

- A. Reglement über die Ausbildung und die Lehrabschlussprüfung  
B. Lehrplan für den beruflichen Unterricht
- 

A

## Reglement über die Ausbildung und die Lehrabschlussprüfung der Physiklaboranten

vom 6. Mai 1981

---

*Das Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement,*

gestützt auf die Artikel 12 Absatz 1, 39 Absatz 1 und 43 Absatz 1 des Bundesgesetzes vom 19. April 1978<sup>1)</sup> über die Berufsbildung (im folgenden Bundesgesetz genannt)

und die Artikel 9 Absätze 3–6, 13 und 32 der zugehörigen Verordnung vom 7. November 1979<sup>2)</sup>,

verordnet:

### 1 Ausbildung

#### 11 Lehrverhältnis

Art. 1 Berufsbezeichnung, Beginn und Dauer der Lehre

<sup>1</sup> Die Berufsbezeichnung ist Physiklaborant<sup>3)</sup>.

<sup>2</sup> Der Physiklaborant befasst sich mit den in Laboratorien der Forschung, der Entwicklung und der Kontrolle anfallenden Arbeiten. Aufgrund seiner theoretischen und praktischen Ausbildung ist er in der Lage, diese Arbeiten selbstständig durchzuführen und die notwendige Beurteilung der Resultate vorzunehmen.

<sup>3</sup> Die Lehre dauert vier Jahre. Sie beginnt mit dem Schuljahr der zuständigen Berufsschule.

Art. 2 Anforderungen an den Lehrbetrieb

<sup>1</sup> Lehrlinge dürfen nur in Betrieben ausgebildet werden, die gewährleisten, dass das ganze Ausbildungsprogramm nach Artikel 5 vermittelt wird. Die Lehrbe-

<sup>1)</sup> SR 412.10

<sup>2)</sup> SR 412.101

<sup>3)</sup> Ein Berufsbild kann bei der Arbeitsgemeinschaft der Lehrmeister von Physiklaboranten bezogen werden.

triebe müssen zudem über die zur Berufsausübung erforderlichen Laboratorien und Einrichtungen verfügen.

<sup>2</sup> Lehrbetriebe, die einzelne Teile des Ausbildungsprogramms nach Artikel 5 nicht vermitteln können, dürfen Lehrlinge nur ausbilden, wenn sie sich verpflichten, ihnen diese Teile in einem andern Betrieb oder in besonderen Kursen vermitteln zu lassen. Dieser Betrieb, der Inhalt und die Dauer der ergänzenden Ausbildung werden im Lehrvertrag festgelegt.

<sup>3</sup> Zur Ausbildung von Lehrlingen sind berechtigt:

– Absolventen der einschlägigen Fachrichtung einer Universität, Technischen Hochschule oder Höheren Technischen Lehranstalt.

<sup>4</sup> Um eine methodisch richtige Instruktion sicherzustellen, erfolgt die Ausbildung nach einem Modellehrgang<sup>1)</sup>, der aufgrund von Artikel 5 dieses Reglements ausgearbeitet worden ist.

<sup>5</sup> Die Eignung eines Lehrbetriebs wird durch die zuständige kantonale Behörde festgestellt. Vorbehalten bleiben die allgemeinen Bestimmungen des Bundesgesetzes für die Ausbildung von Lehrlingen.

### Art. 3 Höchstzahl der Lehrlinge

<sup>1</sup> Ein Lehrbetrieb darf ausbilden:

1 Lehrling, wenn das Laboratorium vom Ausbildungsberechtigten nach Art. 2 Abs. 3 allein geführt wird;

1 weiteren Lehrling auf je weitere zwei ständig beschäftigte Fachleute.

<sup>2</sup> Als Fachleute im Sinne von Absatz 1 gelten gelernte Physiklaboranten sowie gelernte Berufsleute der Elektronikbranche, gelernte Mechaniker, Apparate-Glasbläser, Fotografen, Chemielaboranten und andere gelernte Berufsleute, soweit sie für die Ausbildung von Physiklaboranten notwendig sind.

<sup>3</sup> Die Lehrlinge sollen so eingestellt werden, dass sie sich gleichmässig auf die Lehrjahre verteilen.

## 12 Ausbildungsprogramm für den Betrieb

### Art. 4 Allgemeine Richtlinien

<sup>1</sup> Der Betrieb stellt dem Lehrling zu Beginn der Lehre einen geeigneten Arbeitsplatz sowie die notwendigen Einrichtungen und Geräte zur Verfügung.

<sup>2</sup> Der Lehrling soll durch das Beispiel seiner Vorgesetzten zu Achtung und korrektem Benehmen sowie zu Reinlichkeit, Ordnung, Sorgfalt, Gewissenhaftigkeit und exaktem Arbeiten angehalten werden.

<sup>3</sup> Die Ausbildung des Lehrlings muss gut verständlich und praxisnah erfolgen. Bei der Bemessung von Umfang und Schwierigkeitsgrad der zu vermittelnden Kenntnisse und Fertigkeiten ist zu berücksichtigen, dass es sich um die Aus-

<sup>1)</sup> Der Modellehrgang kann bei der Arbeitsgemeinschaft der Lehrmeister von Physiklaboranten bezogen werden.

übung eines technischen Berufes und nicht um eine wissenschaftliche Tätigkeit handelt.

<sup>4</sup> Zur Förderung der beruflichen Fertigkeiten werden alle Arbeiten abwechselnd wiederholt. Der Lehrling muss so ausgebildet werden, dass er am Ende alle im Ausbildungsprogramm aufgeführten Arbeiten selbständig und in angemessener Zeit ausführen kann.

<sup>5</sup> Der Lehrling muss rechtzeitig über die bei einzelnen Arbeiten auftretenden Unfallgefahren und möglichen Gesundheitsschädigungen aufgeklärt werden. Einschlägige Vorschriften und Empfehlungen werden ihm rechtzeitig abgegeben und erklärt.

<sup>6</sup> Der Lehrling muss ein Arbeitsbuch<sup>1)</sup> führen, in dem er laufend alle wesentlichen Arbeiten, die erworbenen Berufskennnisse und seine Erfahrungen festhält. Der Lehrmeister kontrolliert und unterzeichnet das Arbeitsbuch regelmässig. Es darf an der Lehrabschlussprüfung in den Fächern Grundlagenarbeit und Facharbeit als Hilfsmittel verwendet werden.

<sup>7</sup> Der Lehrmeister hält den Ausbildungsstand des Lehrlings periodisch, mindestens aber einmal im Jahr in einem Ausbildungsbericht<sup>2)</sup> fest, den er mit dem Lehrling bespricht.

<sup>8</sup> Inhaber des Fähigkeitszeugnisses für gelernte Physiklaboranten gelten aufgrund ihrer Ausbildung als für den Giftverkehr verantwortliche Personen. Es berechtigt zum Bezug des Giftbuches (Art. 34 der Vollziehungsverordnung vom 23. Dezember 1971 zum Bundesgesetz über den Verkehr mit Giften).

## Art. 5 Praktische Arbeiten und Berufskennnisse

<sup>1</sup> Die Richtziele umschreiben allgemein und umfassend die vom Lehrling am Ende jeder Ausbildungsphase verlangten Kennnisse und Fertigkeiten. Die Informationsziele verdeutlichen die Richtziele im einzelnen.

### <sup>2</sup> Richtziele

Der gelernte Physiklaborant soll

- in der Lage sein, Versuche, Prüfungen und Messungen nach bestehenden Methoden selbständig durchzuführen
- auch bisher nicht ausgeführte Arbeiten aus verwandten Gebieten nach schriftlicher Anweisung durchführen können
- die Gefahren für Gesundheit und Umwelt, die sich im Zusammenhang mit beruflichen Arbeiten ergeben, erkennen und Schutzmassnahmen kennen.

### Erstes Lehrjahr

- die Werkzeuge und Einrichtungen zur Bearbeitung von Werkstoffen handhaben
- elementare Aufgaben aus der physikalischen Messtechnik ausführen

<sup>1)</sup> Das Arbeitsbuch sowie Musterblätter können bei der Arbeitsgemeinschaft der Lehrmeister von Physiklaboranten bezogen werden.

<sup>2)</sup> Ein Musterformular für den Ausbildungsbericht kann beim zuständigen kantonalen Amt für Berufsbildung bezogen werden.

### *Zweites Lehrjahr*

- die Kenntnisse und Fertigkeiten auf dem Gebiet der physikalischen Messtechnik vertiefen und festigen
- einfache Versuchseinrichtungen selbständig aufbauen und einfache Protokolle anfertigen
- einfache elektrische Schaltungen aufbauen und in Betrieb nehmen.

### *Drittes Lehrjahr*

- anspruchsvolle physikalische Versuche, mindestens teilweise, selbständig aufbauen und auswerten
- elektronische Geräte nach Anweisung aufbauen und ausmessen
- Zusammenhänge erfassen und spezifische Kenntnisse auf Fachgebieten des Lehrbetriebes erarbeiten.

### *Viertes Lehrjahr*

- den Lehrstoff vertiefen und die Fertigkeiten und Kenntnisse an anspruchsvollen physikalischen Aufgaben anwenden; dazu gehört namentlich
  - Messapparaturen selbständig aufbauen
  - Messergebnisse kritisch auswerten
  - anspruchsvolle Protokolle selbständig ausarbeiten
  - nach schriftlichen Anweisungen arbeiten.

Im dritten und vierten Lehrjahr werden die Fertigkeiten und Kenntnisse an Aufgaben aus mindestens zwei spezifischen Fachgebieten des Lehrbetriebes angewendet und erweitert.

## **Praktische Arbeiten – Grundausbildung**

### *3 Informationsziele für die einzelnen Sachgebiete:*

#### *1 Arbeitssicherheit*

- die im Zusammenhang mit der Berufsausübung stehenden Unfallgefahren, insbesondere die Gefahren beim Umgang mit Handwerkzeugen und Werkzeugmaschinen, elektrischen Geräten und Versuchseinrichtungen, feuergefährlichen Stoffen, Gasdruckflaschen sowie mit gesundheits- und umweltgefährdenden Chemikalien und Werkstoffen erkennen
- angepasste Massnahmen zur Verhütung solcher Unfälle treffen
- bei Unfällen zweckmässig handeln und Erste Hilfe leisten.

