen und organischen Verbindungen nennen	Bindungsart, thermische Beständigkeit Löslichkeit, Leitfähigkeit, Schmelzpunkt
Einblick in die Systematik der organischen Verbindungen erhalten mit grundlegenden Strukturen organischer Moleküle vertraut sein	Kohlenstoff-Ketten, -Ringe Einfach- und Mehrfachbindungen Tetraedermodell Heteroelemente
Summen- und Strukturformeln der Alkane, Cycloalkane, Alkene, Alkine und die Grundzüge der IUPAC-Nomenklatur der aliphatischen Kohlenwasserstoffe angeben	rationelle Formel Begriff der Homologen Reihe Molekülbau Gerüst-, cis-trans-Isomerie
Vorkommen, Darstellung, Eigenschaften und Verwendung von Vertretern dieser Stoffklassen beschreiben	Methan Ethen Ethin

Lernziele	Lerninhalte
über Kennzeichnung, Handhabung und Lagerung organischer Lösungsmittel Auskunft geben	Gefahrensymbole Gefahrenklassen Cyclohexan Isopropanol Ethanol Aceton Toluol
<b>Mechanik - 50 Stunden</b>	
physikalisches Maßsystem und seine Basiseinheiten nennen	SI Länge, Masse, Zeit, Stoffmenge, Stromstärke
Basisgrößen von abgeleiteten Größen unterscheiden, Einheiten zuordnen und Größen umrechnen	Fläche, Volumen, Dichte, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Druck
Meßverfahren beschreiben	Meßinstrumente, Meßfehler Länge, Zeit, Masse, Volumen, Dichte
Kräfte charakterisieren, Masse und Gewichtskraft unterscheiden	$F = m \cdot a$ Kraft als gerichtete Größe, Kraftmessung
Kräfteverhältnisse beim Hebel beschreiben und rechnerisch anwenden	Hebelgesetz Gleichgewichtsarten
Arbeit, Energie und Leistung unterscheiden	$W = F \cdot s$ kinetische und potentielle Energie $P = W/t$ Wirkungsgrad
Energieerhaltungssatz anwenden	Energieumwandlungen
Druckausbreitung in Flüssigkeiten und Gasen unterscheiden und Anwendungen beschreiben	Hydraulische Systeme Boyle-Mariotte-Gesetz Aräometer, hydrostatische Waage Wasserstrahlpumpe, Drehschieberpumpe Druckgasflaschen, Druckreduzierventil Sicherheitsvorschriften
Druckmeßverfahren beschreiben	Flüssigkeitsmanometer Barometer, U-Rohrmanometer
<b>Temperatur und Wärme - 40 Stunden</b>	
Zusammenhang zwischen Temperaturänderung und Ausdehnung beschreiben	Temperatur, Temperaturmessung, Celsius- und Kelvin-Skala linearer und kubischer Ausdehnungskoeffizient Gay-Lussac-Gesetz
Wärme als kinetische Energie beschreiben	Aggregatzustände Aggregatzustandsänderungen
Ausbreitungsarten der Wärmeenergie beschreiben	Wärmeleitung, Wärmeströmung, Wärmestrahlung
<b>Geometrische Optik - 20 Stunden</b>	
Gesetzmäßigkeiten der Lichtausbreitung nennen und anwenden	Brechungsgesetz Brechungsindex Prisma, Spektralfarben Totalreflexion
Wirkungsweise dünner Linsen beschreiben, den Strahlengang konstruieren und mit Hilfe der Abbildungsgleichungen Berechnungen durchführen	Linsenarten Abbildungsmaßstab Linsengleichung
Funktionsweise optischer Geräte beschreiben	Lupe Mikroskop
<b>Elektrotechnische Grundlagen - 10 Stunden</b>	
Wirkungen und Ursachen elektrischer Felder beschreiben	Elementarladung, Ladungsmenge Kraftwirkung zwischen Ladungen, Ladungstrennung elektrische Spannung

Lernziele	Lerninhalte
die Definition der Stromstärke angeben und die Wirkungen des elektrischen Stromes nennen	Ampère Wärme-, Licht-, elektrochemische, magnetische, physiologische Wirkung Unfallverhütung
