

**Rahmenlehrplan  
für den Ausbildungsberuf  
Physiklaborant/Physiklaborantin  
(Beschluss 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 Ziels 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 (BGBI. 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 gewerblichtechnischer 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 rationalen 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              |     |     |     |
| <br>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              |     |     |     |
| <br>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              |     |     |     |
| <br>Wechselstromtechnik   | 30              |     |     |     |
| Radiaktivität   | 30              |     |     |     |
| Instrumentelle Analytik   | 50              |     |     |     |
| Leittechnik   | 30              |     |     |     |
| <br>Insgesamt   | 440             | 280 | 280 | 140 |

| Lernziele  | Lerninhalte   |
|--|---|
| <b>1. Ausbildungsjahr</b>  |   |
| <b>Mathematische Grundlagen - 40 Stunden</b>   |   |
| Zahlen den Teilmengen der reellen Zahlen zuordnen                                    | natürliche, ganze, rationale und irrationale Zahlen<br>und Dezimalzahlen runden   |
| Grundrechnungsarten in der Menge der rationalen Zahlen beherrschen                   | vier Grundrechnungsarten  |
| algebraische Summen addieren und multiplizieren                                      | Bruchrechnen<br>Termumformung, Distributivgesetz<br>Vorzeichenregeln<br>Auflösen von Klammern<br>Faktorisieren  |
| lineare Gleichungen explizit nach einer Variablen umformen                           | lineare Gleichungen und äquivalente   |
| Termberechnung durchführen   | Bruchgleichungen, berufsfeldbezogene Gleichungen<br>numerische Rechnungen mit und ohne Rechner<br>rationelles Rechnen mit dem Rechner<br>Umrechnung physikalischer Größen mit Maßzahlen und Maßeinheiten  |
| regelmäßige Flächen und Körper berechnen   | Rechteck, Dreieck, Kreis, Würfel, Quader, Kugel, Zylinder   |
| Zuordnungen darstellen   | Wertetabelle, Kartesisches Koordinatensystem, Darstellung von Funktionen<br>Meßwerte als Funktionsgraph<br>normgerechte Beschriftung  |
| mit gegebenen Funktionsgraphen arbeiten  | Aufsuchen von Funktionswerten und Argumenten<br>graphische Interpolation und Extrapolation  |
| Berufsfeldbezogene Funktionsgraphen mit nicht-linearen Maßstäben zeichnen            | Ursprungsgerade als proportionale Zuordnung   |
| arithmetisches Mittel und Standardabweichung berechnen                               | graphische Darstellungen auf logarithmischem und halblogarithmischem Papier   |
| Potenzbegriff nennen und Potenzwerte berechnen                                       | arithmetisches Mittel<br>Standardabweichung   |
| Radizieren und Logarithmen anwenden  | Potenzen mit rationalen Basen und ganzzahligen Exponenten<br>Addition, Multiplikation von Potenzen<br>Berechnung von Potenzen mit positiven Basen und rationalen Exponenten mit dem Rechner<br>dezimale Teile und Vielfache von Maßeinheiten<br>Termumformung von Wurzeln in Potenzen mit rationalen Exponenten<br>Bestimmung von Logarithmen zu den Basen 10 und e mit dem Rechner |
| <b>Berufsfeldbezogene Berechnungen - 80 Stunden</b>                                  |   |
| Grundbegriffe der Stöchiometrie nennen und rechnerisch anwenden                      | Stoffportion, Komponente<br>Massenanteil, Lösung<br>Stoffmenge, molare Masse<br>stöchiometrisches Massenverhältnis  |
| Massen und Volumina zum Herstellen und Verändern des Gehaltes von Lösungen berechnen | Massenteil, -konzentration<br>Volumenanteil, -konzentration<br>Stoffmengenkonzentration<br>Lösungen aus technischen reinen Stoffen<br>Lösungen aus kristallwasserhaltigen Stoffen   |

**Stoffe, Stoffeigenschaften und Verfahren zur Stofftrennung - 10 Stunden**

Stoffarten aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften unterscheiden physikalische Stoffkonstanten definieren und Methoden zur ihrer Bestimmung angeben

