

**Ministerium für Kultus, Jugend und Sport
Baden-Württemberg**

Bildungsplan für die Berufsschule

**Werkstoffprüfer/
Werkstoffprüferin**

Ausbildungsjahr 1, 2, 3 und 4

**Baden-
Württemberg**



**KMK-Beschluss
vom 25. April 2013**

Landesinstitut für Schulentwicklung

Inhaltsverzeichnis

3	Vorwort
4	Erziehungs- und Bildungsauftrag der Berufsschule
8	Umsetzungshinweise für Baden-Württemberg
9	Berufsbezogene Vorbemerkungen
Anhang	Lernfelder

Impressum

Herausgeber:	Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg; Postfach 10 34 42, 70029 Stuttgart
Lehrplanerstellung:	Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Taubenstr. 10, 10117 Berlin
Veröffentlichung:	Landesinstitut für Schulentwicklung, Fachbereich 4, Heilbronner Str. 172, 70191 Stuttgart, Telefon 0711 6642 - 4001 Veröffentlichung nur im Internet unter www.ls-bw.de

Vorwort

Das duale Ausbildungssystem stellt in seiner Verzahnung von schulischer und betrieblicher Ausbildung mit Blick auf den Arbeitsmarkt, den benötigten qualifizierten Fachkräftenachwuchs und hinsichtlich der Vermittlung beruflicher Handlungskompetenz ein nahezu idealtypisches Ausbildungsmodell dar, von dem die nachwachsende Generation in Deutschland in gleich hohem Maße profitiert wie die Wirtschaft. Mitte der neunziger Jahre geriet die Konzeption der dualen Berufsausbildung in Deutschland hinsichtlich ihrer Aktualität und Zukunftsfähigkeit allerdings zunehmend in die Kritik, ausgelöst durch sich ändernde Arbeitsanforderungen, verursacht aber auch durch das damals zunehmende Auseinanderlaufen von Ausbildungsplatzangebot und demographisch bedingter Nachfrage nach Ausbildungsplätzen. Die Lösungsansätze konzentrierten sich sehr schnell darauf, die differenzierte Struktur des dualen Ausbildungssystems den veränderten Rahmenbedingungen anzupassen. So fand auf Bundesebene seit dieser Zeit ein grundlegender Modernisierungsprozess statt, in den bis zum Jahr 2008 über 250 Berufe einbezogen wurden. Profilagebendes Kernelement dieses Modernisierungsprozesses ist, die ehemals fachbezogene Ausbildungs- und Prüfungsstruktur stärker an den in Betrieben und Unternehmen der Wirtschaft vorhandenen Geschäftsprozessen und Handlungsfeldern zu orientieren. Damit wurde die Erwartung verbunden, einen qualitativen Entwicklungsprozess in Gang zu setzen und gleichzeitig die Ausbildungsbereitschaft der Wirtschaft zu stärken.

Dies blieb nicht ohne Auswirkungen auf die für den Berufsschulunterricht bundesweit maßgebenden KMK-Rahmenlehrpläne, die von den Ländern mit dem Bund und den Sozialpartnern im Kontext der Neuordnung von Ausbildungsordnungen abgestimmt werden. Prägendes Strukturelement sind seit dieser Zeit sogenannte Lernfelder, die neben der Orientierung an berufstypischen Geschäftsprozessen auch auf die von den Sozialpartnern völlig neu konzipierte Form der Abschlussprüfung Rücksicht nehmen. Die früheren Prüfungsfächer in den Ausbildungsordnungen des Bundes wurden durch sogenannte "Prüfungsbereiche" ersetzt, die von Beruf zu Beruf anders konzipiert sind und entsprechend dem jeweiligen Berufsbild die geforderten Kompetenzen zusammenfassen.

Die Strukturierung der Lehrpläne nach Lernfeldern greift das didaktische Prinzip der Handlungsorientierung auf und der Berufsschulunterricht wird stärker auf die Erfahrungswelt der Auszubildenden bezogen. Die Planung des Unterrichts geht hierbei nicht von fachsystematisch vollständigen Inhaltskatalogen aus, sondern verfolgt das Ziel, den jungen Menschen während ihrer Ausbildung den Erwerb einer zeitgemäßen beruflichen Handlungskompetenz zu ermöglichen. Die Lehrpläne nach der Lernfeldkonzeption setzen somit die Intention neuer und neugeordneter Ausbildungsberufe im dualen System adressatengerecht um und bereiten die Auszubildenden auf eine sich ständig verändernde Arbeits- und Berufswelt vor. Die gestaltungsoffenen Strukturen der Lehrpläne ermöglichen dabei den Berufsschulen größere Freiräume als dies bei den nach Fächern strukturierten Lehrplänen der Fall ist. Neue Entwicklungen und notwendige Anpassungen können so zeitnah und bedarfsorientiert umgesetzt werden.