Aufbau eines einfachen Stromkreises beschreiben und darstellen	Bestandteile des Stromkreises und deren Schaltzeichen Schaltung von Strom- und Spannungsmeßgeräten
Zusammenhänge zwischen Stromstärke, Spannung und Widerstand beschreiben	Ohmsches Gesetz elektrischer Widerstand
<b>Zusammenhang zwischen Organisation und Funktion lebendiger Systeme - 50 Stunden</b>	
Eigenschaften und Merkmale lebendiger Systeme beschreiben	Zelle als grundlegende biologische Funktionseinheit Kennzeichnung des Lebendigen
den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion von Zellen beschreiben	Aufbau pflanzlicher und tierischer Zellen Struktur und Funktion der Zellorganellen Zellteilung
Stoffwechselforgänge in Zellen beschreiben	biochemische Reaktionen
Lebewesen systematisch einteilen	natürliches System der Organismen
den anatomischen Aufbau und physiologische Leistungen tierischer Organismen beschreiben	Gewebe, Organ, Organsystem Grundbaupläne und Funktion tierischer Organismen
die Morphologie und physiologische Leistungen von Pflanzen beschreiben	Gewebe Wurzel, Sproß, Blatt Assimilation, Dissimilation
<b>Lebewesen und ihre Beziehungen zur Umwelt - 30 Stunden</b>	
Erscheinungsformen und Eigenschaften von Mikroorganismen erläutern	makroskopisch, mikroskopisch Wachstumsbedingungen
die Bedeutung von Mikroorganismen für den Menschen angeben	Infektionserreger Biotechnologie Hygiene, Desinfektion, Sterilisation
Wechselwirkung zwischen Organismen und Umwelt beschreiben	biotische und abiotische Faktoren ökologische Nische, Biotop
den Zusammenhang zwischen Nahrungsbeziehungen und Stoffproduktion in Ökosystemen beschreiben	Produzent, Konsument, Destruent Kreislauf von Stoffen Energiefluß
Probleme aufzeigen, die sich durch Eingriffe des Menschen in Ökosysteme ergeben	biologisches Gleichgewicht Umweltbelastungen
Maßnahmen zur Vermeidung, Beseitigung bzw. Verminderung von Umweltbelastungen darstellen	Umweltschutzmaßnahmen Umweltschutzauflagen
<b>2. Ausbildungsjahr</b>	
<b>Mechanik - 40 Stunden</b>	
Bewegungsvorgänge in Diagrammen normgerecht grafisch darstellen	Weg-Zeit-Diagramm Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm Beschleunigung-Zeit-Diagramm
Prinzip der unabhängigen Überlagerung von Bewegungen beschreiben	Vektorielle Addition von Geschwindigkeiten
Kinematische Größen bei überlagerten Bewegungen berechnen	Winkelfunktionen Wurf
Kenngößen von Drehbewegungen definieren	Drehwinkel Winkelgeschwindigkeit Umfangsgeschwindigkeit Winkelbeschleunigung
Kenngößen zur Dynamik von Drehbewegungen definieren	Drehmoment Trägheitsmoment Rotationsenergie Zentralkraft

Lernziele	Lerninhalte
Erhaltungssätze nennen und anwenden	Energiesatz Impulssatz
Elastische Größen definieren und messen	Federkonstante E-Modul Torsionsmodul
Makroskopische Eigenschaften auf Teilcheneigenschaften zurückführen, Meßverfahren beschreiben und Kenngrößen bestimmen	Kohäsion und Adhäsion Kapillarität Oberflächenspannung Viskosität
Strömungsarten unterscheiden und Gesetzmäßigkeiten strömender Medien anwenden	Reibungsfreie Strömung Laminare Strömung Turbulente Strömung Ausfluß aus Gefäßen Durchfluß durch Röhren Druck in Strömungen
<b>Schwingende Systeme und Akustik - 30 Stunden</b>	
Kenngrößen von Schwingungen definieren	Ruhelage Elongation Amplitude Schwingungsdauer Frequenz Phase Energie