| Lernziele   | Lerninhalte  |
|---|--|
| Stoffsysteme klassifizieren, Verfahren zur Stofftrennung angeben und ihren Einsatz begründen  | Suspension, Emulsion, Rauch, Nebel<br>Lösung<br>Sieben, Sedimentieren, Dekantieren, Filtrieren, Zentrifugieren, Destillieren, Extrahieren, Kristallisieren, Sublimieren, Absorbieren, Adsorbieren  |
| Arbeitsabläufe und Versuchsergebnisse protokollieren  | Messdaten<br>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<br>Atomkern und Atomhülle<br>Kernladungszahl, Nukleonenzahl<br>Isotopiebegriff<br>atomare Masseneinheit<br>Elementsymbol<br>Bedeutung von Modellvorstellungen<br>grundlegende Modellvorstellungen in der Chemie<br>Hauptgruppen, Nebengruppen<br>Perioden<br>Ordnungsprinzipien<br>Atomradius<br>Metallcharakter, Nichtmetallcharakter<br>ausgewählte Haupt- und Nebengruppenelemente                              |
| Bedeutung von Modellvorstellungen erläutern<br>Einteilungsprinzipien des PSE sowie Haupt- und Nebengruppenelemente nennen   |  |
| Zusammenhang zwischen Atombau und Reaktivität eines Elements erklären<br>typische Eigenschaftsänderungen innerhalb einiger Gruppen und Perioden mit Hilfe des Schalenmodells beschreiben<br>Gitteraufbau und typische Eigenschaften von Stoffen aus ihren Bindungsarten herleiten | Ionen-, Atom-, Molekül-, Metallgitter<br>zwischenmolekulare Kräfte<br>Aggregatzustand<br>elektrische Leitfähigkeit<br>Wärmeleitfähigkeit<br>Verformbarkeit<br>Stoffmenge<br>molare Masse<br>molares Volumen<br>Gesetz von der Erhaltung der Masse<br>Gesetz der konstanten und vielfachen Massenverhältnisse<br>Reaktionsenthalpie<br>exotherme, endotherme Reaktionen<br>Temperatur, Katalysator<br>Konzentration, Druck<br>Zerteilungsgrad |
| Definition chemischer Grundbegriffe nennen  |  |
| Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen beschreiben   |  |
| Bedeutung der Energie bei chemischen Umsetzungen angeben<br>Möglichkeiten der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit angeben  |  |

### **Säuren, Basen, Salze - 20 Stunden**

|  |   |
|--|---|
| Eigenschaften und Darstellungsmöglichkeiten von Säuren, Basen und Salzen nennen<br>Kennzeichnung und Aufbewahrung von Säuren und Laugen und Regel zum Verdünnen nennen<br>Reaktionsverhalten der Elektrolyte erläutern | Anhydride<br>Säure-, Basenbegriff nach Arrhenius und Brönsted<br>Gefahrensymbole<br>Sicherheitsvorschriften<br>Neutralisation und Salzbildung |
|--|---|

| Lernziele   | Lerninhalte  |
|---|--|
|   | elektrolytische Dissoziation<br>Anion, Kation<br>Elektrolyse<br>Dissoziationsgrad<br>Eigendissoziation des Wassers<br>pH-Wert-Skala<br>pH-Wert-Messung mit Farbindikatoren   |
| <b>Einführung in die organische Chemie und aliphatische Kohlenwasserstoffe - 20 Stunden</b>   |  |
| Unterschiede zwischen anorganischen und organischen Verbindungen nennen<br>Einblick in die Systematik der organischen Verbindungen erhalten<br>mit grundlegenden Strukturen organischer Moleküle vertraut sein<br>Summen- und Strukturformeln der Alkane, Cycloalkane, Alkene, Alkine und die Grundzüge der IUPAC-Nomenklatur der aliphatischen Kohlenwasserstoffe angeben<br>Vorkommen, Darstellung, Eigenschaften und Verwendung von Vertretern dieser Stoffklassen beschreiben<br>über Kennzeichnung, Handhabung und Lagerung organischer Lösungsmittel Auskunft geben | Bindungsart, thermische Beständigkeit<br>Löslichkeit, Leitfähigkeit, Schmelzpunkt<br>Kohlenstoff-Ketten, -Ringe<br>Einfach- und Mehrfachbindungen<br>Tetraedermodell<br>Heteroelemente<br>rationelle Formel<br>Begriff der Homologen Reihe<br>Molekülbau<br>Gerüst-, cis-trans-Isomerie<br>Methan<br>Ethen<br>Ethin<br>Gefahrensymbole<br>Gefahrenklassen<br>Cyclohexan<br>Isopropanol<br>Ethanol<br>Aceton<br>Toluol  |
| <b>Mechanik - 50 Stunden</b>  |  |
| physikalisches Maßsystem und seine Basiseinheiten nennen<br>Basisgrößen von abgeleiteten Größen unterscheiden, Einheiten zuordnen und Größen umrechnen<br>Meßverfahren beschreiben<br><br>Kräfte charakterisieren, Masse und Gewichtskraft unterscheiden<br>Kräfteverhältnisse beim Hebel beschreiben und rechnerisch anwenden<br>Arbeit, Energie und Leistung unterscheiden<br><br>Energieerhaltungssatz anwenden<br>Druckausbreitung in Flüssigkeiten und Gasen unterscheiden und Anwendungen beschreiben   | SI<br>Länge, Masse, Zeit, Stoffmenge, Stromstärke<br>Fläche, Volumen, Dichte, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Druck<br>Messinstrumente, Messfehler<br>Länge, Zeit, Masse, Volumen, Dichte<br>$F = m \cdot a$<br>Kraft als gerichtete Größe, Kraftmessung<br>Hebelgesetz<br>Gleichgewichtsarten<br>$W = F \cdot s$<br>kinetische und potentielle Energie<br>$P = W / t$<br>Wirkungsgrad<br>Energieumwandlungen<br>Hydraulische Systeme<br>Boyle-Mariotte-Gesetz<br>Aräometer, hydrostatische Waage<br>Wasserstrahlpumpe, Drehschieberpumpe |