#### *2 Protokollführen*

Im Zusammenhang mit allen im folgenden aufgeführten Tätigkeiten, soweit dies üblich bzw. notwendig ist, Protokolle führen. Diese sollen so abgefasst sein, dass sie Fachleuten als Grundlage für die Wiederholung der beschriebenen Arbeiten genügen.

### 3 Werkstoffbearbeitung

#### 31 Stahl, Kupfer, Messing, Aluminiumlegierungen und Kunststoffe wie folgt bearbeiten:

- mit Reissnadel, Zirkel und Parallelreisser anreissen
- kornen
- mit Hilfe von Handbügelsäge, Stichsäge und Feinsäge von Hand sägen
- nach Qualitätsnorm  $\frac{N7}{\surd}$  feilen
- Bleche sowie Stäbe und Rohre bis  $\varnothing$  10 mm im Schraubstock mit einfachen Hilfsmitteln biegen
- Schraubenfedern und Widerstandswendel wickeln
- mit Kolben und Handbrenner weichlöten (ausgenommen Aluminiumlegierungen)
- mit Zweikomponentenkleber kleben
- an der Tischbohrmaschine bohren bzw. senken
- mit Handbohrmaschine und Spiralbohrer bohren
- mit Hilfe von Schneideisen und Gewindebohrer von Hand und an der Tischdrehbank Gewinde schneiden
- an der Tischdrehbank nach Qualitätsnorm  $\frac{N6}{\surd}$ 
  - längs- und plandrehen (mit Versatzungen)
  - ein- und abstechen
  - zentrierbohren und bohren
  - durchgehende Bohrungen drehen.

#### 32 Glas und Keramik wie folgt bearbeiten:

- Flächen von Hand mit Hilfe von Karborundumpulver planschleifen
- Rohre und Stäbe von Hand mit dem Glasmesser trennen
- Platten mit Hilfe von Kupferrohr und Karborundumpulver bohren
- Glasrohre bis  $\varnothing$  30 mm mit heissem Glasstab, Flamme oder durch Ausziehen trennen
- an Glasrohren bis  $\varnothing$  30 mm Spitzen ziehen und randverschmelzen
- Glasrohre bis  $\varnothing$  15 mm bis U-Form biegen und Schlauchtüllen formen.

### 4 Mechanik

- mit Hilfe von Massstab, Schieblehre, Mikrometer und Messuhr messen
- Volumen von Flüssigkeiten mit Hilfe von Messzylinder, Pipette und Bürette bestimmen
- Dichte von festen Stoffen und Flüssigkeiten mit Hilfe von Messzylinder und Pyknometer sowie nach der Auftriebsmethode bestimmen
- Massen auf eine Genauigkeit von 0,1 mg bestimmen
- Kräfte mit Hilfe der Federwaage messen
- Zeiten mit Hilfe der Stoppuhr messen
- Drehzahlen mit Hilfe von Hand-Tachometer und Stroboskop messen
- Flüssigkeits- und Gasdruck mit U-Rohr und Zeigermanometer messen
- unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen
  - Druckgasflaschen transportieren und aufstellen
  - Druckreduzierventil und Druckbehälter anschliessen
  - vorgegebenen Gasdruck auf Druckbehälter geben

- Gasdruck mit Manometer messen
- Flammen-Rückschlagsicherungen einsetzen.

## 5 *Thermometrie*

- Temperaturen von Flüssigkeiten mit Quecksilberthermometern, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Fadenkorrektur, messen
- Temperaturen mit Hilfe des Widerstandsthermometers nach der Strom-Spannungs-Methode und nach der Wheatstonebrücken-Methode bestimmen
- Thermolemente anfertigen (weichlöten, hartlöten, schweissen), isolieren und einbauen
- Temperaturen durch Messung der Thermospannung (Vergleichsstelle schmelzendes Eis) bestimmen.

## 6 *Optik, Fotografie*

- Linsen, Objektive, Spiegel und Prismen reinigen
- einfache optische Anordnungen mit Lichtquellen, Kondensoren, Linsen, Spiegeln und Blenden aufbauen und justieren
- an Abbildungsanordnungen Linsenbrennweite, Objekt- und Bildweite sowie Abbildungsmaßstab bestimmen
- Lichtmikroskop und Binokularlupe handhaben sowie Vergrößerungen bestimmen und Objekte ausmessen
- einen Fotoapparat mit maximaler Negativgröße 6 x 6 cm handhaben, Objektiv, Entfernung, Filmempfindlichkeit, Belichtungszeit, Blende, Schärfentiefebereich und Beleuchtung wählen und einstellen und Aufnahmen von Gegenständen machen
- eine Sofortbildkamera handhaben
- Belichtungsmesser, Fotolampe und Blitzgerät einsetzen und handhaben.

### In der Dunkelkammer

- Schwarzweissfilme nach Angaben entwickeln
- Entwickler, Stopp- und Fixierbad für Negativ- und Positivprozess nach Angaben ansetzen
- die Qualität von Negativen beurteilen
- Kontaktkopien und Vergrößerungen herstellen.

## 7 *Elektrotechnik*

- Erkennungsmerkmale von
  - Widerständen und Kondensatoren (inkl. Farbcode)
  - Sicherungen und Schützen
  - Lampen
  - Schaltern und Relais
  - Drosselspulen und Transformatoren
  - Ein- und Dreiphasenmotoren
  - Halbleiterbauelementen und Elektronenröhren
 am Objekt aufzeigen sowie deren Anschlüsse anhand technischer Unterlagen bezeichnen
- Leiterdrähte und Kabel, abgeschirmte Leiter und Kabel sowie einfache Steckerverbindungen zurichten und verlöten

- die Bauelemente vorbereiten, montieren und einlöten
- einfache, einseitig kupferkaschierte Leiterplatten entwerfen, aufzeichnen und labormässig herstellen
- die Messinstrumente
  - Volt- und Amperemeter (inkl. Vor- und Nebenwiderstände)
  - Universalinstrumente
  - Wheatstonesche Messbrücke
  - elektronische Multimeter (analog und digital)
  - *xt- und xy-*Schreiber
 der Messaufgabe entsprechend auswählen, einsetzen, handhaben und für die Erhaltung der Betriebsbereitschaft warten (ohne Reparaturen)
- Kathodenstrahloszillographen der Messaufgabe entsprechend auswählen, einsetzen und Bedienungselemente für
  - Strahlkontrolle
  - Vertikal- und Horizontalablenkung
  - interne und externe Triggerung
 handhaben sowie kalibrierte Messungen durchführen
- Stromstärken und Spannungen (Gleich- und Wechselstrom, Effektiv-, Mittel- und Spitzenwert), Widerstandswerte, Kapazitäten und Frequenzen messen
- die Charakteristik von passiven Bauelementen und Transistoren ausmessen
- Verstärkung, Dämpfung und Übersetzungsverhältnis an einfachen Schaltungen nach Anweisungen messen
- Schaltungen und Geräte impedanzrichtig anpassen
- ohmsche Spannungsteiler, Serie- und Parallelschaltungen von Widerständen und Kondensatoren sowie kombinierte Schaltungen, Brückenschaltungen und Stabilisierschaltungen mit Zenerdioden dimensionieren und aufbauen
- Schwingkreise, Gleichrichterschaltungen, Spannungsregler, Verstärker, Multivibratoren, Schmitt-Trigger, Operationsverstärkerschaltungen und logische Grundsaltungen nach vorgegebenen Schemas aufbauen
- Ein/Aus-, Regelungs- und Überwachungsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern erstellen
- Regeltransformatoren handhaben
- einfache elektronische Schaltungen analysieren und symbolgerecht aufzeichnen.

#### Berufskennnisse

<sup>4</sup> Im Zusammenhang mit dem Erarbeiten und dem Üben beruflicher Fertigkeiten werden auch Berufskennnisse, die durch die Berufsschule vermittelt wurden, gefestigt und ergänzt.

#### Praktische Arbeiten – spezifische Fachausbildung

<sup>5</sup> Das Programm für die Anwendung und die Erweiterung der in der Grundausbildung erlernten Fertigkeiten richtet sich nach den spezifischen Fachgebieten des Lehrbetriebes.

## 13 Ausbildung in der Berufsschule

### Art. 6

Die Berufsschule erteilt den Pflichtunterricht nach dem Lehrplan des Bundesamtes für Industrie, Gewerbe und Arbeit<sup>1)</sup>.

## 2 Lehrabschlussprüfung

### 21 Durchführung

#### Art. 7 Allgemeines

<sup>1</sup> An der Lehrabschlussprüfung soll der Lehrling zeigen, ob er die im Ausbildungsreglement und im Lehrplan umschriebenen Lernziele erreicht hat.

<sup>2</sup> Die Kantone führen die Prüfung durch.

#### Art. 8 Organisation

<sup>1</sup> Die Prüfung wird im Lehrbetrieb, in einem andern geeigneten Betrieb oder in einer Berufsschule durchgeführt. Dem Lehrling müssen ein Arbeitsplatz, die notwendigen Materialien, Geräte, Maschinen und Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden. Mit dem Aufgebot wird bekanntgegeben, welche Materialien und Hilfsmittel er mitbringen muss.

<sup>2</sup> Der Lehrling erhält die Prüfungsaufgabe erst bei Beginn der Prüfung. Sie wird ihm, soweit notwendig, erklärt.

<sup>3</sup> Das während der Lehrzeit geführte Arbeitsbuch ist zur Prüfung mitzubringen und darf in den Fächern Grundlagenarbeit und Facharbeit als Hilfsmittel verwendet werden.

<sup>4</sup> Mit der Anmeldung zur Lehrabschlussprüfung sind der Prüfungsbehörde die spezifischen Fachgebiete bekanntzugeben, in denen der Lehrling seine Fertigkeiten und Kenntnisse angewendet hat.

