

## **Rahmenlehrplan**

für den Ausbildungsberuf

Werkstoffprüfer/Werkstoffprüferin

(Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 9. Mai 1996)

### **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

- 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 Möglichkeit zur freien Wahl des Arbeitsplatzes 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, 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 Rahmenlehrplanes sind mit der entsprechenden, von den zuständigen Fachministern des Bundes im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Bildung und Wissenschaft 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. Er ist in der Regel in eine berufsfeldbreite Grundbildung und darauf aufbauende Fachbildung gegliedert. Dabei kann ein Rahmenlehrplan in der Fachstufe mit Ausbildungsordnungen mehrerer verwandter Ausbildungsberufe abgestimmt sein.

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

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

- **Lerngebiete** sind thematische Einheiten, die unter fachlichen und didaktischen Gesichtspunkten gebildet werden; sie können in Abschnitte gegliedert sein.
- **Lernziele** beschreiben das angestrebte Ergebnis (z. B. Kenntnisse, Fertigkeiten, Verhaltensweisen), über das ein Schüler am Ende des Lernprozesses verfügen soll.
- **Lerninhalte** bezeichnen die fachlichen Inhalte, durch deren unterrichtliche Behandlung die Lernziele erreicht werden sollen.
- **Zeitrichtwerte** geben an, wie viele Unterrichtsstunden zum Erreichen der Lernziele einschließlich der Leistungsfeststellung vorgesehen sind.

Der Rahmenlehrplan enthält keine methodischen Vorgaben für den Unterricht.

Selbständiges und verantwortungsbewusstes Denken und Handeln wird vorzugsweise in solchen Unterrichtsformen vermittelt, in denen es Teil des methodischen Gesamtkonzeptes ist.

Dabei kann grundsätzlich jedes methodische Vorgehen zur Erreichung dieses Zieles beitragen; Methoden, welche die Handlungskompetenz unmittelbar fördern, sind besonders geeignet und sollten deshalb in der Unterrichtsgestaltung angemessen berücksichtigt werden.

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

## **Berufsbezogene Vorbemerkungen**

Der vorliegende Rahmenlehrplan ist mit der Verordnung über die Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer/zur Werkstoffprüferin vom 29. Mai 1996 (BGBl. I S. 773) abgestimmt.

Der Ausbildungsberuf ist nach der Berufsgrundbildungsjahr-Anrechnungs-Verordnung gewerbliche 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. Entsprechend der Ausbildungsverordnung wird im Rahmenlehrplan für das 3. und 4. Ausbildungsjahr differenziert nach den Schwerpunkten Metalltechnik, Halbleitertechnik und Wärmebehandlungstechnik

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

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

Die Schülerinnen/Schüler sollen:

- Grundsätze und Maßnahmen der Unfallverhütung und des Arbeitsschutzes zur Vermeidung von Gesundheitsschäden und zur Vorbeugung gegen Berufskrankheiten kennen und beachten; insbesondere Strahlenschutzmaßnahmen kennen und beachten;
- Notwendigkeit und Möglichkeiten einer von humanen und ergonomischen Gesichtspunkten bestimmten Arbeitsgestaltung erklären;
- mit der Berufsausübung verbundene Umweltbelastungen und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung bzw. Verminderung beschreiben;
- Grundsätze und Maßnahmen des rationellen Einsatzes der bei der Arbeit verwendeten Energien beschreiben;
- Wechselbeziehungen zwischen Naturwissenschaften, Beruf, Wirtschaft und Gesellschaft erkennen und verantwortungsbewusst handeln;
- die Fachsprache verstehen und anwenden;
- die vorgegebenen technischen Regelwerke kennen 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;
- den fachtheoretischen Teil zumindest eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens möglichst in dem Umfang erlernen, dass sie die Qualifikationsanforderungen, die bereits als anerkannte Regel der Technik in der Europäischen Union bestehen, erfüllen.

## Übersicht über die Lerngebiete mit Zeitrichtwerten

Lerngebiete	Zeitrichtwerte in den Ausbildungsjahren			
	1.	2.	3. und	4.
Mathematische Grundlagen	40			
Berufsfeldbezogene Berechnung	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 Beziehungen zur Umwelt	30			
Technische Kommunikation		60		
Bearbeiten von Werkstoffen		20		
Fertigungsmesstechnik		20		
Werkstoffkunde und einfache Wärmebehandlung		80		
Zerstörende Prüfungen I		80		
Metallgraphie I		20		
Physikalische Grundlagen der zerstörungsfreien Prüfverfahren			50	
Messen, Steuern und Regeln			50	
Maßnahmen zur Qualitätssicherung			40	
<b>Schwerpunkt Metalltechnik</b>				
Zerstörende Prüfungen II			40	
Zerstörungsfreie Prüfungen			80	
Metallographie II			40	
Werkstoffeigenschaften und Wärmebehandlung			80	
Korrosion und Verschleiß			20	
Schadensanalyse			20	
<b>Schwerpunkt Halbleitertechnik</b>				
Eigenschaften von Halbleiterwerkstoffen				50
Herstellung von Halbleiterwerkstoffen und -bauteilen				120
Prüfung von Halbleiterwerkstoffen und -bauteilen				90
Schadensanalyse				20
<b>Schwerpunkt Wärmebehandlung</b>				
Prüfverfahren				50
Metallographie II				40
Werkstoffeigenschaften und Wärmebehandlung				120
Härtereitechnik				50
Schadensanalyse				20
<b>Gesamt</b>	<b>440</b>	<b>280</b>	<b>420</b>	

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
<b>1. Ausbildungsjahr</b>	
<b>Mathematische Grundlagen – 40 Stunden</b>	
Zahlen den Teilmengen der reellen Zahlen zuordnen	natürliche, ganze, rationale und irrationale Zahlen und Dezimalzahlen runden
Grundrechnungsarten in der Menge der rationalen Zahlen beherrschen	vier Grundrechnungsarten Bruchrechnen
Algebraische Summen addieren und multiplizieren	Termumformung, Distributivgesetz Vorzeichenregeln Auflösen von Klammern Faktorisieren
Lineare Gleichungen explizit nach einer Variablen umformen	lineare Gleichungen und äquivalente Bruchgleichungen, berufsfeldbezogene Gleichungen
Termberechnungen durchführen	numerische Rechnungen mit und ohne Rechner rationelles Rechnen mit dem Rechner 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 Messwerte als Funktionsgraph normgerechte Beschriftung
Mit gegebenen Funktionsgraphen arbeiten	Aufsuchen von Funktionswerten und Argumenten graphische Interpolation und Extrapolation Ursprungsgerade als proportionale Zuordnung
Berufsfeldbezogene Funktionsgraphen mit nichtlinearen Maßstäben zeichnen	graphische Darstellung auf logarithmischem und halblogarithmischem Papier
Arithmetisches Mittel und Standardabweichung berechnen	Arithmetisches Mittel Standardabweichung
Potenzbegriff nennen und Potenzwerte berechnen	Potenzen mit rationalen Basen und ganzzahligen Exponenten Addition, Multiplikation von Potenzen Berechnung von Potenzen mit positiven Basen und rationalen Exponenten mit dem Rechner