| Lernziele  | Lerninhalte  |
|--|--|
| Druckmessverfahren beschreiben   | Druckgasflaschen, Druckreduzierventil<br>Sicherheitsvorschriften<br>Flüssigkeitsmanometer<br>Barometer, U-Rohrmanometer  |
| <b>Temperatur und Wärme - 40 Stunden</b>   |  |
| Zusammenhang zwischen Temperaturänderung und Ausdehnung beschreiben  | Temperatur, Temperaturmessung, Celsius- und Kelvin-Skala<br>linearer und kubischer Ausdehnungskoeffizient<br>Gay-Lussac-Gesetz<br>Aggregatzustände<br>Aggregatzustandsänderungen<br>Wärmeleitung, Wärmeströmung, Wärmestrahlung  |
| Wärme als kinetische Energie beschreiben   |  |
| Ausbreitungsarten der Wärmeenergie beschreiben   |  |
| <b>Geometrische Optik - 20 Stunden</b>   |  |
| Gesetzmäßigkeiten der Lichtausbreitung nennen und anwenden   | Brechungsgesetz<br>Brechungsindex<br>Prisma, Spektralfarben<br>Totalreflexion<br>Linsenarten<br>Abbildungsmaßstab<br>Linsengleichung<br>Lupe<br>Mikroskop  |
| Wirkungsweise dünner Linsen beschreiben, den Strahlengang konstruieren und mit Hilfe der Abbildungsgleichungen Berechnungen durchführen<br>Funktionsweise optischer Geräte beschreiben |  |
| <b>Elektrotechnische Grundlagen - 10 Stunden</b>   |  |
| Wirkungen und Ursachen elektrischer Felder beschreiben   | Elementarladung, Ladungsmenge<br>Kraftwirkung zwischen Ladungen, Ladungstrennung<br>elektrische Spannung<br>Ampere<br>Wärme-, Licht-, elektrochemische, magnetische, physiologische Wirkung<br>Unfallverhütung<br>Bestandteile des Stromkreises und deren Schaltzeichen<br>Schaltung von Strom- und Spannungsmessgeräten |
| die Definition der Stromstärke angeben und die Wirkungen des elektrischen Stromes nennen   | Ohmsches Gesetz<br>elektrischer Widerstand   |
| Aufbau eines einfachen Stromkreises beschreiben und darstellen   |  |
| Zusammenhänge zwischen Stromstärke, Spannung und Widerstand beschreiben  |  |
| <b>Zusammenhang zwischen Organisation und Funktion lebendiger Systeme - 50 Stunden</b>   |  |
| Eigenschaften und Merkmale lebendiger Systeme beschreiben<br>den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion von Zellen beschreiben   | Zelle als grundlegende biologische Funktionseinheit<br>Kennzeichnung des Lebendigen<br>Aufbau pflanzlicher und tierischer Zellen<br>Struktur und Funktion der Zellorganellen<br>Zellteilung  |
| Stoffwechselvorgänge in Zellen beschreiben   | biochemische Reaktionen  |

| Lernziele   | Lerninhalte  |
|---|--|
| Lebewesen systematisch einteilen<br>den anatomischen Aufbau und physiologische Leistungen tierischer Organismen beschreiben<br>die Morphologie und physiologische Leistungen von Pflanzen beschreiben | natürliches System der Organismen<br>Gewebe, Organ, Organsystem<br>Grundbaupläne und Funktion tierischer Organismen<br>Gewebe<br>Wurzel, Sproß, Blatt<br>Assimilation, Dissimilation   |
| <b>Lebewesen und ihre Beziehungen zur Umwelt - 30 Stunden</b>   |  |
| Erscheinungsformen und Eigenschaften von Mikroorganismen erläutern<br>die Bedeutung von Mikroorganismen für den Menschen angeben  | makroskopisch, mikroskopisch<br>Wachstumsbedingungen<br>Infektionserreger<br>Biotechnologie<br>Hygiene, Desinfektion, Sterilisation<br>biotische und abiotische Faktoren<br>ökologische Nische, Biotop<br>Produzent, Konsument, Destruent<br>Kreislauf von Stoffen<br>Energiefluss |
| Wechselwirkung zwischen Organismen und Umwelt beschreiben<br>den Zusammenhang zwischen Nahrungsbeziehungen und Stoffproduktion in Ökosystemen beschreiben   | biotische und abiotische Faktoren<br>ökologische Nische, Biotop<br>Produzent, Konsument, Destruent<br>Kreislauf von Stoffen<br>Energiefluss  |
| Probleme aufzeigen, die sich durch Eingriffe des Menschen in Ökosysteme ergeben<br>Maßnahmen zur Vermeidung, Beseitigung bzw. Verminderung von Umweltbelastungen darstellen                           | biologisches Gleichgewicht<br>Umweltbelastungen<br>Umweltschutzmaßnahmen<br>Umweltschutzauflagen   |