#### Art. 9 Experten

<sup>1</sup> Die kantonale Behörde ernennt mit der Praxis von Physikalaboranten vertraute Prüfungsexperten. In erster Linie werden Absolventen von Expertenkursen beigezogen.

<sup>2</sup> Die Experten sorgen dafür, dass sich der Lehrling mit allen vorgeschriebenen Arbeiten während einer angemessenen Zeit beschäftigt, damit eine zuverlässige und vollständige Beurteilung möglich ist. Sie machen ihn darauf aufmerksam, dass nicht bearbeitete Aufgaben mit der Note I bewertet werden.

<sup>3</sup> Mindestens ein Experte überwacht dauernd und gewissenhaft die Ausführung der Prüfungsarbeiten. Er hält seine Beobachtungen schriftlich fest.

<sup>4</sup> Mindestens zwei Experten beurteilen die Prüfungsarbeiten und nehmen die mündlichen Prüfungen im Fach Berufskennnisse ab.

<sup>1)</sup> Anhang zu diesem Reglement

<sup>3</sup> Die Experten prüfen den Lehrling ruhig und wohlwollend. Sie bringen Bemerkungen sachlich an.

## 22 Prüfungsfächer und Prüfungsstoff

### Art. 10 Prüfungsfächer

<sup>1</sup> Die Prüfung ist in folgende Fächer unterteilt:

- |                                                                                                                                                                        |   |       |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|------------------|
| a. Grundlagenarbeit                                                                                                                                                    | } | ..... | rund 20 Stunden; |
| b. Facharbeit                                                                                                                                                          |   |       |                  |
| c. Berufskennnisse                                                                                                                                                     |   | ..... | 3-4½ Stunden;    |
| d. Allgemeinbildung (nach dem Reglement vom 1. Juni 1978 <sup>1)</sup> über die Allgemeinbildung an der Lehrabschlussprüfung in den gewerblich-industriellen Berufen). |   |       |                  |

<sup>2</sup> Die Prüfung in den Praktischen Arbeiten wird an drei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt.

### Art. 11 Prüfungsstoff

<sup>1</sup> Die Prüfungsanforderungen bewegen sich im Rahmen der Richtziele von Artikel 5 und des Lehrplans. Massgebend für die Anforderungen sind die dort aufgeführten Informationsziele.

#### Grundlagenarbeit

<sup>2</sup> Die Prüfung umfasst mindestens zwei Arbeiten aus der Grundausbildung.

#### Facharbeit

<sup>3</sup> Die Prüfung umfasst mindestens eine Arbeit aus der spezifischen Fachausbildung.

#### Berufskennnisse

<sup>4</sup> Die Prüfung ist unterteilt in:

	Zeitdauer	
	schriftl. oder mündl.	oder Auswahlantwortverfahren
- Physikalische Methoden und Messinstrumente	60 Min.	30 Min.
- Elektrotechnisch-elektronische Methoden und Messinstrumente	60 Min.	30 Min.
- Allgemeine Fachkenntnisse	60 Min.	30 Min.
- Berufliches Rechnen (Berechnungsaufgaben aus allen Fachgebieten).	90 Min.	

<sup>3</sup> Den Lehrlingen, die sich freiwillig einer Englischprüfung unterziehen wollen, wird hiezu Gelegenheit geboten.

<sup>1)</sup> BBl 1978 II 162

## 23 Beurteilung und Notengebung

### Art. 12 Beurteilung

<sup>1</sup> Die Prüfungsarbeiten werden in folgenden Fächern und Positionen bewertet:

Prüfungsfach: *Grundlagenarbeit*

- Pos. 1 Erste Arbeit
- Pos. 2 Zweite Arbeit

eventuell weitere Positionen für weitere Arbeiten.

Prüfungsfach: *Facharbeit*

- Pos. 1 Erste Arbeit

eventuell weitere Positionen für weitere Arbeiten.

Die Beurteilung der Grundlagen- und der Facharbeit erfolgt nach folgenden Kriterien:

- a. Material- und Geräteauswahl (optimaler Einsatz der verwendeten Materialien und Geräte)
- b. Arbeitsdurchführung (Planung, Richtigkeit, Zweckmässigkeit, Sauberkeit, Sorgfalt, Sicherheit)
- c. Ergebnisse (Brauchbarkeit, Richtigkeit)
- d. Protokollierung (Richtigkeit, Übersichtlichkeit, Vollständigkeit).

Prüfungsfach: *Berufskennnisse*

- Pos. 1 Physikalische Methoden und Messinstrumente
- Pos. 2 Elektrotechnisch-elektronische Methoden und Messinstrumente
- Pos. 3 Allgemeine Fachkenntnisse
- Pos. 4 Berufliches Rechnen.

<sup>2</sup> Die Leistungen in jeder Prüfungsposition werden nach Artikel 13 bewertet. Werden zur Ermittlung der Positionsnote vorerst Teilnoten gegeben, so werden diese entsprechend ihrer Wichtigkeit im Rahmen der Position berücksichtigt<sup>1)</sup>.

<sup>3</sup> Die Fachnoten sind die Mittel aus den Positionsnoten. Sie werden auf eine Dezimalstelle gerundet.

<sup>4</sup> Die Note für die Leistung in der freiwilligen Englischprüfung kann im Notenausweis aufgeführt werden. Sie wird im Prüfungsergebnis (Art. 14) jedoch nicht mitgezählt.

### Art. 13 Notenwerte

<sup>1</sup> Die Leistungen werden mit Noten von 6 bis 1 bewertet. Die Note 4 und höhere bezeichnen genügende Leistungen; Noten unter 4 bezeichnen ungenügende Leistungen. Andere als halbe Zwischennoten sind nicht zulässig.

<sup>1)</sup> Notenformulare können bei der Arbeitsgemeinschaft der Lehrmeister von Physiklaboranten bezogen werden.

## <sup>1</sup> Notenskala

Note	Eigenschaften der Leistungen
6	Qualitativ und quantitativ sehr gut
5	Gut, zweckentsprechend
4	Den Mindestanforderungen entsprechend
3	Schwach, unvollständig
2	Sehr schwach
1	Unbrauchbar oder nicht ausgeführt

### Art. 14 Prüfungsergebnis

<sup>1</sup> Das Ergebnis der Lehrabschlussprüfung wird in einer Gesamtnote ausgedrückt. Diese wird aus den folgenden Fachnoten ermittelt

- Grundlagenarbeit
- Facharbeit
- Berufskennnisse
- Allgemeinbildung.

<sup>2</sup> Die Gesamtnote ist das Mittel aus den Fachnoten ( $\frac{1}{4}$  der Notensumme) und wird auf eine Dezimalstelle gerundet.

<sup>3</sup> Die Prüfung ist bestanden, wenn weder die Fachnoten Grundlagenarbeit und Berufskennnisse noch die Gesamtnote den Wert 4,0 unterschreiten.

### Art. 15 Notenformular und Expertenbericht

<sup>1</sup> Auf Einwendungen des Lehrlings, er sei in grundlegende Fertigkeiten und Kenntnisse nicht eingeführt worden, dürfen die Experten keine Rücksicht nehmen. Sie halten jedoch seine Angaben im Expertenbericht fest.

<sup>2</sup> Zeigen sich bei der Prüfung Mängel in der betrieblichen oder schulischen Ausbildung, so tragen die Experten genaue Angaben über ihre Beobachtungen in das Notenformular ein.

<sup>3</sup> Das Notenformular mit dem Expertenbericht wird nach der Prüfung von den Experten unterzeichnet und der zuständigen kantonalen Behörde unverzüglich zugestellt.

### Art. 16 Fähigkeitszeugnis

Wer die Prüfung bestanden hat, erhält das eidgenössische Fähigkeitszeugnis und ist berechtigt, die gesetzlich geschützte Berufsbezeichnung «Gelernter Physikalaborant» zu führen.

### Art. 17 Rechtsmittel

Beschwerden betreffend die Lehrabschlussprüfung richten sich nach kantonalem Recht.

### 3 Schlussbestimmungen

#### Art. 18 Aufhebung bisherigen Rechts

Die Bestimmungen für die Laboranten der physikalischen Richtung (Richtung C) des Reglements vom 27. Juni 1949<sup>1)</sup> über die Lehrlingsausbildung im Laborantenberufe werden aufgehoben.

#### Art. 19 Übergangsrecht

<sup>1</sup> Lehrlinge, die ihre Lehre vor dem 1. August 1981 begonnen haben, schliessen sie nach dem bisherigen Reglement ab.

<sup>2</sup> Wer die Prüfung wiederholt, wird bis am 30. April 1987 auf sein Verlangen nach dem bisherigen Reglement geprüft.

#### Art. 20 Inkrafttreten

Die Bestimmungen über die Ausbildung treten am 1. August 1981 in Kraft, diejenigen über die Lehrabschlussprüfung am 1. Mai 1985.

6. Mai 1981

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement:  
Honegger

7740

# Lehrplan für den beruflichen Unterricht der Physiklaboranten

vom 6. Mai 1981

---

*Das Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit (BIGA),*

gestützt auf Artikel 28 des Bundesgesetzes vom 19. April 1978<sup>1)</sup> über die Berufsbildung

und Artikel 16 Absatz 1 der Verordnung vom 14. Juni 1976<sup>2)</sup> über Turnen und Sport an Berufsschulen,

*verordnet:*

## 1 Allgemeines

Die Berufsschule vermittelt dem Lehrling die notwendigen theoretischen Berufskennntnisse und die Allgemeinbildung. Sie unterrichtet nach diesem Lehrplan und berücksichtigt bei der Gestaltung des Unterrichts die in Artikel 5 des Ausbildungsreglements den einzelnen Lehrjahren zugeordneten Lernziele. Die auf dieser Grundlage erstellten schulinternen Arbeitspläne werden den Lehrbetrieben auf Verlangen zur Verfügung gestellt.

Die Klassen werden nach Lehrjahren gebildet. Ausnahmen von dieser Regel bedürfen der Zustimmung der kantonalen Behörde und des BIGA.