Neben den fachbezogenen Bildungsplänen sind die Bildungspläne für den berufsübergreifenden Bereich und darüber hinaus die Normen und Werte, die Grundgesetz, Landesverfassung und Schulgesetz von Baden-Württemberg enthalten, Grundlagen für den Unterricht an den Berufsschulen.

Erziehungs- und Bildungsauftrag der Berufsschule

Im Rahmen der bundesweit geregelten dualen Berufsausbildung haben sich die Länder auf einheitliche Formulierungen zum Erziehungs- und Bildungsauftrag der Berufsschule verständigt. Diese werden vereinbarungsgemäß allen Rahmenlehrplänen voran gestellt und lauten wie folgt:

"Teil I: Vorbemerkungen

Dieser Rahmenlehrplan für den berufsbezogenen Unterricht der Berufsschule ist durch die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder beschlossen worden und mit der entsprechenden Ausbildungsordnung des Bundes (erlassen vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie oder dem sonst zuständigen Fachministerium im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung) abgestimmt.

Der Rahmenlehrplan baut grundsätzlich auf dem Niveau des Hauptschulabschlusses bzw. vergleichbarer Abschlüsse auf. Er enthält keine methodischen Festlegungen für den Unterricht. Der Rahmenlehrplan beschreibt berufsbezogene Mindestanforderungen im Hinblick auf die zu erwerbenden Abschlüsse.

Die Ausbildungsordnung des Bundes und der Rahmenlehrplan der Kultusministerkonferenz sowie die Lehrpläne der Länder für den berufsübergreifenden Lernbereich regeln die Ziele und Inhalte der Berufsausbildung. Auf diesen Grundlagen erwerben die Schüler und Schülerinnen den Abschluss in einem anerkannten Ausbildungsberuf sowie den Abschluss der Berufsschule.

Die Länder übernehmen den Rahmenlehrplan unmittelbar oder setzen ihn in eigene Lehrpläne um. Im zweiten Fall achten sie darauf, dass die Vorgaben des Rahmenlehrplanes zur fachlichen und zeitlichen Abstimmung mit der jeweiligen Ausbildungsordnung erhalten bleiben.

Teil II: Bildungsauftrag der Berufsschule

Die Berufsschule und die Ausbildungsbetriebe erfüllen in der dualen Berufsausbildung einen gemeinsamen Bildungsauftrag.

Die Berufsschule ist dabei ein eigenständiger Lernort, der auf der Grundlage der Rahmenvereinbarung über die Berufsschule (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.03.1991 in der jeweils gültigen Fassung) agiert. Sie arbeitet als gleichberechtigter Partner mit den anderen an der Berufsausbildung Beteiligten zusammen und hat die Aufgabe, den Schülern und Schülerinnen berufsbezogene und berufsübergreifende Handlungskompetenz zu vermitteln. Damit werden die Schüler und Schülerinnen zur Erfüllung der spezifischen Aufgaben im Beruf sowie zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung, insbesondere vor dem Hintergrund sich wandelnder Anforderungen, befähigt. Das schließt die Förderung der Kompetenzen der jungen Menschen

- zur persönlichen und strukturellen Reflexion,
- zum lebensbegleitenden Lernen,
- zur beruflichen sowie individuellen Flexibilität und Mobilität im Hinblick auf das Zusammenwachsen Europas

ein.

Der Unterricht der Berufsschule basiert auf den für jeden staatlich anerkannten Ausbildungsberuf bundeseinheitlich erlassenen Ordnungsmitteln. Darüber hinaus gelten die für die Berufsschule erlassenen Regelungen und Schulgesetze der Länder.