## 2. Ausbildungsjahr

### Mechanik - 40 Stunden

|   |   |
|---|---|
| Bewegungsvorgänge in Diagrammen normgerecht grafisch darstellen   | Weg-Zeit-Diagramm<br>Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm<br>Beschleunigung-Zeit-Diagramm<br>Vektorielle Addition von Geschwindigkeiten  |
| Prinzip der unabhängigen Überlagerung von Bewegungen beschreiben<br>Kinematische Größen bei überlagerten Bewegungen berechnen<br>Kenngrößen von Drehbewegungen definieren | Winkelfunktionen<br>Wurf<br>Drehwinkel<br>Winkelgeschwindigkeit<br>Umfangsgeschwindigkeit<br>Winkelbeschleunigung<br>Drehmoment<br>Trägheitsmoment<br>Rotationsenergie<br>Zentralkraft<br>Energiesatz<br>Impulssatz<br>Federkonstante<br>E-Modul<br>Torsionsmodul<br>Kohäsion und Adhäsion<br>Kapillarität<br>Oberflächenspannung |
| Kenngrößen zur Dynamik von Drehbewegungen definieren  |   |
| Erhaltungssätze nennen und anwenden   |   |
| Elastische Größen definieren und messen   |   |
| Makroskopische Eigenschaften auf Teilcheneigenschaften zurückführen, Messverfahren beschreiben und Kenngrößen bestimmen   |   |

| Lernziele   | Lerninhalte   |
|---|---|
| Strömungsarten unterscheiden und Gesetzmäßigkeiten strömender Medien anwenden | Viskosität<br>Reibungsfreie Strömung<br>Laminare Strömung<br>Turbulente Strömung<br>Ausfluss aus Gefäßen<br>Durchfluss durch Röhren<br>Druck in Strömungen  |
| <b>Schwingende Systeme und Akustik - 30 Stunden</b>                           |   |
| Kenngrößen von Schwingungen definieren  | Ruhelage<br>Elongation<br>Amplitude<br>Schwingungsdauer<br>Frequenz<br>Phase<br>Energie   |
| Harmonische Schwingungen beschreiben  | Rücktreibende Kraft<br>Schwingungsgleichung   |
| Schwingungsformen unterscheiden   | freie, ungedämpfte Schwingung<br>gedämpfte Schwingung<br>erzwungene Schwingung<br>Resonanz  |
| Größen und Eigenschaften von Wellen beschreiben                               | Wellenarten<br>Wellenlänge<br>Ausbreitungsgeschwindigkeit<br>Polarisation<br>Energietransport<br>Huygens-Prinzipien<br>Reflexion<br>stehende Wellen<br>Refraktion<br>Transmission<br>Schallquellen<br>Luft- und Körperschall<br>Infra-, Hör- und Ultraschall<br>Ausbreitungsgeschwindigkeit<br>Richtcharakteristik<br>Schallempfänger |
| Ausbreitung von Wellen beschreiben  | Lautstärke<br>Schalldruck<br>Tonhöhe<br>Signalform<br>Schallpegel<br>Lautstärkeempfindung<br>Schalldosis  |
| Erzeugung, Ausbreitung und Empfang des Schalls beschreiben                    |   |
| Kenngrößen eines Tons nennen sowie Töne, Klänge und Geräusche unterscheiden   |   |
| Größen und Verfahren der Lärmmeßung nennen                                    |   |
| <b>Wärmelehre - 20 Stunden</b>  |   |
| Gasgesetze anwenden   | Zustandsdiagramme<br>Zustandsänderung   |
| Wärmeaustauschvorgänge beschreiben und  | Wärmemenge  |