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Radizieren und Logarithmen anwenden	dezimale Teile und Vielfache von Maßeinheiten Termumformung von Wurzeln in Potenzen mit rationalen Exponenten Bestimmung von Logarithmen zu den Basen 10 und e mit dem Rechner
<b>Berufsfeldbezogene Berechnungen – 80 Stunden</b>	
Grundbegriffe der Stöchiometrie nennen und rechnerisch anwenden	Stoffportion, Komponente Massenanteil, Lösung Stoffmenge, molare Masse stöchiometrisches Massenverhältnis
Massen und Volumina zum Herstellen und Verändern des Haltes von Lösungen berechnen	Massenteil, -konzentration Volumenanteil, -konzentration Stoffmengenkonzentration Lösungen aus technisch reinen Stoffen Lösungen aus kristallwasserhaltigen Stoffen Löslichkeit arithmetische und geometrische Lösungsreihe Mischungsgleichung Verdünnen und Einengen von Lösungen
Umsätze bei Reaktionen nach stöchiometrischen Massenverhältnissen berechnen	reine Stoffe Berechnungen zur Gravimetrie Berechnungen zur Volumetrie
Tabellenwerke benutzen	chemische und physikalische Tabellen, Nogramme und Diagramme
<b>Stoffe, Stoffeigenschaften und Verfahren zur Stofftrennung – 10 Stunden</b>	
Stoffarten aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften unterscheiden	Reinstoff, Gemenge Stoffeigenschaften
Physikalische Stoffkonstanten definieren und Methoden zu ihrer Bestimmung angeben	Dichte, Schmelzpunkt, Mischschmelzpunkt, Siedepunkt, Löslichkeit, Flammpunkt
Stoffsysteme klassifizieren, Verfahren zur Stofftrennung angeben und ihren Einsatz begründen	Suspension, Emulsion, Rauch, Nebel Lösung Sieben, Sedimentieren, Dekantieren, Filtrieren, Zentrifugieren, Destillieren, Extrahieren, Kristallisieren, Sublimieren, Absorbieren, Adsorbieren

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Arbeitsabläufe und Versuchsergebnisse protokollieren	Messdaten Protokollschema
<b>Aufbau der Materie und Periodensystem der Elemente – 20 Stunden</b>	
Aufbau der Atome aus Elementarteilchen nach dem Bohr-Rutherford-Modell beschreiben und Eigenschaften der Elementarteilchen angeben	Proton, Neutron, Elektron Atomkern und Atomhülle Kernladungszahl, Nukleonenzahl Isotopiebegriff atomare Masseneinheit Elementsymbol Bedeutung von Modellvorstellungen
Bedeutung von Modellvorstellungen erläutern	grundlegende Modellvorstellungen in der Chemie
Einteilungsprinzipien des PSE sowie Haupt- und Nebengruppenelemente nennen	Hauptgruppen, Nebengruppen Perioden Ordnungsprinzipien
Zusammenhang zwischen Atombau und Reaktivität eines Elements erklären	Atomradius Metallcharakter, Nichtmetallcharakter
Typische Eigenschaftsänderungen innerhalb einiger Gruppen und Perioden mit Hilfe des Schalenmodells beschreiben	ausgewählte Haupt- und Nebengruppenelemente
<b>Chemische Bindung, chemische Verbindung und chemische Reaktionen – 50 Stunden</b>	
Bindungsbestreben der Atome mit Hilfe der Edelgaskonfiguration beschreiben	Oktettregel
Reaktionsträgheit der Edelgase an Hand des Atombaus beschreiben	Eigenschaften Verwendung
Bildung einer Ionenbindung als Elektronenübergang erklären	Ion elektrostatische Anziehungskräfte chemische Formel Oxidationszahl
Oxidation und Reduktion erklären und einfache Reaktionsgleichungen aufstellen	Oxidationsmittel, Reduktionsmittel Redoxreaktion Edukt, Produkt
Atombindung erläutern	Molekülbegriff Elektronegativität polare Atombindung Dipol
Eigenschaften und Bedeutung des Wassers	Anomalie, Hydratation, Wasserstoffbrü-

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
nennen	ckenbindung
Über den Kreislauf des Wassers und dessen Beeinflussung durch den Menschen Auskunft geben	Grund- und Niederschlagwasser Wasseraufbereitung Trinkwasser, Betriebswasser Destilliertes, vollentsalztes Wasser Abwasser zivilisatorische Einflüsse Gewässerschutz
Darstellung, Eigenschaften und Handhabung von Gasen beschreiben	H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> Löslichkeit von Gasen Gefahrensymbole Sicherheitsbestimmungen
Auswirkungen bestimmter Schadstoffe auf den Menschen und seine Umwelt angeben	Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenstoffmonoxid Luftreinhaltung Emission, Immission MAK-, MIK-Wert
Metallbindung erklären	Elektronengas
Gitteraufbau und typische Eigenschaften von Stoffen aus ihren Bindungsarten herleiten	Ionen-, Atom-, Molekül-, Metallgitter zwischenmolekulare Kräfte Aggregatzustand Elektrische Leitfähigkeit Wärmeleitfähigkeit Verformbarkeit
Definition chemischer Grundbegriffe nennen	Stoffmenge molare Masse molares Volumen
Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen beschreiben	Gesetz von der Erhaltung der Masse Gesetz der konstanten und vielfachen Massenverhältnisse
Bedeutung der Energie bei chemischen Umsetzungen angeben	Reaktionsenthalpie exotherme, endotherme Reaktionen
Möglichkeiten der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit angeben	Temperatur, Katalysator Konzentration, Druck Zerteilungsgrad

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
<b>Säuren, Basen, Salze – 20 Stunden</b>	
Eigenschaften und Darstellungsmöglichkeiten von Säuren, Basen und Salzen nennen	Anhydride Säure-, Basenbegriff nach Arrhenius und Brönsted
Kennzeichnung und Aufbewahrung von Säuren und Laugen und Regel zum Verdünnen nennen	Gefahrensymbole Sicherheitsvorschriften
Reaktionsverhalten der Elektrolyte erläutern	Neutralisation und Salzbildung Elektrolytische Dissoziation Anion, Kation Elektrolyse Dissoziationsgrad Eigendissoziation des Wassers pH-Wert-Skala pH-Wert-Messung mit Farbindikatoren
<b>Einführung in die organische Chemie und aliphatische Kohlenwasserstoffe – 20 Stunden</b>	
Unterschiede zwischen anorganischen und organischen Verbindungen nennen	Bindungsart, thermische Beständigkeit, Löslichkeit, Leitfähigkeit, Schmelzpunkt
Einblick in die Systematik der organischen Verbindungen erhalten	Kohlenstoff-Ketten, -Ringe Einfach- und Mehrfachbindungen
Mit grundlegenden Strukturen organischer Moleküle vertraut sein	Tetraedermodell Heteroelemente
Summen- und Strukturformeln der Alkane, Cycloalkane, Alkene, Alkine und die Grundzüge der IUPAC-Nomenklatur der aliphatischen Kohlenwasserstoffe angeben	rationelle Formel Begriff der Homologen Reihe Molekülbau Gerüst-, cis-trans-Isomerie
Vorkommen, Darstellung, Eigenschaften und Verwendung von Vertretern dieser Stoffklassen beschreiben	Methan Ethen Ethin
Über Kennzeichnung, Handhabung und Lagerung organischer Lösungsmittel Auskunft geben	Gefahrensymbole Gefahrenklassen Cyclohexan Isopropanol Ethanol Aceton Toluol