Um ihren Bildungsauftrag zu erfüllen, muss die Berufsschule ein differenziertes Bildungsangebot gewährleisten, das

- in didaktischen Planungen für das Schuljahr mit der betrieblichen Ausbildung abgestimmte handlungsorientierte Lernarrangements entwickelt,
- einen inklusiven Unterricht mit entsprechender individueller Förderung vor dem Hintergrund unterschiedlicher Erfahrungen, Fähigkeiten und Begabungen aller Schüler und Schülerinnen ermöglicht,
- für Gesunderhaltung sowie spezifische Unfallgefahren in Beruf, für Privatleben und Gesellschaft sensibilisiert,
- Perspektiven unterschiedlicher Formen von Beschäftigung einschließlich unternehmerischer Selbstständigkeit aufzeigt, um eine selbstverantwortliche Berufs- und Lebensplanung zu unterstützen,
- an den relevanten wissenschaftlichen Erkenntnissen und Ergebnissen im Hinblick auf Kompetenzentwicklung und Kompetenzfeststellung ausgerichtet ist.

Zentrales Ziel von Berufsschule ist es, die Entwicklung umfassender Handlungskompetenz zu fördern. Handlungskompetenz wird verstanden als die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.

Handlungskompetenz entfaltet sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz.

Fachkompetenz

Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.

Selbstkompetenz¹

Bereitschaft und Fähigkeit, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln. Sie umfasst Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Zu ihr gehören insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte.

Sozialkompetenz

Bereitschaft und Fähigkeit, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen und zu verstehen sowie sich mit anderen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen und zu verständigen. Hierzu gehört insbesondere auch die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität.

Methodenkompetenz, kommunikative Kompetenz und Lernkompetenz sind immanenter Bestandteil von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz.

Methodenkompetenz

Bereitschaft und Fähigkeit zu zielgerichtetem, planmäßigem Vorgehen bei der Bearbeitung von Aufgaben und Problemen (zum Beispiel bei der Planung der Arbeitsschritte).

Kommunikative Kompetenz

Bereitschaft und Fähigkeit, kommunikative Situationen zu verstehen und zu gestalten. Hierzu gehört es, eigene Absichten und Bedürfnisse sowie die der Partner wahrzunehmen, zu verstehen und darzustellen.

Lernkompetenz

Bereitschaft und Fähigkeit, Informationen über Sachverhalte und Zusammenhänge selbstständig und gemeinsam mit anderen zu verstehen, auszuwerten und in gedankliche Strukturen einzuordnen. Zur Lernkompetenz gehört insbesondere auch die Fähigkeit und Bereitschaft, im Beruf und über den Berufsbereich hinaus Lerntechniken und Lernstrategien zu entwickeln und diese für lebenslanges Lernen zu nutzen.

¹ Der Begriff „Selbstkompetenz“ ersetzt den bisher verwendeten Begriff „Humankompetenz“. Er berücksichtigt stärker den spezifischen Bildungsauftrag der Berufsschule und greift die Systematisierung des DQR auf.

Teil III: Didaktische Grundsätze

Um dem Bildungsauftrag der Berufsschule zu entsprechen werden die jungen Menschen zu selbstständigem Planen, Durchführen und Beurteilen von Arbeitsaufgaben im Rahmen ihrer Berufstätigkeit befähigt.

Lernen in der Berufsschule zielt auf die Entwicklung einer umfassenden Handlungskompetenz. Mit der didaktisch begründeten praktischen Umsetzung - zumindest aber der gedanklichen Durchdringung - aller Phasen einer beruflichen Handlung in Lernsituationen wird dabei Lernen in und aus der Arbeit vollzogen.

Handlungsorientierter Unterricht im Rahmen der Lernfeldkonzeption orientiert sich prioritär an handlungssystematischen Strukturen und stellt gegenüber vorrangig fachsystematischem Unterricht eine veränderte Perspektive dar. Nach lerntheoretischen und didaktischen Erkenntnissen sind bei der Planung und Umsetzung handlungsorientierten Unterrichts in Lernsituationen folgende Orientierungspunkte zu berücksichtigen:

- Didaktische Bezugspunkte sind Situationen, die für die Berufsausübung bedeutsam sind.
- Lernen vollzieht sich in vollständigen Handlungen, möglichst selbst ausgeführt oder zumindest gedanklich nachvollzogen.
- Handlungen fördern das ganzheitliche Erfassen der beruflichen Wirklichkeit, zum Beispiel technische, sicherheitstechnische, ökonomische, rechtliche, ökologische, soziale Aspekte.
- Handlungen greifen die Erfahrungen der Lernenden auf und reflektieren sie in Bezug auf ihre gesellschaftlichen Auswirkungen.
- Handlungen berücksichtigen auch soziale Prozesse, zum Beispiel die Interessenerklärung oder die Konfliktbewältigung, sowie unterschiedliche Perspektiven der Berufs- und Lebensplanung."