| Lernziele  | Lerninhalte   |
|--|---|
| berechnen  | Wärmekapazität<br>Spezifische Umwandlungswärmen<br>Energiebilanz<br>Wärmequellen, Heizwert, Brennwert<br>Äquivalenz von Energieformen<br>Wirkungsgrad<br>Temperaturmessgeräte<br>Dilatometer<br>Kalorimeter<br>Thermostat   |
| Umwandlung von Wärmeenergie in andere Energieformen beschreiben<br>Laborgeräte beschreiben und einsetzen   |   |
| <b>Elektrotechnik und Elektrochemie - 40 Stunden</b>   |   |
| Leitungsvorgänge in Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen beschreiben   | Elektronenleitung in Metallen<br>Halbleiter<br>Ionenleitung in Flüssigkeiten und Gasen<br>Abhängigkeit der Leitfähigkeit von physikalischen Einflüssen<br>Kirchhoffsche Gesetze<br>Spannungsteiler, Messbereichserweiterung<br>Quellenspannung, Klemmenspannung und Innenwiderstand von Spannungsquellen<br>Energieumsatz und Belastbarkeit von Bauteilen<br>Kenngrößen von Messgeräten<br>Brückenschaltungen<br>Kompensationsschaltungen<br>Stromwirkungen auf Lebewesen<br>Sicherheitsregeln,<br>Hilfsmaßnahmen bei Unfällen<br>Maßnahmen gegen gefährliche Körperströme<br>Abscheide- und Lösevorgänge<br>Elektrodenreaktionen<br>Faradaysche Gesetze<br>Elektrochemisches Potential<br>Elektrochemische Spannungsreihe<br>Redoxpotential<br>Korrosion und Korrosionsschutz<br>Primärelemente<br>Sekundärelemente<br>Brennstoffzelle |
| Gesetze für die Reihen und Parallelschaltung von Widerständen und Spannungsquellen erklären und anwenden   |   |
| Messschaltungen beschreiben und berechnen  |   |
| Gefahren des elektrischen Stromes und Schutzmaßnahmen beschreiben sowie Unfallverhütungsvorschriften nennen und erklären   |   |
| Elektrolysevorgänge erläutern und berechnen  |   |
| Galvanische Vorgänge in ihrer Bedeutung für die Oxidierbarkeit und die Korrosion von Metallen erklären   |   |
| Funktion und Wirkungsweise handelsüblicher elektrochemischer Energiequellen beschreiben  |   |
| <b>Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung - 40 Stunden</b>  |   |
| Inneren Aufbau und physikalische Eigenschaften technischer Metalle beschreiben   | Innerer Aufbau<br>Normung<br>Physikalische Eigenschaften  |
| Inneren Aufbau und physikalische Eigenschaften nichtmetallischer Werkstoffe beschreiben<br>Methoden und physikalische Grundlagen der zerstörenden Werkstoffprüfung beschreiben | Innerer Aufbau und Gebrauchseigenschaften von Kunststoffen, Gläsern und Keramiken<br>Zugversuch<br>Dauerstandversuch<br>Dauerschwingversuch<br>Ultraschall  |
| Methoden und physikalische Grundlagen der  |   |

| Lernziele   | Lerninhalte  |
|---|--|
| zerstörungsfreien Werkstoffprüfung beschreiben  | ionisierende Strahlung<br>Verschleißversuch  |
| <b>Messtechnik und Sensorik - 40 Stunden</b>  |  |
| Genormte Begriffe der Messtechnik nennen und erläutern  | Messen<br>Prüfen<br>Kalibrieren<br>Justieren<br>Eichen<br>wertkontinuierlich<br>wertdiskret<br>zeitkontinuierlich<br>zeitdiskret<br>Endschalter<br>Näherungsschalter<br>Lichtschranke<br>Längen- und Winkelcodierer<br>Widerstandsänderung<br>Ladungstrennung<br>Impedanzänderung<br>Sensoren für<br>- Weg<br>- Kraft, Druck, Beschleunigung<br>- Temperatur<br>- elektromagnetische Strahlung<br>- magnetische Feldstärke<br>Verstärker, Impedanzwandler<br>Filter<br>Multiplexer<br>Analog-Digital-Umsetzer<br>Fehlererkennung |
| Aufbau und Funktionsweise von Sensoren mit binären und digitalen Ausgängen beschreiben            |  |
| Physikalische Effekte, die zur Messung nichtelektrischer Größen mittels Sensoren dienen, erklären |  |
| Über Aufbau, Funktionsweise, Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen von Sensoren Auskunft geben      |  |
| Komponenten einer Messkette nennen und ihre Funktionen beschreiben                                |  |
| <b>Informationstechnik - 50 Stunden</b>   |  |
| Grundbegriffe der Informatik erläutern und logische Verknüpfungen ausführen                       | Bit, Byte<br>Dualsystem<br>Zahlen- und Zeichencodes<br>Logische Grundverknüpfungen<br>Standardcomputer<br>Standardperipherie<br>Prozessperipherie<br>Bilderfassung<br>Betriebssystem<br>Benutzeroberfläche<br>Standardanwendungen<br>Prozesssteuerung<br>Messdatenverarbeitung   |
| Hardware-Komponenten eines Computersystems nennen und deren Funktion beschreiben                  | Digital-Eingang<br>Digital-Ausgang<br>Analog-Eingang<br>Analog-Ausgang   |
| Software-Komponenten eines Computersystems nennen und deren Funktion beschreiben und anwenden     |  |
| Eigenschaften und Kenngrößen von Ein- und Ausgängen angeben                                       |  |

| Lernziele   | Lerninhalte  |
|---|--|
| Schnittstellen unterscheiden und deren Eigenschaften angeben      | Standardschnittstellen<br>Schnittstellen für Prozessperipherie<br>Schnittstellenfunktion<br>Übertragungsparameter<br>Geräteadresse<br>Gerätefunktion<br>Gerätenachrichten<br>Daten<br>Statusinformationen<br>Interrupt<br>freilaufende Prozesse<br>taktgesteuerte Prozesse<br>ereignisgesteuerte Prozesse<br>Sequenz<br>Iteration<br>Alternation<br>Objekte, Eigenschaften, Methoden |
| Kommunikation zwischen Computer und Prozessperipherie beschreiben | Ablauforganisation<br>Gerätesteuerung<br>Datenübernahme<br>Datensicherung<br>Verknüpfungen und Funktionen<br>Kurvenanpassung<br>Steigungsbestimmung<br>Flächenbestimmung<br>Statistik<br>Bildverarbeitung<br>Diagrammtypen und Skalierungen<br>Datenpunkte und Linien<br>Legenden<br>Druckerausgabe  |
| Zeitliche Steuerung von Prozessen beschreiben                     |  |
| Ablaufstrukturen beschreiben und grafisch darstellen              |  |
| Messprozesse mit Hilfe eines Programmiersystems realisieren       |  |
| Messdaten numerisch verarbeiten                                   |  |
| Messdaten grafisch darstellen                                     |  |