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
<b>Mechanik – 50 Stunden</b>	
Physikalisches Maßsystem und seine Basiseinheiten nennen	SI Länge, Masse, Zeit, Stoffmenge, Stromstärke
Basisgrößen von abgeleiteten Größen unterscheiden, Einheiten zuordnen und Größen umrechnen	Fläche, Volumen, Dichte, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Druck
Messverfahren beschreiben	Messinstrumente, Messfehler Länge, Zeit, Masse, Volumen, Dichte
Kräfte charakterisieren, Masse und Gewichtskraft unterscheiden	$F = m \cdot a$ Kraft als gerichtete Größe, Kraftmessung
Kräfteverhältnisse beim Hebel beschreiben und rechnerisch anwenden	Hebelgesetz Gleichgewichtsarten
Arbeit, Energie und Leistung unterscheiden	$W = F \cdot s$ kinetische und potentielle Energie $P = W/t$ Wirkungsgrad
Energieerhaltungssatz anwenden	Energieumwandlungen
Druckausbreitung in Flüssigkeiten und Gasen unterscheiden und Anwendungen beschreiben	Hydraulische Systeme Boyle-Mariotte-Gesetz Aräometer, hydrostatische Waage Wasserstrahlpumpe, Drehschieberpumpe Druckgasflaschen, Druckreduzierventil Sicherheitsvorschriften
Druckmessverfahren beschreiben	Flüssigkeitsmanometer Barometer, U-Rohrmanometer
<b>Temperatur und Wärme – 40 Stunden</b>	
Zusammenhang zwischen Temperaturänderung und Ausdehnung beschreiben	Temperatur, Temperaturmessung, Celsius- und Kelvin-Skala linearer und kubischer Ausdehnungskoeffizient Gay-Lussac-Gesetz
Wärme als kinetische Energie beschreiben	Aggregatzustände Aggregatzustandsänderungen
Ausbreitungsarten der Wärmeenergie beschreiben	Wärmeleitung, Wärmeströmung, Wärmestrahlung
<b>Geometrische Optik – 20 Stunden</b>	

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Gesetzmäßigkeiten der Lichtausbreitung nennen und anwenden	Brechungsgesetz Brechungsindex Prisma, Spektralfarben Totalreflexion
Wirkungsweise dünner Linsen beschreiben, den Strahlengang konstruieren und mit Hilfe der Abbildungsgleichungen Berechnungen durchführen	Linsenarten Abbildungsmaßstab Linsengleichung
Funktionsweise optischer Geräte beschreiben	Lupe Mikroskop
<b>Elektrotechnische Grundlagen – 10 Stunden</b>	
Wirkungen und Ursachen elektrischer Felder beschreiben	Elementarladung, Ladungsmenge Kraftwirkung zwischen Ladungen, Ladungstrennung elektrische Spannung
Die Definition der Stromstärke angeben und die Wirkungen des elektrischen Stromes nennen	Ampere Wärme-, Licht-, elektrochemische, magnetische, physiologische Wirkung Unfallverhütung
Aufbau eines einfachen Stromkreises beschreiben und darstellen	Bestandteile des Stromkreises und deren Schaltzeichen Schaltung von Strom- und Spannungsmessgeräten
Zusammenhänge zwischen Stromstärke, Spannung und Widerstand beschreiben	Ohmsches Gesetz elektrischer Widerstand
<b>Zusammenhang zwischen Organisation und Funktion lebendiger Systeme – 50 Stunden</b>	
Eigenschaften und Merkmale lebendiger Systeme beschreiben	Zelle als grundlegende biologische Funktionseinheit Kennzeichnung des Lebendigen
Den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion von Zellen beschreiben	Aufbau pflanzlicher und tierischer Zellen Struktur und Funktion der Zellorganellen Zellteilung
Stoffwechselfvorgänge in Zellen beschreiben	biochemische Reaktionen
Lebewesen systematisch einteilen	natürliches System der Organismen
Den anatomischen Aufbau und physiologische Leistungen tierischer Organismen beschreiben	Gewebe, Organ, Organsystem Grundbaupläne und Funktion tierischer Organismen

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Die Morphologie und physiologische Leistungen von Pflanzen beschreiben	Gewebe Wurzel, Spross, Blatt Assimilation, Dissimilation
<b>Lebewesen und ihre Beziehung zur Umwelt – 30 Stunden</b>	
Erscheinungsformen und Eigenschaften von Mikroorganismen erläutern	makroskopisch, mikroskopisch Wachstumsbedingungen
Die Bedeutung von Mikroorganismen für den Menschen angeben	Infektionserreger Biotechnologie Hygiene, Desinfektion, Sterilisation
Wechselwirkung zwischen Organismen und Umwelt beschreiben	biotische und abiotische Faktoren ökologische Nische, Biotop
Den Zusammenhang zwischen Nahrungsbeziehungen und Stoffprodukten in Ökosystemen beschreiben	Produzent, Konsument, Destruent Kreislauf von Stoffen Energiefluss
Probleme aufzeigen, die sich durch Eingriffe des Menschen in Ökosysteme ergeben	biologisches Gleichgewicht Umweltbelastungen
Maßnahmen zur Vermeidung, Beseitigung bzw. Verminderung von Umweltbelastungen darstellen	Umweltschutzmaßnahmen Umweltschutzauflagen

## **2. Ausbildungsjahr**

### **Technische Kommunikation – 60 Stunden**

Normgerechte Bemaßung und Darstellung einfacher Werkstücke erklären	Normschrift Normgerechte Bemaßung Toleranzangaben Passungsarten Projektionsmethoden Darstellung in mehreren Ansichten Schnittdarstellungen Unterschiedliche geometrische Formen Werkstücke Gewindedarstellung Maschinenelemente Schweißverbindungen Gesamtzeichnungen Stücklisten
Aus Versuchsergebnissen Tabellen, Diagramme und Protokolle erstellen	Tabellen Diagramme

Lernziele	Lerninhalte
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Säulendiagramme</li><li>• Liniendiagramme (Härteverläufe)</li><li>• Kreisflächendiagramme</li><li>• Nomogramme</li><li>• Sankey-Diagramme</li></ul> Protokolle <ul style="list-style-type: none"><li>• Datenbanken</li><li>• Tabellenkalkulation</li><li>• Textverarbeitung</li><li>• Bilder</li></ul>
<p>Arbeitsanweisungen verfassen und anwenden</p>	Qualitätssicherung <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfpläne</li><li>• FEMA</li><li>• QM-Handbuch</li></ul>
	Fertigungspläne <ul style="list-style-type: none"><li>• Messplätze</li><li>• Toleranz-, Wärmebehandlungs- und Oberflächenangaben in Zeichnungen und Skizzen</li></ul>
	Bedienungsanleitungen Wartungsvorschriften
<p><b>Bearbeiten von Werkstoffen – 20 Stunden</b></p>	
<p>Grundregeln der werkstoffgerechten Probenherstellung erläutern</p>	Wahl der Entnahmestelle, Probenlage Kennzeichnung, Dokumentation Erhaltung des Werkstoffzustandes
<p>Fertigungsverfahren zur Probenherstellung beschreiben</p>	Vorgänge beim mechanischen Trennen <ul style="list-style-type: none"><li>• Zerteilende und spanende Wirkung der Werkzeugschneide</li><li>• Winkel und Kräfte an der Werkzeugschneide</li><li>• Verfahrens- und Werkzeugwahl</li></ul>
	Manuelle Trennverfahren <ul style="list-style-type: none"><li>• Scherschneiden</li><li>• Sägen</li><li>• Feilen</li><li>• Entgraten</li><li>• Gewindeschneiden</li></ul>
	Maschinelle Trennverfahren <ul style="list-style-type: none"><li>• Bohren</li><li>• Sägen</li><li>• Drehen</li><li>• Fräsen</li></ul>