Harmonische Schwingungen beschreiben	Rücktreibende Kraft Schwingungsgleichung
Schwingungsformen unterscheiden	freie, ungedämpfte Schwingung gedämpfte Schwingung erzwungene Schwingung Resonanz
Größen und Eigenschaften von Wellen beschreiben	Wellenarten Wellenlänge Ausbreitungsgeschwindigkeit Polarisation Energietransport
Ausbreitung von Wellen beschreiben	Huygens-Prinzipien Reflexion stehende Wellen Refraktion Transmission
Erzeugung, Ausbreitung und Empfang des Schalls beschreiben	Schallquellen Luft- und Körperschall Infra-, Hör- und Ultraschall Ausbreitungsgeschwindigkeit Richtcharakteristik Schallempfänger
Kenngrößen eines Tons nennen sowie Töne, Klänge und Geräusche unterscheiden	Lautstärke Schalldruck Tonhöhe Signalform
Größen und Verfahren der Lärm-messung nennen	Schallpegel Lautstärkeempfindung Schalldosis
<b>Wärmelehre - 20 Stunden</b>	
Gasgesetze anwenden	Zustandsdiagramme Zustandsänderung
Wärmeaustauschvorgänge beschreiben und berechnen	Wärmemenge Wärmekapazität Spezifische Umwandlungswärmen Energiebilanz Wärmequellen, Heizwert, Brennwert
Umwandlung von Wärmeenergie in andere Energieformen beschreiben	Äquivalenz von Energieformen Wirkungsgrad

Lernziele	Lerninhalte
Laborgeräte beschreiben und einsetzen	Temperaturmeßgeräte Dilatometer Kalorimeter Thermostat
<b>Elektrotechnik und Elektrochemie - 40 Stunden</b>	
Leitungsvorgänge in Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen beschreiben	Elektronenleitung in Metallen Halbleiter Ionenleitung in Flüssigkeiten und Gasen Abhängigkeit der Leitfähigkeit von physikalischen Einflüssen
Gesetze für die Reihen und Parallelschaltung von Widerständen und Spannungsquellen erklären und anwenden	Kirchhoffsche Gesetze Spannungsteiler, Meßbereichserweiterung Quellenspannung, Klemmenspannung und Innenwiderstand von Spannungsquellen Energieumsatz und Belastbarkeit von Bauteilen
Meßschaltungen beschreiben und berechnen	Kenngößen von Meßgeräten Brückenschaltungen Kompensationsschaltungen
Gefahren des elektrischen Stromes und Schutzmaßnahmen beschreiben sowie Unfalverhütungsvorschriften nennen und erklären	Stromwirkungen auf Lebewesen Sicherheitsregeln, Hilfsmaßnahmen bei Unfällen Maßnahmen gegen gefährliche Körperströme
Elektrolysevorgänge erläutern und berechnen	Abscheide- und Lösevorgänge Elektrodenreaktionen Faradaysche Gesetze
Galvanische Vorgänge in ihrer Bedeutung für die Oxidierbarkeit und die Korrosion von Metallen erklären	Elektrochemisches Potential Elektrochemische Spannungsreihe Redoxpotential Korrosion und Korrosionsschutz
Funktion und Wirkungsweise handelsüblicher elektrochemischer Energiequellen beschreiben	Primärelemente Sekundärelemente Brennstoffzelle
<b>Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung - 40 Stunden</b>	
Inneren Aufbau und physikalische Eigenschaften technischer Metalle beschreiben	Innerer Aufbau Normung Physikalische Eigenschaften
Inneren Aufbau und physikalische Eigenschaften nichtmetallischer Werkstoffe beschreiben	Innerer Aufbau und Gebrauchseigenschaften von Kunststoffen, Gläsern und Keramiken
Methoden und physikalische Grundlagen der zerstörenden Werkstoffprüfung beschreiben	Zugversuch Dauerstandversuch Dauerschwingversuch
Methoden und physikalische Grundlagen der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung beschreiben	Ultraschall ionisierende Strahlung Verschleißversuch