Der Pflichtunterricht wird nach Möglichkeit auf ganze Schultage angesetzt. Ein Schultag darf, einschliesslich Turnen und Sport, nicht mehr als neun Lektionen umfassen.<sup>3)</sup>

## 2 Stundentafel

Die Zahl der Lektionen und ihre Verteilung auf die Lehrjahre sind verbindlich. Ausnahmen von dieser Regel bedürfen der Zustimmung der kantonalen Behörde und des BIGA.

<sup>1)</sup> SR 412.10

<sup>2)</sup> SR 415.022

<sup>3)</sup> Wird der berufliche Unterricht an interkantonalen Fachkursen erteilt, richtet sich die Schulorganisation nach dem Reglement über die Durchführung dieser Kurse.

Fächer	Lehrjahre				Total Lektionen
	1	2	3	4	
1 Physik .....	80	120	40	80	320
2 Elektrotechnik .....	160	80	120	40	400
3 Mathematik .....	120	80	–	–	200
4 Chemie/Werkstoffkunde .....	40	120	–	40	200
5 Zeichnen .....	80	–	–	–	80
6 Englisch .....	40	40	40	40	160
7 Deutsch .....	40	40	40	40	160
8 Geschäftskunde .....	40	40	40	40	160
9 Staats- und Wirtschaftskunde .....	–	40	40	40	120
10 Turnen und Sport .....	80	80	40	40	240
Total .....	680	640	360	360	2040
Anzahl Schultage/Woche .....	2	2	1	1	

### 3 Unterricht

Die Richtziele umschreiben allgemein und umfassend die vom Lehrling am Ende der Ausbildung verlangten Kenntnisse und Fähigkeiten. Die Informationsziele verdeutlichen die Richtziele im einzelnen.

#### 31 Physik (320 Lektionen)

##### *Richtziele*

- die Grundbegriffe und elementaren Gesetzmässigkeiten der Physik (Mechanik, Wärmelehre, Optik, ionisierende Strahlen) kennen und an einfachen Beispielen erläutern
- physikalische Zusammenhänge an Maschinen, Apparaten und Messeinrichtungen erkennen und beschreiben
- Berechnungsaufgaben mit Hilfe von Tabellen, Formelsammlungen und graphischen Darstellungen selbständig lösen
- die Gefahren beim Arbeiten in Laboratorien kennen, Unfälle vermeiden und in Unfallsituationen zweckmässig handeln.

##### *Informationsziele*

##### *Allgemeiner Hinweis*

Die zum Lösen von Berechnungsaufgaben notwendigen Formeln und Konstanten soll der Lehrling in einer Formelsammlung nachschlagen und anwenden können.

## Einheiten

Den Grössen, die im Rahmen des Lehrstoffs dieses Unterrichtsfachs verwendet werden, die SI-Einheiten und die übrigen gebräuchlichen gesetzlichen Einheiten zuordnen und die Zusammenhänge aufzeigen.

## 311 Mechanik

### Raum und Zeit

- die Funktionsweise von Schieblehre, Mikrometerschraube und Messuhr beschreiben
- die Bedeutung und Anwendung des Nonius erklären
- die zur Bestimmung des Rauminhaltes fester Körper angewandten Methoden nach Auftrieb und nach Wasserverdrängung mit Hilfe des Pyknometers erklären sowie entsprechende Berechnungsaufgaben lösen
- die zur Zeitmessung angewandten Methoden mit Stoppuhr, Quarzuhr, elektronischer Uhr und Kathodenstrahloszillograph erklären.

### Masse, Gewicht und Kraft

- die Begriffe Masse, Gewicht und Kraft erklären
- die Funktionsweise und Handhabung der Feder- und der gebräuchlichsten Analysenwaagen beschreiben
- den Begriff Dichte erklären
- das Prinzip der Messmethoden für die Bestimmung der Dichte erläutern und entsprechende Berechnungsaufgaben lösen
- das Elastizitätsgesetz herleiten und erläutern sowie Berechnungsaufgaben lösen.

### Kräfte

- die Darstellung von Kräften als Vektoren erklären
- die Resultante von zwei Kräften grafisch bestimmen
- den resultierenden Vektor von zwei aufeinander senkrecht stehenden Kräften numerisch bestimmen
- das Prinzip der Zusammensetzung mehrerer Kräfte sowie der Zerlegung einer Kraft in mehrere Teile beschreiben
- das Hebelgesetz an praktischen Aufgaben anwenden und Berechnungsaufgaben lösen
- die Begriffe Drehmoment und Kräftepaar erklären und Berechnungsaufgaben lösen
- den Begriff des Schwerpunktes erläutern
- die Begriffe stabiles, indifferentes und labiles Gleichgewicht erklären
- die Begriffe Standfestigkeit und Kippsicherheit erläutern
- die an einem starren Körper auf der schiefen Ebene auftretenden Kräfte aufzeigen und berechnen
- die Begriffe der Haft-, Roll- und Gleitreibung erläutern.

### Arbeit, Energie und Leistung

- den Begriff mechanische Arbeit erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- die Begriffe kinetische und potentielle Energie sowie Leistung und Wirkungsgrad erläutern und angewandte Aufgaben lösen
- den Satz von der Erhaltung der Energie erläutern
- die Wirkungsweise von Rolle, Flaschenzug und Stirnradgetriebe erklären.

### Geradlinige Bewegung

- die Beziehung zwischen Geschwindigkeit, zurückgelegtem Weg und der Zeit bei gleichförmiger Bewegung aufzeigen und Berechnungsaufgaben lösen
- die Begriffe Durchschnittsgeschwindigkeit und Momentangeschwindigkeit bei der ungleichförmigen Bewegung erklären und Berechnungsaufgaben lösen
- Weg-Zeit-Diagramme anhand von Beispielen aufzeichnen und erläutern
- die Begriffe Beschleunigung und Verzögerung definieren und Berechnungsaufgaben lösen
- das Weg-Zeit-Gesetz für die gleichmässig beschleunigte Bewegung erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- das v-t-Diagramm einer gleichmässig beschleunigten Bewegung erläutern
- das Trägheitsgesetz formulieren und erläutern
- das dynamische Grundgesetz erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- den freien Fall im luftleeren Raum erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- die Änderung der Erdbeschleunigung mit der geografischen Breite und der Höhe über dem Meeresspiegel qualitativ beschreiben
- die Darstellung von Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung als Vektoren erklären und die Zusammensetzung zweier gleichförmiger Bewegungen erläutern.

### Gleichförmige Kreis- und Drehbewegungen

- den Begriff der Umdrehungsfrequenz definieren
- die Beziehungen zwischen Umdrehungsfrequenz, Umlaufzeit und Umlaufgeschwindigkeit nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- den Begriff Winkelgeschwindigkeit definieren und die Winkelgeschwindigkeit mit der Umlaufgeschwindigkeit in Beziehung setzen sowie Berechnungsaufgaben lösen
- die Formel für die Fliehkraft erläutern und Berechnungsaufgaben lösen.

### Mechanische Schwingungen

- die Wirkung von rücktreibender Kraft, Trägheit und Dämpfung bei der mechanischen Schwingung am Beispiel des Federpendels erklären
- die Begriffe Amplitude, Schwingungsdauer, Periode, Frequenz erläutern sowie die mathematischen Beziehungen erklären und Berechnungsaufgaben lösen.

### Hydro- und Aerostatik

- die grundlegenden physikalischen Eigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen nennen und die Unterschiede aufzeigen

- den Begriff Druck definieren und Berechnungsaufgaben lösen
- das Gesetz der Druckausbreitung nennen, am Beispiel der hydraulischen Presse erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- den Begriff hydrostatischer Druck definieren und Berechnungsaufgaben lösen
- das Prinzip der verbundenen (kommunizierenden) Gefäße beschreiben
- das Gesetz der Kompressibilität der Gase erklären und Berechnungsaufgaben lösen
- die Begriffe Über-, Unter-, Absolut-, Partial- und Totaldruck sowie die Vakuumbereiche erläutern
- Aufbau, prinzipielle Wirkungsweise und Handhabung folgender Messgeräte beschreiben: Quecksilber- und Dosenbarometer, offene und geschlossene Flüssigkeitsmanometer, Röhrenfederanometer und die nach den Prinzipien der Wärmeleitfähigkeit, der Kalkkathoden- und Glühkathodenionisation funktionierenden Vakuummeter.
- Aufbau und Wirkungsweise von Pumpen und Pumpsystemen zur Erzeugung von Fein-, Hoch- und Ultrahochvakuum erläutern
- den Begriff Auftrieb definieren und Berechnungsaufgaben lösen
- die Begriffe Steigen, Schwimmen, Schweben, Sinken erläutern
- Aufbau, prinzipielle Wirkungsweise und Handhabung des Aräometers sowie der hydrostatischen Waage beschreiben und ihren Verwendungszweck nennen
- die Erscheinung der Tropfenbildung, der Benetzung, der Meniskusbildung sowie der Kapillarität von Wasser und Quecksilber und die Bildung von Ölfilmen erklären.

## 312 Wärmelehre

### Thermometrie

- den Einfluss der Temperatur auf Stoffeigenschaften und Prozesse an Beispielen aufzeigen
- den Begriff Temperaturfixpunkt am Beispiel Wasser erläutern
- den Zusammenhang zwischen absolutem Nullpunkt und den Gasgesetzen aufzeigen
- Aufbau, Wirkungsweise, Handhabung und Messbereich des Quecksilberthermometers und der Alkohol- und Pentanthermometer beschreiben
- den Fehlereinfluss des herausragenden Fadens qualitativ beschreiben und die Korrektur berechnen
- die prinzipielle Wirkungsweise des Widerstandsthermometers beschreiben
- Beispiele für praktische Widerstandsmaterialien zur Temperaturmessung aufzählen und die zugehörigen Messbereiche nachschlagen
- die lineare Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur bei Metallen formelmässig beschreiben und Temperaturänderungen aus der Widerstandsänderung berechnen
- das Problem der Zuleitungswiderstände erklären sowie die Vierleiterschaltung aufzeichnen und erläutern
- die prinzipielle Wirkungsweise des Thermoelements beschreiben

- Beispiele für Thermopaare aufzählen und die zugehörigen Messbereiche nachschlagen
- den Begriff der Vergleichsstellentemperatur erklären und Massnahmen zur Fixierung dieser Temperatur nennen
- die Korrektur bei der Bestimmung der Thermospannung mit dem Millivoltmeter berechnen.