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Schleifen</li><li>• Polieren</li><li>• Auswahl von Maschinenparametern</li></ul> Verfahren des Abtragens <ul style="list-style-type: none"><li>• Brennschneiden</li><li>• Erodieren</li></ul>
<b>Fertigungsmesstechnik – 20 Stunden</b>	
Erforderliche Genauigkeit und Oberflächengüte von Bauteilen erläutern und begründen	Funktionsabhängige Anforderungen <ul style="list-style-type: none"><li>• Maßgenauigkeit</li><li>• Oberflächengüte</li><li>• Passung</li><li>• Form- und Lagetreue</li></ul>
Form- und Lageabweichungen sowie die Oberflächenrauheit erklären	[Maßtoleranzen und Passungen im Lerngebiet Technische Kommunikation enthalten] Oberflächenbeschaffenheit <ul style="list-style-type: none"><li>• Härteangaben</li><li>• Beschichtungen</li><li>• Rillenrichtung</li><li>• Rautiefe Rz</li><li>• Mittenrauwert Ra</li><li>• normgerechte Zeichnungsangaben</li></ul> Formabweichungen <ul style="list-style-type: none"><li>• Geradheit</li><li>• Ebenheit</li><li>• Rundheit</li><li>• Zylinderform</li><li>• Linien- (Profil-) Form</li><li>• geometrische Flächenform</li><li>• normgerechte Zeichnungsangaben</li></ul> Lageabweichungen <ul style="list-style-type: none"><li>• Parallelität</li><li>• Rechtwinkligkeit</li><li>• Neigungs- und Winkelabweichung</li><li>• Position</li><li>• Koaxialität, Symmetrie</li><li>• Rundlauf, Planlauf</li><li>• normgerechte Zeichnungsangaben</li></ul>

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Prüf- und Messaufgaben erklären sowie Funktion und Aufbau von Messgeräten, Prüfeinrichtungen, Mess- und Prüfmaschinen erläutern	Maßverkörperungen Prüfen, Messen, Lehren Messfehler, Ablesefehler Statische Auswerteverfahren Mess- und Prüfgeräte/-maschinen CAQ (Computer Aided Quality Assurance)-Systeme SPC (Statistical Process Control)-Anwendung
<b>Werkstoffkunde und einfache Wärmebehandlung – 80 Stunden</b>	
Aufbau der Metalle beschreiben	Kristallgittertypen Elementarzelle Kristalle, Kristallite Kristallbaufehler Primär- und Sekundärgefüge
Gewinnung metallischer Werkstoffe beschreiben	Primär- und Sekundärmetallurgie Legierungssysteme Zustandsdiagramme
Herstellungsbedingte Werkstofffehler erläutern	Gießfehler <ul style="list-style-type: none"><li>• Seigerungen</li><li>• Lunker</li><li>• Gasblasen</li></ul> Umformfehler <ul style="list-style-type: none"><li>• Dopplungen</li><li>• Überwalzungen</li></ul>
Systematik der Einteilung von Werkstoffen	Werkstoffdatenblätter Werkstoffnormen
Glühbehandlungen beschreiben und den Zusammenhang zwischen Werkstoffeigenschaften und Gefüge erklären	Zustandsdiagramme Normalglühen Weichglühen Grobkornglühen Spannungsarmglühen Diffusionsglühen Rekristallisationsglühen
Mittel zum Erwärmen und Abkühlen nennen sowie den Werkstoffen und Verfahren zuordnen	Ofentypen Salze, Gase, Wirbelbett Induktion Ölbäder Wasser Luft Trockeneis

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Möglichkeiten der Härtesteigerung unterscheiden	Flüssiger Stickstoff Umwandlungshärten Ausscheidungshärten Altern Thermomechanische Behandlung
<b>Zerstörende Prüfungen I – 80 Stunden</b>	
Bedeutung, Auswahl und Anwendung der zerstörenden Prüfverfahren im Rahmen der Qualitätskontrolle erläutern	Mechanische Beanspruchung von Werkstoffen in technischen Systemen <ul style="list-style-type: none"><li>• Beanspruchungsarten</li><li>• Spannungen</li><li>• Statische Belastung</li><li>• Dynamische Belastung</li></ul> Mechanische und technologische Werkstoffeigenschaften Verwendung von Werkstoffdaten in der Festigkeitslehre <ul style="list-style-type: none"><li>• Werkstoffwahl</li><li>• Bauteildimensionierung</li><li>• Abhängigkeit der Festigkeit von der Beanspruchung</li><li>• Sicherheiten</li></ul> Grenzen rechnerischer Ansätze Einfluss von Bauteilgeometrie, Temperatur, Korrosion, Kerbwirkung und Belastungsdauer Werkstoffversagen durch Verformung und Bruch Bruchmorphologie
Vorbereiten und Durchführen von Zugversuchen beschreiben	Komponenten der Prüfmaschine <ul style="list-style-type: none"><li>• Kraftaufbringung</li><li>• Kraftmessgeräte</li><li>• Wegmessung</li><li>• Einspannvorrichtungen</li></ul> Wahl von Lastbereich und Versuchsgeschwindigkeit Normung von Zugproben <ul style="list-style-type: none"><li>• Proportionalstäbe</li><li>• Probestäbe für spezifische Erzeugnisse und Werkstoffe</li><li>• Probenvorbereitung</li></ul> Verfahren der Feindehnungsmessung Normgerechte Versuchsdurchführung an

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Versuchsergebnisse von Zugversuchen normgerecht darstellen und interpretieren	unterschiedlichen Werkstoffen und Erzeugnissen Temperatureinfluss, Warmzugversuch Rechnergestützter Zugversuch Automatisierung Federprüfung Kraft-Verlängerung-Schaubild Spannung-Dehnung-Diagramm Werkstoffkennwerte nach Norm Bruchformen an Zugproben Datenaufbereitung, Prüfbericht nach Norm
Druckversuche beschreiben	Prüfanordnung Einsatzbereich, Werkstoffe Probenformen Kennwerte, Ergebnisse Verhältnis Druck- und Zugfestigkeit Unterschiedliche Werkstoffe Federprüfung
Verfahren der Härteprüfung beschreiben und vergleichen	Definition der technischen Härte Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop Mikrohärte Modifiziertes Brinell-Verfahren HBT Universalhärteprüfung HU Nicht ortsgebundene Verfahren (UCI / Equotip / Shore) Umwertung von Härte und Zugfestigkeit für Stähle nach Norm
<b>Metallographie I – 20 Stunden</b>	
Vorbereitung metallographischer Untersuchungen beschreiben	Probennahme und –kennzeichnung Einbetten und Klammern Schleifen und Polieren Ätztechniken Korngrenzenätzung Kornflächenätzung
Mikroskopische Untersuchungsverfahren beschreiben	Vergrößerungswirkung Beleuchtungseinrichtungen Beleuchtungsarten <ul style="list-style-type: none"><li>• Hellfeldbeleuchtung (BF)</li><li>• Dunkelfeldbeleuchtung (DF)</li></ul>

---

**Lernziele****Lerninhalte**

---

**3. Ausbildungsjahr****Physikalische Grundlagen der zerstörungsfreien Prüfverfahren – 50 Stunden**

Kenngrößen von Schwingungen definieren	Ruhelage Elongation Amplitude Schwingungsdauer Frequenz Phase Energie
Schwingungsformen unterscheiden	Ungedämpfte Schwingung Gedämpfte Schwingung Erzwungene Schwingung Resonanz Resonanzverfahren in der Werkstoffprüfung
Eigenschaften elektromagnetischer Wellen erklären und die auf den Wellencharakter zurückzuführenden Erscheinungen beschreiben	Strahlungsbereiche: UV, VIS; IR Lichtstärke; Beleuchtungsstärke Thermische Strahler, Spektrallampen Laser, Spektralfilter Fotometrie Beugung am Spalt, Beugung am Gitter Interferenz an dünnen Schichten Phasenkontrast, Interferometer Hologramme Optische Polarisatoren Brewstersches Gesetz Doppelbrechung Spannungsdoppelbrechung Polarimeter
Größen und Eigenschaften von Wellen beschreiben	Wellenarten Wellenlänge Ausbreitungsgeschwindigkeit Polarisation Energietransport
Ausbreitung von Wellen beschreiben	Huygenssches Prinzip Reflexion Totalreflexion Refraktion Transmission
Entstehung, Wirkung und Spektrum der Röntgenstrahlen beschreiben	Kanalstrahlen Röntgenröhre Eigenschaften von Röntgenstrahlung Charakteristische Strahlung Bremsstrahlung