<b>Meßtechnik und Sensorik - 40 Stunden</b>	
Genormte Begriffe der Meßtechnik nennen und erläutern	Messen Prüfen Kalibrieren Justieren Eichen
Signalarten unterscheiden	wertkontinuierlich wertdiskret zeitkontinuierlich zeitdiskret
Aufbau und Funktionsweise von Sensoren mit binären und digitalen Ausgängen beschreiben	Endschalter Näherungsschalter Lichtschranke Längen- und Winkelcodierer
Physikalische Effekte, die zur Messung nichtelektrischer Größen mittels Sensoren dienen, erklären	Widerstandsänderung Ladungstrennung Impedanzänderung

Lernziele	Lerninhalte
Über Aufbau, Funktionsweise, Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen von Sensoren Auskunft geben	Sensoren für - Weg - Kraft, Druck, Beschleunigung - Temperatur - elektromagnetische Strahlung - magnetische Feldstärke
Komponenten einer Meßkette nennen und ihre Funktionen beschreiben	Verstärker, Impedanzwandler Filter Multiplexer Analog-Digital-Umsetzer Fehlererkennung
<b>Informationstechnik - 50 Stunden</b>	
Grundbegriffe der Informatik erläutern und logische Verknüpfungen ausführen	Bit, Byte Dualsystem Zahlen- und Zeichencodes Logische Grundverknüpfungen
Hardware-Komponenten eines Computersystems nennen und deren Funktion beschreiben	Standardcomputer Standardperipherie Prozeßperipherie Bilderfassung
Software-Komponenten eines Computersystems nennen und deren Funktion beschreiben und anwenden	Betriebssystem Benutzeroberfläche Standardanwendungen Prozeßsteuerung Meßdatenverarbeitung
Eigenschaften und Kenngrößen von Ein- und Ausgängen angeben	Digital-Eingang Digital-Ausgang Analog-Eingang Analog-Ausgang
Schnittstellen unterscheiden und deren Eigenschaften angeben	Standardschnittstellen Schnittstellen für Prozeßperipherie Schnittstellenfunktion Übertragungsparameter
Kommunikation zwischen Computer und Prozeßperipherie beschreiben	Geräteadresse Gerätefunktion Gerätenachrichten Daten Statusinformationen Interrupt
Zeitliche Steuerung von Prozessen beschreiben	freilaufende Prozesse taktgesteuerte Prozesse ereignisgesteuerte Prozesse
Ablaufstrukturen beschreiben und grafisch darstellen	Sequenz Iteration Alternation Objekte, Eigenschaften, Methoden
Meßprozesse mit Hilfe eines Programmiersystems realisieren	Ablauforganisation Gerätesteuerung Datenübernahme Datensicherung
Meßdaten numerisch verarbeiten	Verknüpfungen und Funktionen Kurvenanpassung Steigungsbestimmung Flächenbestimmung Statistik Bildverarbeitung
Meßdaten grafisch darstellen	Diagrammtypen und Skalierungen Datenpunkte und Linien Legenden Druckerausgabe
<b>Dokumentation - 20 Stunden</b>	
Versuchs- und Untersuchungsergebnisse dokumentieren	Meßprotokoll, Tabellen, Skizzen, Grafische Darstellungen nach Norm logarithmische Darstellungen Arbeitsabläufe, Ergebnisse

Lernziele	Lerninhalte