Umsetzungshinweise für Baden-Württemberg

Die für die Umsetzung dieses Lehrplans erforderlichen rechtlichen Rahmenbedingungen sind in der „Verordnung des Kultusministeriums über die Ausbildung und Prüfung an den Berufsschulen (Berufschulordnung)“ in der jeweils gültigen Fassung geregelt. Zu den dort in der Stundentafel ausgewiesenen Unterrichtsbereichen "Berufsfachliche Kompetenz" und "Projektkompetenz" gelten folgende allgemeine Hinweise:

Berufsfachliche Kompetenz

Die Lernfelder im Bereich der Berufsfachlichen Kompetenz orientieren sich in Aufbau und Zielsetzung an typischen beruflichen Handlungssituationen. Die Schülerinnen und Schüler erwerben eine berufliche Handlungskompetenz, die Fachkompetenz, Methodenkompetenz und Sozialkompetenz mit der Fähigkeit und Bereitschaft zum lebenslangen Lernen verbindet. Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, sich eigenständig Wissen anzueignen, Probleme zu lösen, neue Situationen zu bewältigen sowie ihren Erfahrungsbereich mit zu gestalten. Diese Zielsetzung lässt sich durch unterschiedliche Unterrichtsmethoden verwirklichen, wobei u. a. Lernarrangements mit methodischen Formen wie Projekt, Planspiel, Fallstudie oder Rollenspiel eine immer größere Bedeutung erlangen. Lern- und Leistungskontrollen sollen die im Unterricht angestrebten Ziele möglichst umfassend abdecken. Sie dürfen sich nicht auf das Abprüfen erworbener Kenntnisse beschränken, sondern sollen handlungsorientierte Aufgabenstellungen enthalten.

Projektkompetenz

Die Projektkompetenz geht über die Fachkompetenz hinaus und bildet vorrangig deren Vernetzung mit der Methoden-, Personal- und Sozialkompetenz ab. Die überfachlichen Kompetenzen zeigen sich z. B. in der Entwicklung von Lösungsstrategien, der Informationsverarbeitung, den Techniken der kognitiven Auseinandersetzung mit dem Projektauftrag sowie deren Präsentation. In diesem Zusammenhang erkennen die Schülerinnen und Schüler ihre vorhandenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Zum Erreichen dieses Ziels bedarf es der gemeinsamen Planung, Durchführung und Kontrolle durch die Lehrkräfte.

Ziele und Inhalte

Die Ziele beschreiben die Handlungskompetenz, die am Ende des schulischen Lernprozesses in einem Lernfeld erwartet wird. Formulierungen im Präsens und in der Aktivform betonen das Handeln der Schülerinnen und Schüler. Angemessenes Abstraktionsniveau soll u. a. die Offenheit für künftige technologische und organisatorische Veränderungen sicherstellen. Die Inhalte gehen aus den Zielangaben hervor. Nur soweit sich die Inhalte nicht aus den Zielen ergeben, werden sie gesondert im Lehrplan aufgeführt. Sie konkretisieren die Ziele und beschreiben den Mindestumfang, der zur Erfüllung des Ausbildungsziels im Lernfeld erforderlich ist.

Zeitrichtwerte

Zeitangaben sind Richtwerte für die Anzahl der Unterrichtsstunden. Sie geben den Lehrerinnen und Lehrern einen Anhaltspunkt, wie umfangreich die Lehrplaninhalte behandelt werden sollen. Die Zeitrichtwerte sind Bruttowerte, sie sind unabhängig von der Länge des jeweiligen Schuljahres und enthalten auch die Zeit für Leistungsfeststellungen sowie zur Vertiefung bzw. für Wiederholung.

Reihenfolge

Bei der zeitlichen Anordnung der Lernfelder ist im Rahmen der didaktischen Jahresplanung der Zeitpunkt der Zwischenprüfung bzw. von Teil 1 der gestreckten Abschlussprüfung zu beachten.

Berufsbezogene Vorbemerkungen

"Der vorliegende Rahmenlehrplan für die Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer und zur Werkstoffprüferin ist mit der Verordnung über die Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer und zur Werkstoffprüferin vom ... (BGBl. I S. ...) abgestimmt.

Der Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Werkstoffprüfer und Werkstoffprüferin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.05.1996) wird durch den vorliegenden Rahmenlehrplan aufgehoben.

Die für den Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde erforderlichen Kompetenzen werden auf der Grundlage der "Elemente für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe" (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.05.2008) vermittelt.