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Entstehung, Eigenschaften und Verwendung radioaktiver Strahlen beschreiben	Grenzfrequenz Strahlungsarten Ablenkung der Strahlung Zerfallsgesetze, Halbwertszeit, Aktivität (natürliche) Zerfallsreihen GM-Zähler, Dosimeter Stoss, Streuung, Fotoeffekt, Paarbildung Schwächenkoeffizient, Halbwertsdicke, Reichweite Streuung, Austausch, Spaltung Durchstrahlungs-, Bestrahlungs- und Markierungsverfahren Umweltschutz und Sicherheitsmaßnahmen
Notwendigkeit und Durchführung von Strahlenschutzmaßnahmen erklären sowie dosimetrische Messgrößen nennen	Somatische und genetische Schäden Externe Strahlenexposition, Inkorporation Biologische Halbwertszeit, Strahlenschutzvorschriften; Strahlenschutztechnik Energiedosis, Äquivalentdosis, Dosisgrenzwerte; Natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung
<b>Messen, Steuern und Regeln – 50 Stunden</b>	
Abhängigkeit des Leiterwiderstands beschreiben	Spezifischer Widerstand Leitwert Leitfähigkeit Temperaturabhängigkeit des Widerstandes
Gesetzmäßigkeiten für Reihen- und Parallelschaltung angeben	Kirchhoffsche Gesetze Brückenschaltungen
Elektrische Arbeit und Leistung erläutern	Wattsekunde, Kilowattstunde Watt Umrechnung in Wärmeenergie und mechanische Energie Wirkungsgrad
Gesetzmäßigkeiten des elektrischen Feldes erläutern	Feldbegriff, Feldlinien, Feldstärke Kraftwirkung
Gesetzmäßigkeiten des magnetischen Feldes erläutern	Feldbegriff, Feldlinien, Feldstärke, Kraftwirkung Dia-, Ferro-, Paramagnetismus
Wechselwirkungen zwischen elektrischen und magnetischen Feldern erklären	Induktionsgesetze
Galvanische Elemente als Spannungsquellen beschreiben	Primärelement Spannungsreihe der Metalle

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
	Lokalelement Kathodischer Schutz Sekundärelement
Elektrolysevorgänge beschreiben	Faradaysche Gesetze Faraday-Konstante
Gefahren im Umgang mit elektrischem Strom nennen und Schutzmaßnahmen beschreiben	Körperschluss, Kurzschluss, Endschluss Physiologische Wirkung Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Stromunfällen Schutzleiter, Schutzisolierung, Sicherung Leistungsschutzschalter, FI-Schutzschalter
Grundbegriffe der Mess- und Signaltechnik nennen und erläutern sowie über die Funktionsweise von Sensoren Auskunft geben	Messen, Prüfen Kalibrieren, Justieren, Eichen Analog-, Binär- und Digitalsignale Kontinuierliche und diskontinuierliche Messungen Systematische und zufällige Fehler Form von Fehlerangaben Sensoren für <ul style="list-style-type: none"><li>• Weg</li><li>• Kraft, Druck, Beschleunigung</li><li>• Temperatur</li><li>• Elektromagnetische Strahlung</li></ul>
Aufbau und Funktion von Systemen zur Labor- und Prozessautomatisierung beschreiben sowie die Dokumentation erläutern	Prozessnahe Komponenten Kommunikationssystem Anzeige- und Bedienungskomponente Controller, Leitrechner Messen, Steuern, Regeln Anzeigen, Überwachen, Melden Protokollieren, Archivieren Vorgänge auslösen Entscheidungen eingeben Werte festlegen Anlagenbild Verfahrensfließbild

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
<b>Maßnahmen zur Qualitätssicherung – 40 Stunden</b>	
Die Strukturierung und das Ziel des Qualitätsmanagementsystems (QM) beschreiben	Qualitätspolitik <ul style="list-style-type: none"><li>• Beschreibung des QM-Systems</li><li>• QM-Handbuch</li></ul> Organisatorischen Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"><li>• Arbeitsanweisungen</li><li>• Interne Spezifikation</li><li>• Kontrollmethoden</li><li>• Ausbildungsdokumente</li></ul> Dokumente und Aufzeichnungen <ul style="list-style-type: none"><li>• Interne Maßnahmen</li><li>• Qualitätssicherungsvereinbarungen (QSV)</li><li>• Verträge</li><li>• Qualitätsregelkarten</li><li>• Archivierung</li></ul>
QM-Elemente nennen und die Elemente, die den tätigkeitsspezifischen Aufgabenbereichen zugeordnet sind, bewerten	QM-Elemente nach Norm Total Quality Management (TQM)
Statistische Methoden bei der Versuchsauswertung anwenden	Statistisches Bewerten attributiver Merkmale Stichprobenverfahren Auswerten von Messreihen Gaußsche Normalverteilung <ul style="list-style-type: none"><li>• Standardabweichung</li><li>• Vertrauensbereich</li><li>• Mittelwert und Zentralwert</li><li>• Streuung und Spannweite</li></ul> Stichprobenergebnisse als Schätzwert für Messwerte der Grundgesamtheit Annehmbare Qualitätslage (AQL) Graphische Darstellung einfacher Werteverteilungen Rundungsregeln nach Norm Regressionsanalysen Fehlerabschätzung Fehlerbereichung

---

**Lernziele****Lerninhalte**

---

**Fachbildung des Schwerpunktes Metalltechnik**

6. und 7. Ausbildungshalbjahr)

**Zerstörende Prüfungen II – 40 Stunden**

Zeitstandversuch beschreiben

Kriechen von Werkstoffen  
Temperatureinfluss  
Prüfanordnung  
Versuchsdurchführung  
Zeitstandschaubild, Zeitdehnl  
Versuchsauswertung und Prüfbericht nach Norm

Kerbschlagbiegeversuche und ihre technische Bedeutung beschreiben

Pendelschlagwerke

- Arbeitsvermögen
- Schlaggeschwindigkeit

Probenlage und Werkstoffzustand  
Kerbschlagproben nach Norm  
Probenbeanspruchung, Spannungszustand, Kerbschlagarbeit und -zähigkeit  
Einfluss der Probenform  
Kerbschlagarbeit-Temperatur-Kurven  
Beurteilung der Bruchfläche nach Norm  
Normgerechte Versuchsauswertung  
Instrumentierter Kerbschlagbiegeversuch

Dauerschwingversuche beschreiben

- Belastungsfälle
- Dauerfestigkeit, Zeitfestigkeit
- Einflüsse auf das Versuchsergebnis
- Dauerbruchflächen
- Dauerfestigkeitsschaubilder (WÖHLER/SMITH)
- Prüfung von Bauteilen
- Belastungskollektive

Risszähigkeit nach Norm

Technologische Prüfverfahren beschreiben und deren Bedeutung in der Fertigung erläutern

Erzeugnisspezifische Prüfungen

- Bleche
- Drähte
- Rohre

Prüfung von Fügetechniken

- Schweiß- und Lötverbindungen
- Metallklebungen
- Mechanische Verbindungselemente
- Kernverbunde