### **Dokumentation - 20 Stunden**

|  |  |
|--|--|
| Versuchs- und Untersuchungsergebnisse dokumentieren  | Messprotokoll, Tabellen, Skizzen,<br>Grafische Darstellungen nach Norm<br>logarithmische Darstellungen<br>Arbeitsabläufe, Ergebnisse   |
| Funktionen als Zuordnungsverfahren beschreiben, Funktionswerte berechnen, Funktionen grafisch darstellen und zugehörige Bestimmungsgleichungen lösen | Lineare Funktion<br>ganzrationale Funktionen<br>gebrochen-rationale Funktionen<br>Exponential- und Logarithmusfunktionen<br>Trigonometrische Funktionen<br>Fehlerabschätzung nach Norm |
| Aussagekraft von Messwerten und Ergebnissen beurteilen   |  |

### **3. Ausbildungsjahr**

#### **Wärmetechnik - 20 Stunden**

|  |  |
|--|--|
| Abhängigkeit des Aggregatzustands von Temperatur | Zustandsdiagramme für Legierungen, Lösungen, |
|--|--|

| Lernziele   | Lerninhalte   |
|---|---|
| und Druck beschreiben                                       | Mischungen<br>Kryoskopie, Ebulioskopie<br>Dampfdruck, Tripelpunkt<br>Feuchte  |
| Verhalten realer Gase beschreiben                           | Vergleich ideale - reale Gase<br>Kritische Daten<br>Joule-Thomson-Effekt<br>Gasverflüssigung<br>Wärmedurchgang, k-Wert<br>Wärmetauscher<br>Pyrometrie |
| Wärmetransport in technischen Systemen quantitativ erfassen |   |

### ***Optik - 40 Stunden***

|  |   |
|--|---|
| Fotometrische Größen und Einheiten erklären                | Lichtstrom, Lichtstärke,<br>Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte  |
| Technische Strahlungsquellen beschreiben                   | Spektralbereiche<br>Thermische Strahler, Spektrallampen, Laser, Filter<br>Fotometrie  |
| Verfahren der Strahlungs- und Lichtmesstechnik beschreiben |   |
| Farbsehen, Farbmischungen und Farbmessungen erklären       | Farbvalenz,<br>additive und subtraktive Farbmischung<br>Dualismus Teilchen - Welle  |
| Wellencharakter von Licht beschreiben                      | Beugung am Spalt, Beugung am Gitter<br>Interferenz an Spalt und Gitter,<br>Interferenz an dünnen Schichten,<br>Interferenz am Keil,<br>Newtonse Ringe,    |
| Beugung erklären   | Phasenkontrast  |
| Interferenz erklären                                       | Interferometer<br>Hologramme<br>Optische Polarisatoren<br>Brewstersches Gesetz<br>Doppelbrechung<br>Spannungsdoppelbrechung<br>Kerr-Effekt<br>Polarimeter |
| Holografie beschreiben                                     |   |
| Polarisation von Lichtwellen erklären                      |   |

### ***Elektrisches und magnetisches Feld - 30 Stunden***

|   |  |
|---|--|
| Größen und grundlegende Gesetzmäßigkeiten elektrischer Felder definieren und anwenden | Feldbegriff, Feldlinien, Influenz,<br>Polarisation, Feldstärke, Potential,<br>Energie, Coulombkraft                      |
| Verhalten von Kondensatoren im Gleichstromkreis erklären                              | Plattenkondensator, Kapazität,<br>Vorgänge im Dielektrikum,<br>Reihen- und Parallelschaltung,<br>Lade- und Entladekurven |
| Impulsformung an RC-Gliedern erläutern  | RC-Glieder an Rechteckspannung verschiedener Frequenz,<br>Integrier- und Differenzierglied                               |
| Größen und grundlegende Gesetzmäßigkeiten   | Feldlinien, Influenz   |