#### Wärmeausdehnung

- Längen- und Volumenausdehnung von festen, flüssigen und gasförmigen Körpern erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- den Zusammenhang zwischen Längen- und Volumenausdehnungskoeffizient nennen
- einige technische Anwendungen der Wärmeausdehnung nennen und Gefahren aufzeigen
- Dichteänderungen als Folge der Temperaturänderung berechnen
- die Anomalie des Wassers schildern.

#### Wärmeenergie

- den Satz von der Erhaltung der Energie erläutern
- die Begriffe der spezifischen Wärmekapazität sowie des Wärmeinhalts erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- einfache Aufgaben nach der Mischungsregel lösen
- Aufgabe, Aufbau, Wirkungsweise und Handhabung des Kalorimeters beschreiben
- die Begriffe Schmelzwärme und Verdampfungswärme erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- die Begriffe Luftfeuchtigkeit, Taupunkt, relative und absolute Feuchtigkeit sowie Sättigungsfeuchtigkeit erläutern
- Aufbau und Wirkungsweise von zwei Feuchtigkeitsmessgeräten beschreiben.

#### Wärmeausbreitung

- die Wärmekonvektion an Beispielen schildern und die Ursache der freien Konvektion nennen
- die Wärmeleitung an Beispielen schildern
- gute und schlechte Wärmeleiter nennen sowie einige Gründe für schlechte Wärmeleitung angeben
- die Wärmestrahlung beschreiben und an Beispielen erläutern
- die Wirkungsweise des Dewar-Gefässes erklären.

## 313 Optik

#### Grundeigenschaften des Lichtes

- die physikalische Natur des Lichtes beschreiben sowie Frequenz, Wellenlänge, Wellenzahl, Farbspektrum, Infrarot und Ultraviolett mit dem elektromagnetischen Spektrum in Beziehung bringen
- den Zusammenhang zwischen Frequenz, Wellenlänge, Wellenzahl und Lichtgeschwindigkeit nennen und entsprechende Berechnungsaufgaben lösen

- den Begriff des Photons erläutern und den Zusammenhang zwischen Photonenergie und Frequenz nennen
- die wichtigsten Wirkungen des Lichtes nennen.

#### Geometrische Optik

- das Reflexionsgesetz nennen
- das Brechungsgesetz nennen, den Begriff Brechungsindex («Brechungsindex») erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- die Erscheinung der Totalreflexion beschreiben und am Beispiel des Reflexionsprismas erläutern
- die Erscheinung der Dispersion am Beispiel des Prismas beschreiben
- die Bildentstehung bei dünnen Konvex- und Konkavlinen skizzieren und beschreiben
- die Zusammenhänge zwischen Brennweite, Gegenstands- und Bildweite sowie Gegenstands- und Bildgrösse nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- die chromatische und sphärische Aberration beschreiben und Massnahmen zur Behebung nennen
- Aufbau, Wirkungsweise und Handhabung des Fotoapparates beschreiben
- die Begriffe Lichtstärke des Objektivs und Blendenzahl definieren und den Zusammenhang zwischen Blendenzahl, Verschlusszeit und Filmempfindlichkeit beschreiben
- den qualitativen Zusammenhang zwischen Schärfentiefe, Blendenzahl und Brennweite beschreiben
- die Wirkungsweise der Lupe beschreiben und Berechnungsaufgaben lösen
- Aufbau, Wirkungsweise und Handhabung des Mikroskopes mit Okular, Objektiv, Objektivtisch, Aperturblende, Kondensator, Beleuchtungseinrichtung, Bildschärfeneinstellung, Objektivtischführung und Kondensatorverstellung beschreiben und die Gesamtvergrößerung aus der Objektiv- und Okularvergrößerung berechnen
- Aufbau, Wirkungsweise und Handhabung des Projektors und des fotografischen Vergrößerungsapparates beschreiben.

#### Polarisation, Interferenz und Beugung von Licht

- die Polarisation des Lichtes erklären
- den linearen und zirkularen Polarisationszustand beschreiben
- gebräuchliche Polarisatoren aufzählen
- die Erzeugung von kohärentem Licht mit Lasern und den Unterschied zu inkohärentem Licht aufzeigen
- die Interferenz von kohärentem Licht erklären und die Gangunterschiedsbedingung für vollständige Auslöschung erklären
- die Lichtbeugung an Spalt, Gitter und Kreisblende erklären und die entsprechenden Beugungsbilder beschreiben
- die Begrenzung des Auflösungsvermögens von optischen Instrumenten (z. B. Mikroskop) infolge der Beugung erklären.

## 314 Ionisierende Strahlen

- die Begriffe der natürlichen und künstlichen Radioaktivität als Prozess der Kernumwandlung erläutern
- den qualitativen Zusammenhang zwischen Halbwertszeit und exponentiellem Zerfallsgesetz grafisch darstellen
- die Alpha-, Beta-, Gamma- und Röntgenstrahlung beschreiben und ihre Absorptionseigenschaften nennen
- den Vorgang der Ionisation beschreiben und ihre Anwendung bei Strahlennachweis aufzeigen
- Schutzmassnahmen gegen Strahlung nennen.

## 32 Elektrotechnik (400 Lektionen)

### *Richtziele*

- die Grundbegriffe und elementaren Gesetzmässigkeiten der Elektrotechnik und elektronik kennen und an einfachen Beispielen erläutern
- elektrotechnische Zusammenhänge und Sachverhalte an Maschinen, Vorrichtungen, Messeinrichtungen und Messgeräte erkennen und beschreiben
- elektrotechnische Berechnungsaufgaben unter Anwendung von Tabellen, Formelsammlungen und grafischen Darstellungen selbständig lösen und bewerten
- einfache elektrische und elektronische Schaltungen unter Anleitung aufbauen und ausmessen
- die Gefahren beim Umgang mit Elektrizität und elektrischen Apparaten kennen, Unfälle vermeiden (Schutztechnik) und in Unfallsituationen zweckmässig handeln.

### *Informationsziele*

#### Sicherheitsbestimmungen und Erste Hilfe

- die Wirkungen des elektrischen Stromes auf den Menschen in Abhängigkeit von der Stromstärke, der Stromart, der Frequenz und der Zeit beschreiben
- den Widerstand des menschlichen Körpers sowie die maximal zulässige Spannung ungeschützter Quellen (inkl. Kondensatoren) nennen
- die allgemeinen Regeln zur Verhütung elektrischer Unfälle nennen
- Schutzmassnahmen gegen Spannungsberührung nennen
- die Gefahren des Kurzschlusses sowie Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung von Schmelzsicherungen, Sicherungsautomaten und Fehlerstrom-Schutzschaltern beschreiben
- das Verhalten bei elektrischen Unfällen und Bränden in elektrischen Anlagen beschreiben.

#### Elektrische Messinstrumente

- die Handhabung von Volt-, Ampere-, Ohm- und Wattmeter beschreiben und entsprechende Messaufgaben lösen

- den Begriff des inneren Widerstandes von elektrischen Messinstrumenten erklären und die Korrekturmöglichkeiten bei angewandten Messproblemen aufzeigen (Berechnung der Korrektur)
- die prinzipielle Wirkungsweise von Drehspul- und Drehheiseninstrumenten sowie von Thermomoumformern erklären und die entsprechenden Anwendungen nennen
- die Instrumententypen anhand der SEV-Instrumentensymbole identifizieren
- die Begriffe Dämpfung und Empfindlichkeit von elektrischen Messinstrumenten erläutern
- die wichtigsten Fehlerquellen beim Handhaben von elektrischen Messinstrumenten aufzählen
- die prinzipielle Wirkungsweise von xy- und xt-Schreibern und kathodenstrahllosillographen erklären, deren Handhabung beschreiben und die entsprechenden Anwendungen nennen
- die Vor- und Parallelwiderstände zur Anpassung eines gegebenen elektrischen oder elektronischen Messinstruments an ein auszumessendes Netzwerk errechnen
- das Prinzip des elektronischen Zählers aufzeigen und Anwendungen nennen
- das Prinzip des Digitalvoltmeters aufzeigen und Anwendungen nennen
- die Definition Mittel-, Effektiv- und Spitzenwert von Wechselstromgrößen sowie die Zuordnung der Anzeige bekannter Instrumententypen nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- die prinzipielle Wirkungsweise von elektronischen Signalgeneratoren erklären, deren Handhabung beschreiben und Anwendungen nennen.

#### Elektrostatik

- die Atmosphären- und Reibungselektrizität als Aufladungseffekte erläutern
- die Träger der elektrischen Ladung nennen und ihre Bedeutung im Atomaufbau beschreiben
- das Coulombsche Kraftgesetz der Anziehung oder Abstossung von Ladung erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- den Begriff der Elementarladung erklären
- die Begriffe elektrisches Feld und Feldlinie erläutern, die Eigenschaften des homogenen und inhomogenen Feldes miteinander vergleichen und einfache Felder qualitativ darstellen
- den Zusammenhang zwischen elektrischer Feldstärke und Spannung im homogenen Feld beschreiben und Berechnungsaufgaben lösen
- die Kraft, die das elektrische Feld auf eine elektrische Ladung ausübt, berechnen
- das Prinzip des Kondensators erklären und die Keramik-, Wickel- und Elektrolytkondensatoren beschreiben
- die Begriffe Dielektrikum und Dielektrizitätskonstante erläutern und die Bedeutung für den Kondensator aufzeigen
- die Beziehung zwischen Ladung, Kapazität und Spannung am Kondensator angeben und die Kapazität des Plattenkondensators berechnen
- die Formel für den Energieinhalt eines geladenen Kondensators nennen und Berechnungsaufgaben lösen

- die Gesetzmässigkeiten bei der Serie- und Parallelschaltung von Kapazitäten angeben und Berechnungsaufgaben lösen.