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
<b>Zerstörungsfreie Prüfungen – 80 Stunden</b>	
Sichtprüfung (VT) als Grundlage zerstörungsfreier Prüfverfahren erläutern	Objekt- und Fehlerkunde <ul style="list-style-type: none"><li>• Gussteile</li><li>• Schmiedestücke</li><li>• Stab- und Profilmaterial</li><li>• Schweiß- und Lötverbindungen</li></ul> Vorbereitung und Durchführung Hilfsmittel Prüfanweisung Protokoll Unterscheidung von Ungäncen und Fehlern Überblick über weitere ZfP-Verfahren sowie ihre Eignung zum Fehlernachweis
Prüfen von Oberflächenfehlern durch Farbeindringverfahren (PT) erklären	Prüfverfahren nach Norm Prinzip des Verfahrens Prüfmittelsysteme Prüfungsdurchführung Typische Fehlerarten Fehlernachweis Dokumentation nach Norm Umweltschutz, Sicherheitsbestimmungen
Prüfung von Oberflächenfehlern durch Magnetpulverprüfverfahren (MT) erklären	Prinzip des Verfahrens Prüfteilvorbereitung Magnetisierungsmethoden Skin-Effekt Auswahl der Magnetisierungsmethode nach Fehlerart Prüfmittel nach Norm Physikalische Eigenschaften der Prüfmittel Lichtquellen für Prüfzwecke Eigenschaften von UV-Licht Normgerechte Auswertung und Dokumentation Sicherheitsbestimmungen, Umweltschutz
Anwendung der Wirbelstromprüfung (ET) darstellen	Bedeutung des Verfahrens Automatisierte Prüfung bei Serienfertigung Erzeugung des Wirbelstromfeldes Resultierendes magnetisches Feld Prüfgeräte Werkstoffe- und gefügeabhängige Parameter Leistungsfähigkeit des Verfahrens Wendungsbeispiele <ul style="list-style-type: none"><li>• Nachweis von Fehlern</li><li>• Materialverwechslungen</li></ul>

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Akustische Besonderheiten des Ultraschalls (US) für die technische Anwendung zum Prüfen erläutern	Wellenarten <ul style="list-style-type: none"><li>• Longitudinalwellen</li><li>• Transversalwellen</li><li>• Plattenwellen</li><li>• Oberflächenwellen</li></ul> Schallgeschwindigkeit
Aufbau und Funktion des US-Systems sowie einen Prüfvorgang erklären	Ultraschallprüftechnik <ul style="list-style-type: none"><li>• Impuls-Echo-Verfahren</li><li>• Durchschallungsprinzip</li></ul> Prinzip der Echoanzeige Ankoppeln des Prüfkopfes Blockschaltbild des US-Systems Einstell- und Justierelemente Handhabung <ul style="list-style-type: none"><li>• Betriebsarten</li><li>• Empfangsverstärker</li><li>• Impulsverschiebung</li></ul> Prüfköpfe und Ultraschallerzeugung <ul style="list-style-type: none"><li>• Piezoelektrischer Effekt</li><li>• Magnetostriktiver Effekt</li><li>• Schwingerabmessungen</li><li>• Schallfeld</li><li>• Richtcharakteristik</li><li>• Vorlaufstrecke</li></ul> Wahl eines Prüfkopfes <ul style="list-style-type: none"><li>• Bauteilgröße</li><li>• Vermutete Ungängen</li></ul> Entfernung justieren <ul style="list-style-type: none"><li>• Justierbereich</li><li>• Justieren mit Rückwand</li><li>• Gebrauch des Kontrollkörpers</li></ul> Echohöhe einstellen <ul style="list-style-type: none"><li>• Rechnen mit Schallpegeln</li><li>• Rückwand</li><li>• Vergleichsreflektoren</li></ul> Prüfanweisung
Wanddickenmessung erläutern	Längen- und Dickenmessung Messen mit Senkrecht- bzw. SE-Prüfkopf Impulsverschiebung Mehrfach-Echo-Methode Störgrößen Prüfung von Korrosion und Erosion auf der Gegenseite
Besonderheiten der Blechprüfung beschreiben	Fehlerarten im Blech

Lernziele	Lerninhalte
ben	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dopplungen</li><li>• Schieferungen</li><li>• Zwischenschichten</li><li>• Überwetzungen</li></ul> Abtastverfahren <ul style="list-style-type: none"><li>• Halbwertmethode</li></ul> Prüftechnik bei dünnen Blechen und automatisierten Anlagen Klassifizierung <ul style="list-style-type: none"><li>• Abnahmevorschriften</li><li>• Stahl-Eisen-Lieferbedingungen</li></ul>
Besonderheiten der Prüfung anderer Werkstoffe als Stahl erklären	Prüfbarkeit in Abhängigkeit von Schallschwächung <ul style="list-style-type: none"><li>• Spezielle Prüfköpfe</li><li>• Prüffrequenzen</li></ul> Berücksichtigung anderer Schallgeschwindigkeiten <ul style="list-style-type: none"><li>• Justierung</li><li>• Bestimmen der Schallgeschwindigkeit</li></ul>
Genauigkeit und Fehlerquellen der US-Prüfungseinrichtung beschreiben	Fehlerortung <ul style="list-style-type: none"><li>• Kontrolle der Linearität der Anzeige</li></ul> Auflösungsvermögen <ul style="list-style-type: none"><li>• Sendeimpuls</li><li>• Echoimpuls</li></ul> Echohöhe und Schwellen <ul style="list-style-type: none"><li>• Linearität des Verstärkers</li><li>• Wirkung von Schwellen</li></ul> Prüfköpfe <ul style="list-style-type: none"><li>• Schwingergröße</li><li>• Schallfeld</li><li>• Prüffrequenz</li><li>• Bandbreite und Fehlergröße</li><li>• Dämpfung</li><li>• Schutzschicht</li></ul>
Verwendung von Winkelprüfköpfen und die Besonderheiten der Schrägeinschallung erläutern	Schrägeinschaltung von L-Wellen Wellen für Prüfzwecke im Bauteil Brechung und (Total-)Reflexion Wellenumwandlung <ul style="list-style-type: none"><li>• Streifender Einfall</li><li>• Nebenechos</li></ul> Radiale Senkrechteinschallung in Rundmaterial <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusatzechos</li></ul> Aufbau und Wirkungsweise von Winkel-

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Bewertung von Unganzen und die Anwendung von Prüfanweisungen erläutern	prüfköpfen Prüfen mit Winkelprüfköpfen Justieren des US-Gerätes  Vergleichslinien und AV-Diagramme Vorsatzskalen und Software-Lösungen Prüfvorschriften <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfvolumen</li><li>• Einschallrichtung</li><li>• Spez. Prüftechnik</li><li>• Registriergrenzen</li><li>• Dokumentation</li></ul>
Anwendung der US-Prüftechnik in automatisierten Anlagen beschreiben	Tauch-/Pfützentechnik Rastertechnik <ul style="list-style-type: none"><li>• C-Bild</li><li>• Falschfarbendarstellung</li></ul> Mehrkanaltechnik Registrierarten
Anwendung der Durchstrahlungsprüfung (RT) darstellen	Prinzip der Durchstrahlungsprüfung Erkennbare Werkstofffehler Aufbau von Röntgen- und Gammastrahlengeräten Wahl von Strahler und Energie Filme und Folien Fehlerabbildung Bildgüte Auswertung von Durchstrahlungsaufnahmen Arbeitssicherheit, Strahlenschutz
<b>Metallographie II – 40 Stunden</b>	
Spezielle Untersuchungsverfahren der Auflichtmikroskopie erklären	Beleuchtungs- und Kontrastverfahren <ul style="list-style-type: none"><li>• Farb- und Polarisationsfilter</li><li>• Differentialkontrast</li><li>• Interferenzkontrast</li><li>• Fluoreszenz</li></ul> Auflösungsvermögen <ul style="list-style-type: none"><li>• Apertur</li><li>• Immersionsflüssigkeiten</li><li>• Wellenlänge des Lichtes</li></ul>