| Lernziele   | Lerninhalte   |
|---|---|
| magnetischer Felder definieren und anwenden   | Dia-, Ferro- und Paramagnetismus<br>magnetische Feldstärke,<br>magnetischer Fluss,<br>magnetische Flussdichte<br>Lorentzkraft   |
| Wechselwirkungen zwischen elektrischen und magnetischen Feldern erklären                                    | Induktionsgesetz,<br>Lenzsche Regel<br>Halleffekt   |
| Verhalten von Spulen in Gleichstromkreis erklären   | Selbstinduktion, Induktivität<br>Ein- und Ausschaltvorgänge   |
| <b><i>Elektronische Bauteile und Schaltungen - 40 Stunden</i></b>   |   |
| Aufbau und Wirkungsweise elektronischer Bauteile erläutern  | Zweipole: Kenn- und Grenzdaten, Kennlinien<br>Vierpole: Kenn- und Grenzdaten, Kennlinien, Ein- und Ausgangsverhalten<br>Gleichrichter-, Stabilisierungs-, Verstärker- und Steuerschaltungen<br>Schaltzeichen und -pläne<br>Mit- und Gegenkopplung<br>offene und geschlossene Wirkungsabläufe  |
| Grundlegende Schaltungen mit elektronischen Bauteilen darstellen, erklären und berechnen                    |   |
| Gemeinsame Strukturen in Schaltungen beschreiben  |   |
| <b><i>Elektronische Laborgeräte und Regelkreise - 30 Stunden</i></b>  |   |
| Grundfunktionen von Laborgeräten beschreiben und anwenden   | Multimeter<br>Netzgerät<br>Funktionsgenerator<br>Zähler<br>Messbrücke<br>Messverstärker<br>Strahlerzeugung und Ablenkung<br>Verstärker<br>Zeitablenkung<br>Triggerung<br>Verstärker<br>Filter<br>Umsetzer<br>Speicher<br>Zeitbasis<br>Trigger<br>Träges System<br>Integrierendes System<br>Differenzierendes System<br>Schwingendes System<br>Totzeitsystem |
| Aufbau und Funktion eines Analog-Oszilloskop erläutern und Gerät anwenden                                   | Führungsgröße, Istwert, Regeldifferenz<br>Vergleicher<br>Regler<br>Regelstrecke<br>Rückkopplung<br>Unstetige und stetige Regelung<br>Sollwertänderung   |
| Funktionseinheiten eines Gerätes zur Messwerterfassung und digitalen Speicherung angeben und Gerät anwenden |   |
| Verhalten elementarer Systeme durch ihre Sprungantwort charakterisieren                                     |   |
| Größen und Komponenten des einfachen Regelkreises nennen und seine Grundstruktur angeben                    |   |
| Zeitverhalten typischer Regelkreise beschreiben   |   |

| Lernziele   | Lerninhalte  |
|---|--|
|   | Störung  |
| <b>Atom- und Kernphysik - 20 Stunden</b>  |  |
| Entstehung von Röntgenstrahlung erklären  | Kanalstrahlen  |
| Wirkung von Röntgenstrahlung beschreiben  | Röntgenröhre   |
| Röntgenspektrum beschreiben   | Eigenschaften von Röntgenstrahlung<br>charakteristische Strahlung, Bremsstrahlung,<br>Grenzfrequenz  |
| Anwendungen von Röntgenstrahlung beschreiben  | medizinische Anwendung<br>Werkstoffprüfung<br>Röntgenfluoreszenzanalyse<br>Strukturanalyse   |
| Aufbau der Atomkerne aus Nukleonen beschreiben  | Nukleonen, Kernkräfte, Massendefekt  |
| Isotope und Isotopenachweis beschreiben   | Isotopie, Isotopenachweis<br>Massenspektroskopie   |
| <b>Methoden der Analytik - 40 Stunden</b>   |  |
| Grundlagen und Messprinzipien zur Ermittlung der Molekül- und Kristallstruktur beschreiben sowie Anwendungsmöglichkeiten zuordnen | UV/VIS-Spektroskopie<br>IR-Spektroskopie<br>NMR-Spektroskopie<br>Massenspektroskopie<br>Röntgenfluoreszenzanalyse<br>Röntgendiffraktometrie<br>Konduktometrie<br>Potentiometrie<br>Polarographie<br>AAS<br>ICP |
| Messprinzipien der Mikroanalytik beschreiben und Anwendungsmöglichkeiten zuordnen   |  |
| <b>Verfahrenstechnik - 20 Stunden</b>   |  |
| Verfahren und Apparate zur Feststofftrennung beschreiben  | Sortieren, Klassieren<br>Dichte-, Magnetsortierer, Flotierer<br>Siebmaschinen, Sichter, Zyklon   |
| Verfahren und Apparate zur Trennung von Fest-Flüssig- und Flüssig-Flüssig-Gemischen beschreiben                                   | Sedimentieren, Dekantieren, Filtrieren,<br>Zentrifugieren<br>Absetzbecken<br>Filterapparate<br>Zentrifugen   |
| Verfahren und Apparate zur Destillation und Rektifikation beschreiben   | Destillation, Destillationsanlage<br>Gleichgewichtsdiagramm<br>Rektifikation, Rektifikationskolonnen<br>Selektion von Mikroorganismen<br>gentechnisch veränderte Mikroorganismen                               |
| Biotechnische Fermentationsverfahren beschreiben  | Fermenter<br>Prozessgrößen<br>Produktisolierung<br>biologische Abwasserreinigung   |

| Lernziele | Lerninhalte |
|-----------|-------------|
|-----------|-------------|

### ***Qualitätsmanagement - 40 Stunden***

Strukturierung und Ziele des Qualitätsmanagementsystems beschreiben

QM-Elemente nennen, als Instrumente zur Qualitäts sicherung beschreiben und tätigkeitsspezifischen Aufgabenbereichen zuordnen