#### Galvanische Spannungsquellen

- das galvanische Element beschreiben
- den Begriff der elektrochemischen Spannungsreihe erläutern
- die Bedeutung des Westonelements und seine Handhabung beschreiben
- das Prinzip des Akkumulators beschreiben
- Aufbau einer Trockenbatterie beschreiben und Anwendungen nennen
- den Begriff der EMK (Urspannung) erläutern
- die Ersatzschaltungen von Spannungs- und Stromquellen angeben
- die Leerlaufspannung und den Kurzschlussstrom aus Messungen ermitteln
- den mathematischen Zusammenhang zwischen EMK, innerem Widerstand, Klemmenspannung und Kreisstrom nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- die Gesetzmässigkeiten der Serieschaltung von Spannungsquellen nennen, und Berechnungsaufgaben lösen
- die Gesetzmässigkeiten der Parallelschaltungen von Spannungsquellen nennen, den Begriff Ausgleichstrom erklären und Berechnungsaufgaben lösen.

#### Gleichstrom

- die Elemente eines elektrischen Stromkreises und ihre prinzipielle Wirkungsweise aufzeigen
- den Zusammenhang zwischen elektrischer Stromstärke, Ladung und Zeit nennen
- die Stromleitung in verschiedenen festen, flüssigen und gasförmigen Medien erläutern
- die Wirkungen des elektrischen Stromes aufzählen
- den Unterschied zwischen technischer Stromrichtung und Elektronenstromrichtung beschreiben
- das Ohmsche Gesetz nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- die Begriffe spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit erklären
- den elektrischen Widerstand und Leitwert eines metallischen Leiters errechnen
- einige Leiterwerkstoffe nennen und ihre elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften beurteilen
- den Temperatureinfluss auf den elektrischen Widerstand von Leiterwerkstoffen nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- die Gesetzmässigkeiten bei der Serie- und Parallelschaltung von Widerständen nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- das erste und zweite Kirchhoffsche Gesetz nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- die Brückenschaltung nach Wheatstone beschreiben sowie die Bedingungsgleichung für den Abgleich und praktische Anwendungen nennen.

#### Arbeit, Energie, Leistung

- Anwendungsbeispiele für die Umwandlungsmöglichkeiten der elektrischen Energie in mechanische Arbeit und Wärme nennen

- die Zusammenhänge zwischen Spannung, Strom, Widerstand, Arbeit und Leistung nennen und Berechnungsaufgaben lösen
- den Begriff des Wirkungsgrades und der Verlustleistung definieren und Berechnungsaufgaben lösen.

### Magnetismus

- die Grunderscheinungen des Ferromagnetismus beschreiben und einige ferromagnetische Stoffe aufzählen
- am Beispiel der Magnetnadel die Bezeichnung der Pole erläutern
- das Kraftwirkungsgesetz zwischen den Polen beschreiben
- das Zusammenwirken von Feldlinien, Kraft und Bewegungsrichtung im homogenen magnetischen Feld darstellen
- die Begriffe Permanentmagnet, Weicheisenmagnet und magnetische Influenz erläutern
- die Analogie zwischen einer stromdurchflossenen Spule und einem Permanentmagneten erläutern
- die Beziehung zwischen magnetischer Feldstärke, den geometrischen Daten einer Spule und der elektrischen Stromstärke nennen und erläutern sowie Berechnungsaufgaben lösen
- den Zusammenhang zwischen magnetischer Flussdichte und magnetischer Feldstärke erläutern, den Begriff Permeabilität erklären und Berechnungsaufgaben lösen
- die Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld qualitativ beschreiben
- den Einfluss des Einführens eines Weicheisenkerns in eine Spule bei gleichbleibender magnetischer Feldstärke erläutern
- die charakteristischen Eigenschaften von ferromagnetischen Stoffen beschreiben und die Hysteresisschleife qualitativ erklären
- den Begriff des magnetischen Flusses erklären und Berechnungsaufgaben lösen
- den qualitativen Inhalt des Induktionsgesetzes interpretieren
- die Begriffe Selbstinduktion und Induktivität erläutern, den Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und der Stromänderung je Zeiteinheit aufzeigen und Berechnungsaufgaben lösen
- das Prinzip des Transformators erläutern
- die Gesetzmäßigkeiten bei der Serie- und Parallelschaltung von Induktivitäten angeben.

### Wechselstrom

- die Entstehung des Einphasenwechselstromes beschreiben und das zeitliche Verhalten grafisch darstellen
- die Begriffe Momentanwert, Scheitelwert (Amplitude), Effektivwert, Periode, Periodendauer, Frequenz und Kreisfrequenz erläutern und die Zusammenhänge zwischen diesen nennen
- die Aufspaltung des elektromagnetischen Spektrums in Frequenzbänder erläutern
- den Begriff der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung erklären

und das diesbezügliche Verhalten von Widerstand, Induktivität und Kapazität quantitativ beschreiben

- die Begriffe Wirk-, Blind- und Scheinwiderstand sowie Impedanz und die entsprechenden Leitwerte erklären, das Frequenzverhalten von Widerstand, Induktivität und Kapazität quantitativ beschreiben und Berechnungsaufgaben lösen
- den Gesamtwiderstand bei Serie- und Parallelschaltung von Wechselstromverbrauchern zeichnerisch bestimmen und Berechnungsaufgaben lösen
- das Ohmsche Gesetz erläutern
- das Verhalten von nichtidealen Widerständen, von Spulen und Kondensatoren im Wechselstromkreis erklären und die Ersatzschaltungen darstellen
- die Begriffe Verlustwinkel und Verlustfaktor einer nichtidealen Spule und eines nicht idealen Kondensators erklären und Berechnungsaufgaben lösen
- die Begriffe Wirk-, Blind- und Scheinleistung sowie Leistungsfaktor erläutern und Berechnungsaufgaben lösen
- die Entstehung des Dreiphasenwechselstromes beschreiben und das zeitliche Verhalten grafisch darstellen
- den Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Leistung bei Stern- und Dreieckschaltung aufzeigen.

#### Bauelemente

- die Elektronenemission in Röhren beschreiben
- die Wirkungsweise und die Kennlinie der Röhrendiode beschreiben
- die Wirkungsweise sowie die  $I_a U_g$ - und  $I_a U_a$ -Kennlinien der Triode beschreiben
- den Begriff der Verlustleistung erklären
- die Wirkungsweise der Braunschen Röhre beschreiben
- die prinzipiellen Eigenschaften von NTC- und PTC-Widerständen erläutern und Anwendungen nennen
- die wichtigsten Halbleitermaterialien aufzählen
- das Prinzip der Elektronen- und Löcherleitung im dotierten Halbleiter aufzeigen (n- und p-Leitung)
- den Aufbau und die Wirkungsweise einer Halbleiterdiode beschreiben (pn-Übergang, Diffusion) und die Polung für Durchlass- und Sperr-Richtung eintragen
- die Kennlinien der Ge- und Si-Dioden in Durchlass- und Sperr-Richtung aufzeichnen und die Schwellspannungen nennen
- die Kennlinie der Zenerdiode aufzeichnen und die praktische Bedeutung der speziellen Kennliniencharakteristik erläutern
- den Aufbau und die prinzipielle Wirkungsweise des Transistors beschreiben
- den Unterschied zwischen pnp- und npn-Transistoren sowie ihre Polung erläutern
- den Begriff Kurzschlussstromverstärkung definieren
- das  $I_C U_C$ -Kennlinienfeld ( $I_B = \text{Parameter}$ ) aufzeigen
- die Unterschiede zwischen Transistor und Triode aufzeigen
- den Vorteil von linear und digital integrierten Schaltungen aufzeigen.

## Schaltungen

- die Wirkungsweise und Dimensionierung einer einfachen Triodenverstärkerstufe in Kathodenbasisschaltung beschreiben (Erzeugung der Gittervorspannung, Einstellen des Arbeitspunktes, Arbeitsgerade, graphische Ermittlung der Verstärkung)
- die Wirkungsweise und Dimensionierung einer einfachen Transistorverstärkerstufe in Emitterschaltung beschreiben (Einstellung des Arbeitspunktes mittels Basisspannungsteiler, Arbeitsgerade, grafische Ermittlung der Verstärkung)
- das Prinzip und die Wirkungsweise der Kathoden- beziehungsweise Emitterfolgerschaltung erläutern
- die Einphasen-Einweg-, Mittelpunkt- und Brückengleichrichterschaltungen miteinander vergleichen sowie die einfachsten Siebstufen (RC, LC) beschreiben
- eine einfache Stabilisierungsschaltung mit der Zenerdiode beschreiben und dimensionieren
- das Impulsverhalten von RC- und RL-Schaltungen beschreiben
- das Prinzip und die Wirkung eines «Schmitt-Triggers» (Komparator) beschreiben
- die Begriffe Tief-, Hoch- und Bandpassfilter erklären
- das Frequenzverhalten von Serie- und Parallelschwingkreis bezüglich einer frequenzveränderlichen Quelle beschreiben
- den qualitativen Einfluss der Dämpfung auf das Verhalten von Schwingkreisen aufzeigen
- die Spannungs-, Strom- und Impedanztransformation mit Hilfe von Übertragern erläutern und den Zusammenhang zwischen Windungszahl und Transformationsverhältnissen aufzeigen und Berechnungsaufgaben lösen.

## 33 Mathematik (200 Lektionen)

### *Richtziele*

Die zum Lösen der beruflichen Rechnungsaufgaben notwendigen mathematischen Grundlagen erarbeiten

- Flächen und Volumen berechnen
- funktionale Abhängigkeiten darstellen und auswerten
- Fehlerrechnungen ausführen
- Gleichungen aufstellen und lösen
- trigonometrische Funktionen anwenden.

### *Allgemeiner Hinweis*

In den nachfolgenden Informationszielen ist das Handhaben von Formel- und Zahlentabellen (einschl. Interpolieren) sowie eines Rechengerätes (Taschenrechner oder Rechenschieber) eingeschlossen.