Entsprechend der Verordnung über die Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer und zur Werkstoffprüferin beinhaltet der Rahmenlehrplan die 4 Fachrichtungen des Ausbildungsberufs:

- Metalltechnik
- Kunststofftechnik
- Wärmebehandlungstechnik
- Systemtechnik

Einsatzgebiete der Werkstoffprüfer liegen in Unternehmen der Werkstoffherzeugung und Werkstoffverarbeitung, im Forschungs- und Entwicklungsbereich sowie in Dienstleistungsunternehmen, die extern die Durchführung von Prüfaufträgen anbieten.

Werkstoffprüfer und Werkstoffprüferinnen beurteilen Qualitätsmerkmale von Werkstoffen, Halbzeugen und Bauteilen auf der Basis von Normen und Anweisungen entsprechend den Vorgaben des Qualitätsmanagements, dafür ist selbstständiges Handeln erforderlich. Für die Vorbereitung ihres Arbeitsauftrags nutzen sie informationstechnische Systeme. Sie stellen vor der Auftragsbearbeitung Eignung und Funktionsfähigkeit der von ihnen verwendeten Prüfmittel, Maschinen und Geräte sicher, dazu gehört auch die Pflege und Wartung. Ergebnisse der Prüfungen und Versuche ermitteln und dokumentieren sie auch computerunterstützt unter Berücksichtigung rechtlicher Bestimmungen und Geheimhaltungsvorschriften.

Bei Qualitätsabweichungen und zur Schadensbeurteilung nutzen sie systematische Fehleranalysen und erarbeiten Vorschläge zur Vermeidung von Fehlern und der Optimierung von Produktionsprozessen. Komplexe Aufgabenstellungen bearbeiten sie im Team, bei Kritik an ihren Arbeitsergebnissen zeigen sie sich offen und unterbreiten Vorschläge für ein sachgerechtes weiteres Vorgehen.

Naturwissenschaftliche, mathematische, werkstoffkundliche und spezifische fertigungstechnische Inhalte werden unter Beachtung des Fachterminus in den Lernfeldern integrativ vermittelt. Bestimmungen zu Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz sowie ökonomische Aspekte sind auch dort zu berücksichtigen, wo sie nicht explizit erwähnt werden.

Die fremdsprachlichen Ziele sind mit 40 Stunden in die Lernfelder integriert.

Ausgangspunkt der didaktisch- methodischen Gestaltung der Lernsituationen in den einzelnen Lernfeldern soll der Geschäfts- und Arbeitsprozess des beruflichen Handlungsfeldes sein. Dieser ist in den Zielformulierungen der einzelnen Lernfelder abgebildet. Die Ziele der Lernfelder sind maßgeblich für die Unterrichtsgestaltung und stellen zusammen mit den ergänzenden Inhalten den Mindestumfang dar. Die fachlichen Inhalte der einzelnen Lernfelder sind nur generell benannt und nicht differenziert aufgelistet. Die Lernfelder thematisieren jeweils einen vollständigen beruflichen Handlungsablauf. Die Schule entscheidet im Rahmen ihrer Möglichkeiten in Kooperation mit den Ausbildungsbetrieben eigenständig über die inhaltliche Ausgestaltung der Lernfelder. Die einzelnen Schulen erhalten somit mehr Gestaltungsaufgaben und eine erweiterte didaktische Verantwortung. Es besteht ein enger sachlicher Zusammenhang zwischen dem Rahmenlehrplan und dem Ausbildungsrahmenplan für die betriebliche Ausbildung. Es wird empfohlen, für die Gestaltung von exemplarischen Lernsituationen in den einzelnen Lernfeldern beide Pläne zugrunde zu legen.

Die vorliegenden Lernfelder konkretisieren das Lernen in beruflichen Handlungen. Die in den Lernfeldern didaktisch zusammengefassten thematischen Einheiten orientieren sich an den berufsspezifischen Handlungsfeldern und Handlungsabläufen. Sie umfassen ganzheitliche Lehr- und Lernprozesse, bei denen nicht die Fachsystematik, sondern eine ganzheitliche Handlungssystematik zugrunde gelegt wurde.

Der Rahmenlehrplan sieht eine gemeinsame Beschulung aller Fachrichtungen in den ersten drei Ausbildungsjahren mit gleichnamigen Lernfeldern vor, mit der Möglichkeit inhaltlicher Binnendifferenzierung. Die Lernfelder des 4. Ausbildungsjahres sind teilweise nach Fachrichtungen differenziert (Lernfelder 16 a, b und 17 a, b, c, d).