Geeignete Messgeräte und Messverfahren auswählen

Statistische Methoden zur Messdatenverarbeitung anwenden

Informationssysteme nutzen

QM-Handbuch  
organisatorische Maßnahmen  
Dokumente und Aufzeichnungen

QM-Elemente  
Normen und Regelwerken  
Annehmbare Qualitätslage  
Normen für Messverfahren  
Umwelt- und Klimabedingungen

Probennahme  
Probenpräparation

Stichproben  
Mittelwerte  
Streumaße  
Vertrauensbereich  
Kurvenanpassung  
Bewertungsverfahren  
Tabellenwerke  
Fachliteratur  
Datenbanken

### **4. Ausbildungsjahr**

#### ***Wechselstromtechnik - 30 Stunden***

Entstehung und Eigenschaften sinusförmiger Wechselspannung beschreiben und Kenngrößen ermitteln

Schaltungen mit Wirk- und Blindwiderständen bei konstanter Frequenz erklären und berechnen

RC-Reihenschaltung als frequenzabhängigen Spannungsteiler erklären und berechnen

Erzwungene elektromagnetische Schwingungen erklären und berechnen

Verfahren zur Messung von Wechselstromwiderständen erklären

Leiterschleife im homogenen Magnetfeld  
Linien- und Zeigerdiagramm  
Messung von Momentan- und Spitzenwert, Effektivwert, Frequenz, Periodendauer  
Wirk-, Blind- und Scheingrößen,  
Phasenverschiebung  
Widerstands-, Leitwert- und Leistungsdreiecke  
Zeigerdiagramm bei verschiedenen Frequenzen  
Lineares und logarithmisches Dämpfungsmaß  
Frequenzgang, Grenzfrequenz  
Reihen- und Parallelschwingkreis, Resonanz, Dämpfung  
Analogien zu mechanischen Schwingungen  
Indirekte Messung von R, L, C und Z  
Prinzip der Wechselstrombrücke

#### ***Radioaktivität - 30 Stunden***

Merkmale radioaktiver Strahlung beschreiben

Zerfallsgesetz anwenden

Verfahren zur Messung radioaktiver Strahlung beschreiben

Strahlungsarten  
Ablenkung der Strahlung  
Zerfallsgesetz, Halbwertzeit, Aktivität  
Zerfallsreihen  
GM-Zähler, Nebel- und Blasenkammern, Ionisationskammern, Szintillationszähler  
Gamma-Spektroskopie

| Lernziele  | Lerninhalte  |
|--|--|
| Wechselwirkungen radioaktiver Strahlung mit Materie beschreiben<br>Absorptionsgesetz erklären  | Stoß, Streuung, Fotoeffekt, Comptoneffekt, Paarbildung<br>Schwächungskoeffizient, Halbwertsdicke, Reichweite   |
| Reaktionstypen beschreiben<br>Radionuklide und deren Anwendung beschreiben   | Streuung, Austausch, Spaltung, Fusion<br>Durchstrahlungs-, Bestrahlungs- und Markierungsverfahren<br>Brennstoffkreislauf   |
| Lagerung und Entsorgung von radioaktiven Stoffen beschreiben<br>Wechselwirkung von radioaktiver Strahlung mit Organismen beschreiben<br>Strahlenschutzmaßnahmen beschreiben und erklären | Umwelt- und Sicherheitsfragen<br>somatische und genetische Schäden   |
| Dosimetrische Messverfahren beschreiben  | externe Strahlenexposition<br>Inkorporation<br>biologische Halbwertzeit<br>Strahlenschutzvorschriften<br>Energiedosis, Äquivalentdosis, Dosisgrenzwerte<br>natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung |

### ***Instrumentelle Analytik - 50 Stunden***

Messprinzipien chromatographischer Verfahren beschreiben und Anwendungsmöglichkeiten zuordnen

Messungen zur Analytik und Strukturaufklärung durchführen und auswerten

Dünnschichtchromatographie,  
Säulenchromatographie,  
Gaschromatographie,  
Hochdruckflüssigkeitschromatographie  
Elektrophorese

Projekt:  

- Probenvorbereitung
- Inbetriebnahme
- Kalibrierung
- Messwerterfassung
- Interpretation
- Dokumentation
- Gerätepflege

### ***Leittechnik - 30 Stunden***

Aufbau und Funktion von Systemen zur Labor- und Prozessautomatisierung beschreiben

Grundfunktionen eines Automatisierungssystems nennen

Grundfunktionen der Bedienung von Automatisierungssystemen erläutern

Typische Prozessdarstellungen beschreiben

Formen der Prozessdokumentation erläutern

Prozessnahe Komponenten  
Kommunikationssystem  
Anzeige- und Bedienungskomponente  
Controller, Leitrechner  
Messen, Steuern, Regeln  
Anzeigen, Überwachen, Melden  
Protokollieren, Archivieren  
Vorgänge auslösen  
Entscheidungen eingeben  
Werte festlegen  
Anzeigen, Meldungen  
Fließbilder  
Diagramme  
Listen  
Verkaufsprotokolle