## Informationsziele

### Arithmetik

- die vier Grundoperationen mit Zehnerpotenzen (nur ganzzahlige Exponenten) ausführen
- die Definition der Logarithmen nennen.

### Algebra

- die vier Grundoperationen mit allgemeinen Zahlen ausführen
- gemeine und Doppelbrüche erweitern und kürzen
- mit Verhältnissen und Proportionen rechnen
- Potenzen allgemeiner Zahlen mit ganzzahligen Exponenten multiplizieren und dividieren
- Quadratwurzeln aus einfachen arithmetischen Ausdrücken allgemeiner Zahlen ziehen
- Klammern setzen und auflösen, ausklammern, Klammern addieren, subtrahieren und multiplizieren
- Gleichungen ersten Grades mit einer Unbekannten lösen
- Gleichungssysteme ersten Grades mit zwei Unbekannten lösen
- Gleichungen zweiten Grades mit einer Unbekannten lösen.

### Funktionen

- die Begriffe mathematisch definierte Funktion, durch Messpunkte gegebene Funktion, unabhängige Variable und abhängige Variable erklären
- den Verlauf von Funktionen (Kurven) im rechtwinkligen Koordinatensystem auf linear und logarithmisch eingeteiltem Papier grafisch darstellen
- den Begriff der Steigung einer linearen Funktion erläutern und die Steigung berechnen
- den Zusammenhang zwischen der Steigung einer Kurve in einem bestimmten Punkt und der Tangente an diesem Punkt erläutern
- die durch zwei gegebene Punkte bestimmte lineare Funktion herleiten.

### Fehlerrechnung

- die Begriffe Fehler und Korrektion definieren
- die Begriffe absoluter Fehler und relativer Fehler definieren
- den Unterschied zwischen zufälligen und systematischen Fehlern erläutern
- den Mittelwert aus den mit zufälligen Fehlern behafteten Einzelwerten einer Messreihe berechnen
- die Standardabweichung aus den mit zufälligen Fehlern behafteten Einzelwerten einer Messreihe berechnen
- den Unterschied zwischen erfassbaren und nicht erfassbaren systematischen Fehlern erläutern
- den maximalen, absoluten und relativen Fehler einer Funktion berechnen, wenn die Funktion die Summe, die Differenz, das Produkt oder der Quotient von Einzelbeobachtungen ist, die mit nicht erfassbaren systematischen Fehlern behaftet sind.

## Geometrie

- die Begriffe Punkt, Gerade, Strahl, Strecke, Höhe, Diagonale, Kathete, Hypotenuse, Radius, Durchmesser, Sehne, Tangente und Winkel definieren
- Umfang und Inhalt von allgemeinem Dreieck, rechtwinkligem Dreieck, Parallelogramm, Quadrat, Rechteck, Trapez, Kreis, Bogen, Sektor und von Kombinationen dieser Flächen berechnen
- mit Zirkel, Lineal und gegebenenfalls Winkel, Parallele, Mittelsenkrechte, Lot, Winkelhalbierende, Winkel von  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $120^\circ$  sowie Mittelpunkt des Kreises konstruieren
- Oberflächen und Volumen des Prismas, Quaders, Würfels, geraden Kreiszyinders und der Kugel sowie von einfachen Kombinationskörpern berechnen.

## Trigonometrie

- die Begriffe Sinus-, Cosinus-, Tangens- und Cotangensfunktion am rechtwinkligen Dreieck sowie am Einheitskreis erklären
- die Funktionswerte für die Winkel  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  und  $360^\circ$  nennen und die Periodizität der Funktionswerte am Einheitskreis ableiten
- mit Hilfe der Winkelfunktionen (auch der Beziehungen  $\sin\alpha:\cos\alpha$ ,  $\cos\alpha:\sin\alpha$ ,  $\operatorname{tg}\alpha:\operatorname{ctg}\alpha$  und  $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha$ ) Winkel und Längen in angewandten Aufgaben berechnen
- Berechnungsaufgaben mit Hilfe des Sinus- und des Cosinussatzes lösen.

## 34 Chemie/Werkstoffkunde (200 Lektionen)

### Richtziele

- die Grundbegriffe und elementaren Gesetzmässigkeiten der allgemeinen und physikalischen Chemie kennen und an einfachen Beispielen und Modellvorstellungen erläutern
- die Eigenschaften und Verwendungen anorganischer und organischer Stoffe kennen
- potentielle Gefahren für Mensch und Umwelt beim Arbeiten mit Chemikalien aufzeigen, Schutzmassnahmen erläutern, Unfälle vermeiden und in Unfallsituationen zweckmässig handeln
- die Giftgesetzgebung kennen, soweit es erforderlich ist, um die Bewilligung zum Bezug von Giften zu erlangen.

### Informationsziele

## 341 Chemie

### Sicherheit/Erste Hilfe/Giftgesetzgebung

- die Zielsetzungen, die Aufgaben und den Geltungsbereich der Giftgesetzgebung umreissen und die für den Vollzug der Giftgesetzgebung zuständigen Behörden nennen
- die Begriffe Giftliste, Stoffe, Erzeugnisse, Publikumsprodukte und gewerbliche Produkte erklären und voneinander abgrenzen

- die Begriffe Gift,  $DL_{50}$ , MAK-Wert, Resorption, Inhalation, Kontamination, Abbaubarkeit, Flammpunkt, Zündtemperatur und Explosionsgrenze erklären und an praktischen Beispielen erläutern
- die Giftklassen voneinander abgrenzen und jeder Giftklasse einige zutreffende Stoffe zuordnen
- die Voraussetzungen zu den verschiedenen Bewilligungsarten für die Berechtigung zum Verkehr mit Giften bzw. zum Bezug von Giften nennen
- die Sicherheitsbestimmungen für den Umgang, die Kennzeichnung und Beschriftung der Verpackungen und Behälter, insbesondere die Kennfarben der Druckgasflaschen für Luft,  $H_2$ , He,  $C_2H_2$ ,  $C_3H_8$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$  nennen
- Vorsichts- und Schutzmassnahmen bei der Abgabe, Aufbewahrung und Verwendung von ätzenden und giftigen Substanzen, organischen Lösungsmitteln und Dämpfen, Gasen, verflüssigten Gasen und Stäuben aufzeigen sowie das Unschädlichmachen und Beseitigen von ätzenden und giftigen Stoffen erläutern
- Fälle von Verstössen gegen die Giftgesetzgebung aus der Praxis nennen
- Auswirkungen von Giften auf den menschlichen Körper und die Massnahmen der Ersten Hilfe bei Vergiftungen anhand von (möglichen) Beispielen nennen und beschreiben
- die hauptsächlichsten Arten von Handfeuerlöschgeräten nennen und ihre Einsatzmöglichkeiten nennen.

#### Grundbegriffe

- die Unterschiede zwischen physikalischen und chemischen Vorgängen beschreiben
- die Begriffe Atom, Element, Molekül und Verbindung erklären
- die Unterschiede zwischen den Begriffen reiner Stoff und Gemisch beschreiben
- die verschiedenen Aggregatzustände (fest, flüssig, gasförmig) beschreiben und molekular kinetisch erklären
- die Vorgänge beim Übergang von Aggregatzuständen in einen andern anhand von Diagrammen qualitativ beschreiben
- die Bedeutung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse an einem Beispiel erläutern
- die Begriffe relative Atommasse und relative Molekularmasse definieren
- die Bedeutung des Gesetzes der konstanten Proportionen an einem Beispiel erläutern
- die Bedeutung des chemischen Volumengesetzes an einem Beispiel erläutern
- die Begriffe Mol und Molvolumen definieren
- die Bedeutung der Avogadro-Konstante erläutern
- die allgemeine Zustandsgleichung der idealen Gase nennen und erläutern sowie Berechnungsaufgaben lösen.

#### Aufbau der Atome und des Periodensystems

- das Bohrsche Atommodell beschreiben
- den Zusammenhang zwischen Atombau und Periodensystem aufzeigen und die Edelgase, Alkalimetalle, Erdalkalimetalle und Halogene bezüglich Oxida-

tionszahl, Aggregatzustand, Metall- beziehungsweise Nichtmetallcharakter beurteilen.

#### Chemische Elemente und Verbindungen

- charakteristische Eigenschaften der chemischen Elemente H, He, C, N, O, Si, Cl, Ar, Fe, Ni, Cu, Ag, W, Pt, Au, Hg, Pb nennen
- Atombindung, Ionenbindung und metallische Bindung an Beispielen erläutern und den Einfluss der Bindungsart auf die elektrische Leitfähigkeit nennen
- die Regeln zur Benennung von Säuren, Basen und Salzen angeben
- die chemischen Formeln HCl, HF, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>; NaOH, KOH, NH<sub>4</sub>OH; NaCl, AgCl, AgBr, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Cu<sub>2</sub>O, CuO den entsprechenden Säuren, Basen, Salzen und Oxiden zuordnen und ihre charakteristischen Eigenschaften nennen.

#### Chemische Reaktionen

- die Aussagekraft der chemischen Formel bezüglich qualitativer und quantitativer Stoffzusammensetzung aufzeigen
- chemische Reaktionsgleichungen, ausgehend von Ausgangs- und Endprodukten, aufstellen
- durch chemische Gleichungen gegebene Umsetzungen stöchiometrisch berechnen
- mit Massengehaltsangaben sowie Massen-, Volumen- und Stoffmengenkonzentrationsangaben Berechnungsaufgaben lösen
- Oxidation und Reduktion an Beispielen erläutern und entsprechende Reaktionsgleichungen aufstellen
- die Redoxreaktion bezüglich Abgabe und Aufnahme von Elektronen an einfachen Beispielen erläutern
- den Einfluss von Temperatur, Druck, Konzentration und Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit qualitativ beschreiben.