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Makroskopische und mikroskopische Foto-technik sowie elektronische Bilderzeugnisse und –speicherung unterscheiden	Filme und Fotopapiere Belichten, Entwickeln und Fixieren Blende, Belichtungsdauer Strahlengang in der Fotoeinrichtung Videodigitalisierung, Videoprinttechnik
Verfahren der quantitativen Metallographie erklären	Schichtdickenmessungen Gefügeauswertung <ul style="list-style-type: none"><li>• Richtreihen</li><li>• Flächenauszahlverfahren</li><li>• Linienschnittverfahren</li><li>• Bildanalysesysteme</li></ul>
Makroskopische Untersuchungsverfahren beschreiben	Ätzverfahren nach Ader, Frey, Oberhoffer Abdruckverfahren nach Baumann
<b>Werkstoffeigenschaften und Wärmebehandlung – 80 Stunden</b>	
Härten von Stählen beschreiben und Bedingungen als Folge der notwendigen Gefügeänderungen erkennen	Martensitbildung Bainit Härteverfahren ZTA-Schaubilder ZTU-Schaubilder Einfluss der Legierungselemente Härtefehler Anlassen
Quellen für verschiedene Werkstoffdaten nennen, unterscheiden und für die Versuchsvorbereitung von Werkstoffprüfungen nutzen	Werkstoffdatenblätter (Stahl-Eisen-Liste) Datenbanken Schaubilder Wärmebehandlungsdiagramme Werkstoffnormen Halbzeugnormen Werkstofftabellen Abnahmevorschriften
Wirkung von Kohlenstoff und Legierungselementen auf Eisenwerkstoffe angeben	Zustandsdiagramme Einfluss auf <ul style="list-style-type: none"><li>• Austenitbereich</li><li>• Ferritbereich</li><li>• Martensitbereich</li></ul> Einfluss von Legierungselementen, insbesondere von Mn, Si, Cr, Mo, Cr/Ni Stähle und Eisengusswerkstoffe nach Verwendungszweck

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Stirnabschreckversuch als Möglichkeit zur Bestimmung der Auf- und Einhärtbarkeit von Stählen beschreiben	Durchführung Versuchsauswertung Härteverlauf nach Norm Durchhärtbarkeit Einfluss der Legierungselemente ZTU-Schaubilder
Vergüten als Verfahren zur Steigerung der Festigkeit beschreiben	Härten und Anlassen bei hoher Temperatur Bainitisieren ZTU-Schaubilder
Verfahren zur Randschichttechnik beschreiben	Randschichthärten Thermochemische Verfahren Beschichten Härteverlauf nach Norm
Legierungen der NE-Metalle charakterisieren	Legierungselemente Eigenschaften und Gefüge Zustandsschaubilder Hebelgesetz der Phasen
Aushärten von NE-Legierungen beschreiben und die Gefügeänderungen erklären	Zustandsdiagramme Homogenisieren Unterkühlte Lösung Warmauslagern Kaltauslagern
<b>Korrosion und Verschleiß – 20 Stunden</b>	
Oberflächenschäden mit Hilfe von typischen Proben und Schadensberichten den Schädigungstypen zuordnen sowie den Prozess beschreiben	Korrosionsangriff Erosionsschäden Zerstörung durch Kavitation Verschleißschäden Zusammenwirken von Schädigungsmechanismen
Reaktionsarten der Korrosion erläutern	Chemische Korrosion Elektro-chemische Korrosion Normalpotentiale technisch wichtiger Metalle Praktische Korrosionspotentiale und Passivierung
Erscheinungsformen der Korrosion anhand von Proben charakterisieren und ihr technisches Gefährdungspotential einschätzen	Korrosionsformen nach Norm

---

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
Maßnahmen und Methoden des Korrosionsschutzes erklären und bewerten	Beschichtungen Passivierungsschichten Kathodischer Korrosionsschutz Inhibitoren in Flüssigkeitskreisläufen
Korrosionstests und ihre Kennwerte an Beispielen beschreiben	Bewitterungstest Korrosionsverlust und -geschwindigkeit
<b>Schadensanalyse – 20 Stunden</b>	
Systematik der Untersuchung von technischen Schadensfällen erläutern	Aufgaben und Ziele der Schadensanalyse Schadensaufnahme und Beweissicherung Informationen über den Schadensfall Auswahl geeigneter Untersuchungsverfahren Makroskopische und mikroskopische Beurteilung von Brüchen und Rissen Zuordnung von Schäden zu Ursachen <ul style="list-style-type: none"><li>• Werkstofffehler</li><li>• Fertigungsfehler</li><li>• Beanspruchungen im Betrieb</li></ul> Schadensbericht, Dokumentation Fehlervermeidung

### **Fachbildung des Schwerpunktes Halbleitertechnik**

(6. und 7. Ausbildungshalbjahr)

#### **Eigenschaften von Halbleiterwerkstoffen – 50 Stunden**

Kenngrößen von Halbleitern unterscheiden und erläutern	Periodensystem <ul style="list-style-type: none"><li>• IV-, III-V-, II-VI-Verbindungen</li></ul> Schmelzpunkt Gitterkonstante Bandabstand Ladungsträgerbeweglichkeit Ladungsträgerlebensdauer Photoeffekt Halleffekt
Beeinflussung der Leitfähigkeit durch Dotieren erklären	Diffusion Implantation

<b>Lernziele</b>	<b>Lerninhalte</b>
<b>Herstellung von Halbleiterwerkstoffen und -bauteilen – 120 Stunden</b>	
Herstellung epitaxialer Schichten und die Schichtdickenmessung beschreiben	Silizium Galliumarsenid Indiumphosphid Gasphaseepitaxie Flüssigphaseepitaxie Molekularstrahlepitaxie Heterotechnologie Schichtdickenmessung
Herstellung von Isolations- und Sperrschichten bei Halbleitermaterialien beschreiben	Siliziumoxidschicht Siliziumnitridschicht Diffusionssperren Schichtdickenmessung
Photographische Verfahren zum Aufbringen von Strukturen und Halbleitermaterialien beschreiben	Eigenschaften von Fotolacken Belichtungsverfahren
Herstellung von Strukturen durch Ätzprozesse beschreiben	Nassätzung Gas- und Plasmaätzung
Herstellung von Leitschichten erklären	Aufdampfen Sputtern Dotieren
Montage von Chips beschreiben	Bonden Kleben Molden Löten
<b>Prüfung von Halbleiterwerkstoffen und -bauteilen – 90 Stunden</b>	
Leitungsvorgänge in Halbleitern und Struktur von Halbleiterbauelementen erläutern	Diode Transistor Integrierte Schaltkreise Optoelektronische Bauelemente
Verfahren zum Nachweis von Verunreinigungen und Kontaminationen unterscheiden	Spektroskopie Röntgenspektroskopie Mikroskopie Rasterelektronenmikroskopie
Verfahren der Ultraschalltechnik erläutern	Tauch- und Rastertechnik Prüffrequenzen
Eigenschaften von Polymeren beschreiben	Viskosität Topfzeit, Aushärtezeit

Zuverlässigkeitstests und Schädigungsmechanismen beschreiben

Operation Life Test (OLT)  
Klimatest

### **Schadensanalyse – 20 Stunden**

Systematik der Untersuchung von technischen Schadensfällen erläutern

Aufgaben und Ziele der Schadensanalyse

- Schadensaufnahme
  - Beweissicherung
  - Informationen über den Schadensfall
- Auswahl geeigneter Untersuchungsverfahren