<p>Funktionen als Zuordnungsverfahren beschreiben, Funktionswerte berechnen, Funktionen grafisch darstellen und zugehörige Bestimmungsgleichungen lösen</p> <p>Aussagekraft von Meßwerten und Ergebnissen beurteilen</p> <p><b>3. Ausbildungsjahr</b></p> <p><b>Wärmetechnik - 20 Stunden</b></p> <p>Abhängigkeit des Aggregatzustands von Temperatur und Druck beschreiben</p> <p>Verhalten realer Gase beschreiben</p> <p>Wärmetransport in technischen Systemen quantitativ erfassen</p> <p><b>Optik - 40 Stunden</b></p> <p>Fotometrische Größen und Einheiten erklären</p> <p>Technische Strahlungsquellen beschreiben</p> <p>Verfahren der Strahlungs- und Lichtmeßtechnik beschreiben</p> <p>Farbsehen, Farbmischungen und Farbmessungen erklären</p> <p>Wellencharakter von Licht beschreiben</p> <p>Beugung erklären</p> <p>Interferenz erklären</p> <p>Holografie beschreiben</p> <p>Polarisation von Lichtwellen erklären</p> <p><b>Elektrisches und magnetisches Feld - 30 Stunden</b></p> <p>Größen und grundlegende Gesetzmäßigkeiten elektrischer Felder definieren und anwenden</p> <p>Verhalten von Kondensatoren im Gleichstromkreis erklären</p> <p>Impulsformung an RC-Gliedern erläutern</p>	<p>Lineare Funktion ganzrationale Funktionen gebrochen-rationale Funktionen Exponential- und Logarithmusfunktionen Trigonometrische Funktionen</p> <p>Fehlerabschätzung nach Norm</p> <p>Zustandsdiagramme für Legierungen, Lösungen, Mischungen Kryoskopie, Ebulioskopie Dampfdruck, Tripelpunkt Feuchte</p> <p>Vergleich ideale - reale Gase Kritische Daten Joule-Thomson-Effekt Gasverflüssigung</p> <p>Wärmedurchgang, k-Wert Wärmetauscher Pyrometrie</p> <p>Lichtstrom, Lichtstärke, Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte</p> <p>Spektralbereiche Thermische Strahler, Spektrallampen, Laser, Filter</p> <p>Fotometrie</p> <p>Farbvalenz, additive- und subtraktive Farbmischung</p> <p>Dualismus Teilchen - Welle</p> <p>Beugung am Spalt, Beugung am Gitter</p> <p>Interferenz an Spalt und Gitter, Interferenz an dünnen Schichten, Interferenz am Keil, Newtonsche Ringe, Phasenkontrast Interferometer</p> <p>Hologramme</p> <p>Optische Polarisatoren Brewstersches Gesetz Doppelbrechung Spannungsdoppelbrechung Kerr-Effekt Polarimeter</p> <p>Feldbegriff, Feldlinien, Influenz, Polarisation, Feldstärke, Potential, Energie, Coulombkraft</p> <p>Plattenkondensator, Kapazität, Vorgänge im Dielektrikum, Reihen- und Parallelschaltung, Lade- und Entladekurven</p> <p>RC-Glieder an Rechteckspannung verschiedener Frequenz, Integrier- und Differenzierglied</p>

Lernziele	Lerninhalte
Größen und grundlegende Gesetzmäßigkeiten magnetischer Felder definieren und anwenden	Feldlinien, Influenz Dia-, Ferro- und Paramagnetismus magnetische Feldstärke, magnetischer Fluß, magnetische Flußdichte Lorentzkraft
Wechselwirkungen zwischen elektrischen und magnetischen Feldern erklären	Induktionsgesetz, Lenzsche Regel Halleffekt
Verhalten von Spulen in Gleichstromkreis erklären	Selbstinduktion, Induktivität Ein- und Ausschaltvorgänge
<b>Elektronische Bauteile und Schaltungen - 40 Stunden</b>	
Aufbau und Wirkungsweise elektronischer Bauteile erläutern	Zweipole: Kenn- und Grenzdaten, Kennlinien Vierpole: Kenn- und Grenzdaten, Kennlinien, Ein- und Ausgangsverhalten
Grundlegende Schaltungen mit elektronischen Bauteilen darstellen, erklären und berechnen	Gleichrichter-, Stabilisierungs-, Verstärker- und Steuerschaltungen Schaltzeichen und -pläne
Gemeinsame Strukturen in Schaltungen beschreiben	Mit- und Gegenkopplung offene und geschlossene Wirkungsabläufe
<b>Elektronische Laborgeräte und Regelkreise - 30 Stunden</b>	
Grundfunktionen von Laborgeräten beschreiben und anwenden	Multimeter Netzgerät Funktionsgenerator Zähler Meßbrücke Meßverstärker