#### Chemie wässriger Lösungen

- die Begriffe Lösung, Lösungsmittel, gelöster Stoff und Löslichkeit definieren
- die Begriffe elektrolytische Dissoziation, Kation, Anion, Elektrolyt, Nicht-elektrolyt erläutern
- den Dissoziationsgrad als Ursache für die Stärke von Elektrolyten beschreiben
- die Begriffe Säure, Base und Salz nach Arrhenius erläutern
- die Definition des pH-Wertes nennen, die Begriffe sauer, neutral und basisch der pH-Skala zuordnen und Nachweismöglichkeiten für saure, neutrale und basische Reaktion von Lösungen nennen.

#### Kristallstruktur

- den Unterschied zwischen dem kristallinen und dem amorphen Zustand beschreiben und Stoffbeispiele nennen
- die Gitterarten (Ionen-, Atom-, Metallgitter) vergleichen

- den Einfluss der Gitterstruktur auf die physikalischen Eigenschaften am Beispiel des Diamant- und Graphitgitters erläutern
- die Bedeutung der Gitterstruktur als analytisches Hilfsmittel aufzeigen.

#### Kohlenstoffchemie

- die Kohlenstoffverbindungen nach aliphatischen, aromatischen, gesättigten, ungesättigten und halogenierten Kohlenwasserstoffen sowie nach Alkoholen, Aldehyden, Ketonen, Aethern, Säuren und Aminen klassieren
- Strukturformel und charakteristische Eigenschaften von Methan, Aethan, Propan, Butan, Aethen, Acetylen, Benzol, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Trichloräthan, Freone, Methanol, Aethanol, Glykol, Glycerin, Phenol, Formaldehyd, Aceton, Diäthyläther, Ameisensäure, Essigsäure nennen.

### 342 Werkstoffkunde

#### Eisenwerkstoffe

- die Begriffe Grauguss sowie nieder- und hochlegierter Stahl erläutern
- die Zusammenhänge zwischen der Art der verschiedenen Eisenlegierungen und deren Eigenschaften bezüglich Härte, Festigkeit und Elastizität aufzeigen
- die charakteristischen magnetischen Eigenschaften von Eisenwerkstoffen aufzeigen
- die wichtigsten Formgebungsverfahren von Eisenwerkstoffen aufzählen
- die zum Härter- und Weicherwerden von Eisenwerkstoffen führenden Massnahmen nennen
- die Zusammenhänge zwischen der Zusammensetzung von Eisenwerkstoffen und deren Korrosionsverhalten aufzeigen
- einige Oberflächenbehandlungen zum Schutz gegen Korrosion nennen
- die wichtigsten anwendbaren Verbindungsarten (Schraub-, Niet-, Schweiss-, Löt-, Klebverbindungen) für Eisenwerkstoffe nennen.

#### Kupfer, Messing, Bronze

- die qualitative Zusammensetzung von Messing und Bronze nennen
- Härte, Festigkeit und Elastizität von Kupfer, Messing und Bronze mit andern Metallen vergleichen
- die thermische und elektrische Leitfähigkeit von Kupfer und Messing mit der Leitfähigkeit anderer Metalle vergleichen
- die wichtigsten Formgebungsverfahren von Kupfer, Messing und Bronze aufzählen
- die wichtigsten Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Kupfer und Messing aufzählen
- die wichtigsten für Kupfer und Messing anwendbaren Verbindungsarten nennen
- Korrosionsprobleme beim Verbinden von Kupfer und Messing mit andern Metallen aufzeigen und begründen.

## Leichtmetalle

- einige Aluminiumlegierungen nennen und bezüglich Bearbeitbarkeit, Härte, Festigkeit, Dichte sowie thermischer und elektrischer Leitfähigkeit mit den Eigenschaften anderer Metalle vergleichen
- die wichtigsten Formgebungsverfahren von Aluminium und seinen Legierungen aufzählen
- die wichtigsten, für Aluminiumwerkstoffe anwendbaren Verbindungsarten nennen
- Korrosionsprobleme beim Verbinden von Aluminiumwerkstoffen mit anderen Metallen aufzeigen und begründen
- weitere Leichtmetalle und deren Eigenschaften nennen.

## Glas, Keramik

- die Begriffe Glas und Keramik erläutern
- die mechanischen, elektrischen, thermischen und chemischen Eigenschaften beschreiben
- die Bedeutung der spektralen Durchlässigkeit von Gläsern aufzeigen
- die wichtigsten Verfahren zur Formgebung und Oberflächenbehandlung von Glas und Keramik aufzählen und erläutern
- die wichtigsten Verbindungsmethoden für Glas und Keramik aufzählen.

## Kunststoffe

- das Prinzip der Polymerisation, der Polykondensation und der Polyaddition zur Herstellung von Kunststoffen erläutern
- die Kunststoffarten Elastomere (Elaste), Thermoplaste und Duroplaste charakterisieren und die geläufigen Kunststoffe diesen Arten zuordnen
- die mechanischen, thermischen, elektrischen und chemischen Eigenschaften sowie die Formgebungs-, Bearbeitungs- und Verbindungsmöglichkeiten nachschlagen und aufgrund dieser Angaben Verwendungsmöglichkeiten für die einzelnen Kunststoffe aufzeigen
- die Begriffe faser- und papierverstärkte Kunststoffe erklären und die durch die Verstärkung bewirkte Veränderung von mechanischen Eigenschaften erläutern
- die wichtigsten Kunststoffe aufgrund ihrer chemischen und mechanischen Eigenschaften erkennen.

## Klebstoffe

- den Begriff erläutern
- die Bedingungen zur Herstellung einer guten Klebverbindung aufzeigen und die Zusammenhänge darlegen
- die typischen Einsatzgebiete für Kleister und Leime nennen und Vertreter dieser Klebstoffe aufzählen
- die zum Kleben von Kunststoffen notwendigen Lösungsmittel nachschlagen
- die typischen Einsatzgebiete von Ein- und Zweikomponentenklebern sowie ihre mechanischen, thermischen und chemischen Eigenschaften nachschlagen.

## Schmiermittel

- die Aufgabe der Schmiermittel beschreiben und ihre Wirkungsweise erklären
- die wichtigsten Faktoren, die im Zusammenhang mit der Schmierung zu beachten sind, nennen und ihren Einfluss erläutern
- aufgrund der Betriebsbedingungen die Art und Eigenschaften der erforderlichen Schmiermittel erläutern
- mit Hilfe von Nachschlagewerken die Eigenschaften von Mineralölen, Silikonölen, Schmierfetten, Graphit und Molybdändisulfid bestimmen und ihre typischen Einsatzgebiete nennen
- die speziellen Schmierprobleme bei Verwendung von Teflon oder Gummi, bei Schmierung im Vakuum und bei extremen Temperaturen erläutern.

## 35 Zeichnen (80 Lektionen)

### *Richtziele*

- einfache Skizzen für Werkstatt- und Glasarbeiten nach den Normen des VSM erstellen und lesen
- Schemas von Versuchsanordnungen mit genormten Symbolen übersichtlich aufzeichnen und interpretieren.

### *Informationsziele*

#### Grundlagen

- Sinn und Zweck von Zeichnungsnormen erläutern
- die bei der beruflichen Tätigkeit häufig verwendeten griechischen Buchstaben benennen und schreiben
- mit Lineal, Zirkel und Kurvenlineal Streckenteilungen, Kreisteilungen, Bogenanschlüsse, Vielecke, Ellipsen konstruieren und zeichnen
- gegebene Werte im rechtwinkligen Koordinatensystem grafisch darstellen.
- die zweckmässige Verwendung der gebräuchlichsten Reproduktionsverfahren nennen.

#### Schemazeichnen

- die elektrotechnischen Symbole von Schalter, Relais, Widerstand, Kapazität, Strom- und Spannungsquelle, Induktivität, Transformator, Halbleiterdiode, Zenerdiode, Transistoren (nnp, pnp) und von allgemeinen Instrumentensymbolen auswendig aufzeichnen
- einfache elektrische Schaltungen normgerecht aufzeichnen.

#### Werkstattsskizzen

- einfache Werkstücke, Bauteile und Apparaturanordnungen mit den notwendigen Ansichten und Schnitten normgerecht skizzieren und vermessen
- Werkstattsskizzen lesen
- perspektivische Ansichtsskizzen einfacher Werkstücke anfertigen und lesen
- Blockschemas von Versuchseinrichtungen aufzeichnen und interpretieren.

## 36 Englisch (160 Lektionen)

### *Richtziele*

Einen Grundwortschatz und elementare grammatikalische Kenntnisse erarbeiten,

- um einfache Vorschriften aus dem Fachgebiet vom Englischen ins Deutsche zu übersetzen und dabei entsprechende Hilfsmittel zu benützen
- um sich an einem einfachen, nicht fachspezifischen Gespräch zu beteiligen.

### *Allgemeiner Hinweis*

Der Vorbildung der Lehrlinge ist nach Möglichkeit durch Bildung von Stärkeklassen Rechnung zu tragen.

### *Informationsziele*

- Present Tense, Continuous Form in the Present, Future, Pronouns, Question, Negation, Question Tags, Comparison of Adjectives anwenden
- Continuous Form, Passive Voice, Adverbs, Simple Participles, Past Tense, Present Perfect erkennen
- den physikalischen Grundwortschatz<sup>1)</sup> beherrschen
- geeignete Hilfsmittel am Arbeitsplatz gebrauchen.

## 37 Allgemeinbildung, Turnen und Sport

Für die Allgemeinbildung (Deutsch, Geschäftskunde, Staats- und Wirtschaftskunde) sowie für Turnen und Sport gelten die Lehrpläne des BIGA.

## 4 Schlussbestimmungen

### 41 Übergangsrecht

Lehrlinge, die ihre Lehre vor dem 1. August 1981 begonnen haben, werden nach den bisherigen Vorschriften unterrichtet.

### 42 Inkrafttreten

Dieser Lehrplan tritt am 1. August 1981 in Kraft.

6. Mai 1981

Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit  
Der Direktor: i. V. Kind

7740

<sup>1)</sup> Unterlagen können bei der Arbeitsgemeinschaft der Lehrmeister von Physiklaboranten bezogen werden.