Mikroskopische- und spektroskopische Beurteilung von mechanischen und elektrischen Schäden

Zuordnung von Schäden zu Ursachen

- Werkstofffehler, Fertigungsfehler
- Beanspruchung im Betrieb

Schadensbericht

Dokumentation

Fehlervermeidung

## **Fachbildung des Schwerpunktes Wärmebehandlungstechnik**

(6. und 7. Ausbildungshalbjahr)

### **Prüfverfahren – 50 Stunden**

Kerbschlagbiegeversuche und ihre technische Bedeutung beschreiben

Pendelschlagwerke

- Arbeitsvermögen
- Schlaggeschwindigkeit

Probenlage und Werkstoffzustand

Kerbschlagproben nach Norm

Probenbeanspruchung, Spannungszustand

Kerbschlagarbeit und -zähigkeit

Einfluss der Probenform

Kerbschlagarbeit-Temperatur-Kurven

Beurteilung der Bruchfläche nach Norm

Normgerechte Versuchsauswertung

Instrumentierter Kerbschlagbiegeversuch

Sichtprüfung (VT) als Grundlage zerstörungsfreier Prüfverfahren erläutern

Objekt- und Fehlerkunde

- Gussteile
- Schmiedestücke
- Stab- und Profilmaterial
- Schweiß- und Lötverbindungen

Vorbereitung und Durchführung

Hilfsmittel

	Prüfanweisung Protokoll Unterscheidung von Ungängen und Fehlern Überblick über weitere ZfP-Verfahren sowie ihre Eignung zum Fehlernachweis
Prüfen von Oberflächenfehlern durch Farbeindringverfahren (PT) erklären	Prüfverfahren nach Norm Prinzip des Verfahrens Prüfmittelsysteme Prüfungsdurchführung Typische Fehlerarten Fehlernachweis Dokumentation nach Norm Umweltschutz, Sicherheitsbestimmungen
Prüfung von Oberflächenfehlern durch Magnetpulverprüfverfahren (MT) erklären	Prinzip des Verfahrens Prüfteilvorbereitung Magnetisierungsmethoden Skin-Effekt Auswahl der Magnetisierungsmethode nach Fehlerart Prüfmittel nach Norm Physikalische Eigenschaften der Prüfmittel Lichtquellen für Prüfzwecke Eigenschaften von UV-Licht Normgerechte Auswertung und Dokumentation Sicherheitsbestimmungen, Umweltschutz
Anwendung der Wirbelstromprüfung (ET) darstellen	Bedeutung des Verfahrens Automatisierte Prüfung bei Serienfertigung Erzeugung des Wirbelstromfeldes Resultierendes magnetisches Feld Prüfgeräte Werkstoff- und gefügeabhängige Parameter Leistungsfähigkeit des Verfahrens Anwendungsbeispiele <ul style="list-style-type: none"><li>• Nachweis von Fehlern</li><li>• Materialverwechslungen</li></ul>
Aussagefähigkeit von Funken- und Bruchproben zur Werkstoffbeurteilung erläutern	Funkenbilder Vergleichsproben Bruchaussehen und Gefüge

## **Metallographie II – 40 Stunden**

Spezielle Untersuchungsverfahren der Auflichtmikroskopie erklären	Beleuchtungs- und Kontrastverfahren <ul style="list-style-type: none"><li>• Farb- und Polarisationsfilter</li><li>• Differentialkontrast</li><li>• Interferenzkontrast</li><li>• Fluoreszenz</li></ul>
---	--

Makroskopische und mikroskopische Fototechnik sowie elektronische Bilderzeugung und –speicherung unterscheiden	Auflösungsvermögen <ul style="list-style-type: none"><li>• Apertur</li><li>• Immersionsflüssigkeiten</li><li>• Wellenlänge des Lichtes</li></ul> Filme und Fotopapiere Belichten, Entwickeln und Fixieren Blende, Belichtungsdauer Strahlengang in der Fotoeinrichtung Videodigitalisierung, Videoprinttechnik
Verfahren der quantitativen Metallographie erklären	Schichtdickemessungen Gefügeauswertung <ul style="list-style-type: none"><li>• Richtreihen</li><li>• Flächenauszahlverfahren</li><li>• Linienschnittverfahren</li><li>• Bildanalysesysteme</li></ul>
Makroskopische Untersuchungsverfahren beschreiben	Ätzverfahren nach Adler, Frey, Oberhoffer Abdruckverfahren nach Baumann

### **Werkstoffeigenschaften und Wärmebehandlung – 120 Stunden**

Härten von Stählen beschreiben und Bedingungen als Folge der notwendigen Gefügeänderungen erkennen	Martensitbildung Bainit Härteverfahren ZTA-Schaubilder ZTU-Schaubilder Einfluss der Legierungselemente Härtefehler Anlassen
Quellen für verschiedene Werkstoffdaten nennen, unterscheiden und für die Versuchsvorbereitung von Werkstoffprüfungen nutzen	Werkstoffdatenblätter (Stahl-Eisen-Liste) Datenbanken Schaubilder Wärmebehandlungsdiagramme Werkstoffnormen Halbzeugnomen Werkstofftabellen Abnahmevorschriften
Wirkung von Kohlenstoff und Legierungselementen auf Eisenwerkstoffe angeben	Zustandsdiagramme Einfluss auf <ul style="list-style-type: none"><li>• Austenitbereich</li><li>• Ferritbereich</li><li>• Martensitbereich</li></ul> Einfluss von Legierungselementen, insbesondere von Mn, Si, Cr, Mo, Cr/Ni Stähle und Eisengusswerkstoffe nach Verwendungszweck
Stirnabschreckversuch als Möglichkeit zur	Durchführung

Bestimmung der Auf- und Einhärtbarkeit von Stählen beschreiben	Versuchsauswertung Härteverlauf nach Norm Durchhärtbarkeit Einfluss der Legierungselemente ZTU-Schaubilder
Vergüten als Verfahren zur Steigerung der Festigkeit beschreiben	Härten und Anlassen bei hoher Temperatur Bainitisieren ZTU-Schaubilder
Verfahren zur Randschichttechnik beschreiben	Randschichthärten Thermochemische Verfahren Beschichten Härteverlauf nach Norm
Legierungen der NE-Metalle charakterisieren	Legierungselemente Eigenschaften und Gefüge Zustandsschaubilder Hebelgesetz der Phasen
Aushärten von NE-Legierungen beschreiben und die Gefügeänderungen erklären	Zustandsdiagramme Homogenisieren Unterkühlte Lösung Warmauslagern Kaltauslagern

### **Härtereitechnik – 50 Stunden**

Maßnahmen der Werkstückvorbereitung und Werkstücknachbehandlung beschreiben	Reinigung Einpacken, Abdecken Chargierhilfsmittel Richten
Anlagen zum Erwärmen und Abkühlen erklären	Härteöfen Gasversorgung Ofensteuerung Wäscher Fördereinrichtungen Kühlbehälter Kühlmedien

### **Schadensanalyse – 20 Stunden**

Systematik der Untersuchung von technischen Schadensfällen erläutern	Aufgaben und Ziele der Schadensanalyse Schadensaufnahme und Beweissicherung Informationen über den Schadensfall Auswahl geeigneter Untersuchungsverfahren Makroskopische und mikroskopische Beurteilung von Brüchen und Rissen Zuordnung von Schäden zu Ursachen
--	---

- Werkstofffehler
- Fertigungsfehler
- Beanspruchungen im Betrieb  
Schadensbericht, Dokumentation  
Fehlervermeidung