Aufbau und Funktion eines Analog-Oszilloskop erläutern und Gerät anwenden	Strahlerzeugung und Ablenkung Verstärker Zeitablenkung Triggerung
Funktionseinheiten eines Gerätes zur Meßwerterfassung und digitalen Speicherung angeben und Gerät anwenden	Verstärker Filter Umsetzer Speicher Zeitbasis Trigger
Verhalten elementarer Systeme durch ihre Sprungantwort charakterisieren	Träges System Integrierendes System Differenzierendes System Schwingendes System Totzeitsystem
Größen und Komponenten des einfachen Regelkreises nennen und seine Grundstruktur angeben	Führungsgröße, Istwert, Regeldifferenz Vergleicher Regler Regelstrecke Rückkopplung
Zeitverhalten typischer Regelkreise beschreiben	Unstetige und stetige Regelung Sollwertänderung Störung
<b>Atom- und Kernphysik - 20 Stunden</b>	
Entstehung von Röntgenstrahlung erklären	Kanalstrahlen Röntgenröhre
Wirkung von Röntgenstrahlung beschreiben	Eigenschaften von Röntgenstrahlung
Röntgenspektrum beschreiben	charakteristische Strahlung, Bremsstrahlung, Grenzfrequenz
Anwendungen von Röntgenstrahlung beschreiben	medizinische Anwendung Werkstoffprüfung Röntgenfluoreszenzanalyse Strukturanalyse

Lernziele	Lerninhalte
Aufbau der Atomkerne aus Nukleonen beschreiben	Nukleonen, Kernkräfte, Massendefekt
Isotope und Isotopennachweis beschreiben	Isotopie, Isotopennachweis Massenspektroskopie
<b>Methoden der Analytik - 40 Stunden</b>	
Grundlagen und Meßprinzipien zur Ermittlung der Molekül- und Kristallstruktur beschreiben sowie Anwendungsmöglichkeiten zuordnen	UV/VIS-Spektroskopie IR-Spektroskopie NMR-Spektroskopie Massenspektroskopie Röntgenfluoreszenzanalyse Röntgendiffraktometrie
Meßprinzipien der Mikroanalytik beschreiben und Anwendungsmöglichkeiten zuordnen	Konduktometrie Potentiometrie Polarographie AAS ICP
<b>Verfahrenstechnik - 20 Stunden</b>	
Verfahren und Apparate zur Feststofftrennung beschreiben	Sortieren, Klassieren Dichte-, Magnetsortierer, Flotierer Siebmaschinen, Sichter, Zyklon
Verfahren und Apparate zur Trennung von Fest-Flüssig- und Flüssig-Flüssig-Gemischen beschreiben	Sedimentieren, Dekantieren, Filtrieren, Zentrifugieren Absetzbecken Filterapparate Zentrifugen
Verfahren und Apparate zur Destillation und Rektifikation beschreiben	Destillation, Destillationsanlage Gleichgewichtsdiagramm Rektifikation, Rektifikationskolonnen
Biotechnische Fermentationsverfahren beschreiben	Selektion von Mikroorganismen gentechnisch veränderte Mikroorganismen Fermenter Prozeßgrößen Produktisolierung biologische Abwasserreinigung
<b>Qualitätsmanagement - 40 Stunden</b>	
Strukturierung und Ziele des Qualitätsmanagementsystems beschreiben	QM-Handbuch organisatorische Maßnahmen Dokumente und Aufzeichnungen
QM-Elemente nennen, als Instrumente zur Qualitätssicherung beschreiben und tätigkeitsspezifischen Aufgabenbereichen zuordnen	QM-Elemente Normen und Regelwerken Annehmbare Qualitätslage
Geeignete Meßgeräte und Meßverfahren auswählen	Normen für Meßverfahren Umwelt- und Klimabedingungen Probennahme Probenpräparation
Statistische Methoden zur Meßdatenverarbeitung anwenden	Stichproben Mittelwerte Streuumaße Vertrauensbereich Kurvenanpassung Bewertungsverfahren
Informationssysteme nutzen	Tabellenwerke Fachliteratur Datenbanken
<b>4. Ausbildungsjahr</b>	
<b>Wechselstromtechnik - 30 Stunden</b>	
Entstehung und Eigenschaften sinusförmiger Wechselspannung beschreiben und Kenngrößen ermitteln	Leiterschleife im homogenen Magnetfeld Linien- und Zeigerdiagramm Messung von Momentan- und Spitzenwert, Effektivwert, Frequenz, Periodendauer

Lernziele	Lerninhalte
Schaltungen mit Wirk- und Blindwiderständen bei konstanter Frequenz erklären und berechnen	Wirk-, Blind- und Scheingrößen, Phasenverschiebung Widerstands-, Leitwert- und Leistungsdreiecke
RC-Reihenschaltung als frequenzabhängigen Spannungsteiler erklären und berechnen	Zeigerdiagramm bei verschiedenen Frequenzen Lineares und logarithmisches Dämpfungsmaß Frequenzgang, Grenzfrequenz
Erzwungene elektromagnetische Schwingungen erklären und berechnen	Reihen- und Parallelschwingkreis, Resonanz, Dämpfung Analogien zu mechanischen Schwingungen
Verfahren zur Messung von Wechselstromwiderständen erklären	Indirekte Messung von R, L, C und Z Prinzip der Wechselstrombrücke
<b>Radioaktivität - 30 Stunden</b>	
Merkmale radioaktiver Strahlung beschreiben	Strahlungsarten Ablenkung der Strahlung
Zerfallsgesetz anwenden	Zerfallsgesetz, Halbwertszeit, Aktivität Zerfallsreihen
Verfahren zur Messung radioaktiver Strahlung beschreiben	GM-Zähler, Nebel- und Blasenkammern, Ionisationskammern, Szintillationszähler Gamma-Spektroskopie
Wechselwirkungen radioaktiver Strahlung mit Materie beschreiben	Stoß, Streuung, Photoeffekt, Comptoneffekt, Paarbildung
Absorptionsgesetz erklären	Schwächungskoeffizient, Halbwertsdicke, Reichweite
Reaktionstypen beschreiben	Streuung, Austausch, Spaltung, Fusion
Radionuklide und deren Anwendung beschreiben	Durchstrahlungs-, Bestrahlungs- und Markierungsverfahren
Lagerung und Entsorgung von radioaktiven Stoffen beschreiben	Brennstoffkreislauf Umwelt- und Sicherheitsfragen
Wechselwirkung von radioaktiver Strahlung mit Organismen beschreiben	somatische und genetische Schäden
Strahlenschutzmaßnahmen beschreiben und erklären	externe Strahlenexposition Inkorporation biologische Halbwertszeit Strahlenschutzvorschriften
Dosimetrische Meßverfahren beschreiben	Energiedosis, Äquivalentdosis, Dosisgrenzwerte natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung
<b>Instrumentelle Analytik - 50 Stunden</b>	
Meßprinzipien chromatographischer Verfahren beschreiben und Anwendungsmöglichkeiten zuordnen	Dünnschichtchromatographie, Säulenchromatographie, Gaschromatographie, Hochdruckflüssigkeitschromatographie Elektrophorese
Messungen zur Analytik und Strukturaufklärung durchführen und auswerten	Projekt: - Probenvorbereitung - Inbetriebnahme - Kalibrierung - Meßwerterfassung - Interpretation - Dokumentation - Gerätepflege
<b>Leittechnik - 30 Stunden</b>	
Aufbau und Funktion von Systemen zur Labor- und Prozeßautomatisierung beschreiben	Prozeßnahe Komponenten Kommunikationssystem Anzeige- und Bedienungskomponente Controller, Leitrechner

---

Lernziele	Lerninhalte
Grundfunktionen eines Automatisierungssystems nennen	Messen, Steuern, Regeln Anzeigen, Überwachen, Melden Protokollieren, Archivieren
Grundfunktionen der Bedienung von Automatisierungssystemen erläutern	Vorgänge auslösen Entscheidungen eingeben Werte festlegen
Typische Prozeßdarstellungen beschreiben	Anzeigen, Meldungen Fließbilder
Formen der Prozeßdokumentation erläutern	Diagramme Listen Verkaufsprotokolle