Die Ziele der Lernfelder 1 bis 7 sind mit den geforderten Qualifikationen der Ausbildungsordnung für Teil 1 der Abschlussprüfung abgestimmt.

Der vorliegende Rahmenlehrplan deckt die Inhalte des Teils Fachtheorie für die ZfP-Personalzertifizierung nach DIN EN ISO 9712 entsprechend der in der Anlage 2 zur Verordnung über die Berufsausbildung zum Werkstoffprüfer und zur Werkstoffprüferin enthaltenen Entsprechungsliste der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) ab."

Anhang: Lernfelder

Übersicht über die Lernfelder für den Ausbildungsberuf Werkstoffprüfer und Werkstoffprüferin					
Lernfelder		Zeitrichtwerte in Unterrichtsstunden			
		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr
Nr.					
1	Einflüsse chemischer und produktionstechnischer Prozesse auf die Werkstoffeigenschaften beurteilen	80			
2	Physikalische Werkstoffeigenschaften ermitteln und auswerten	60			
3	Festigkeitskennwerte, Verformungskennwerte und Härte ermitteln	100			
4	Materialografische Schlitze präparieren und deren Qualität beurteilen	40			
5	Bauteile zerstörungsfrei auf Oberflächenfehler prüfen	40			
6	Gleichgewichtsnahе Wärmebehandlungen durchführen und auswerten		80		
7	Physikalisch-chemische Werkstoffeigenschaften messtechnisch beurteilen		40		
8	Gefüge makroskopisch und mikroskopisch beurteilen		60		
9	Qualität von stoffschlüssigen Verbindungen beurteilen		40		
10	Ultraschall-, Wirbelstrom-, mobile Härteprüfung und ambulante Metallografie durchführen		60		
11	Festigkeits- und Zähigkeitsmerkmale durch Wärmebehandlungen gezielt einstellen			100	
12	Festigkeitskennwerte in Langzeitversuchen ermitteln			60	
13	Verfahren des Qualitätsmanagements anwenden			40	
14	Mit elektromagnetischer Strahlung prüfen			40	
15	Schadensanalysen durchführen			40	
Fachrichtungen Metalltechnik, Wärmebehandlungstechnik, Kunststofftechnik					
16a	Bruchflächen analysieren				40
Fachrichtung Systemtechnik					
16b	Ortsveränderliche Prüfgeräte zur Durchstrahlungsprüfung einsetzen				40
Fachrichtung Metalltechnik					
17a	Metallische Werkstoffe und Produkte systematisch untersuchen				100
Fachrichtung Kunststofftechnik					
17b	Kunststoffe und Kunststoffprodukte systematisch untersuchen				100
Fachrichtung Wärmebehandlungstechnik					
17c	Wärmebehandlungsprozesse planen, steuern und überwachen				100
Fachrichtung Systemtechnik					
17d	Zerstörungsfreie Prüfungen in Technischen Systemen durchführen				100
Summe: insgesamt 1020 Stunden		320	280	280	140

Lernfeld 1: Einflüsse chemischer und produktionstechnischer Prozesse auf die Werkstoffeigenschaften beurteilen

**1. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 80 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Einflüsse chemischer und produktionstechnischer Prozesse auf die Werkstoffeigenschaften zu überprüfen und anforderungsbezogene Werkstoff- und Werkstückeignungen zu bewerten.

Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Informationsquellen, um sich über Werkstoffe (*Primär- und Sekundärmetallurgie, Polyreaktionen, Additive, Verstärkungen, Verbundwerkstoffe, Werkstoffnormung*) und Verfahren zur Ermittlung charakteristischer Eigenschaften (*chemische Grundlagen*) zu informieren. Sie analysieren die verschiedenen Möglichkeiten zur spanenden und spanlosen Formgebung im Zusammenhang mit fertigungstechnischen Formgebungsprozessen (*Spanen, Gießen, Schmieden, Walzen, Sintern, Extrudieren*) und den Möglichkeiten zur chemisch, thermisch und mechanisch bedingten Veränderung von Werkstoff- und Bauteileigenschaften.

Die Schülerinnen und Schüler wählen mögliche Verfahren (*Rauheitsmessung, visuelle Beurteilung*) für die zu untersuchenden Bauteileigenschaften (*Oberflächengüte, makroskopische Produktfehler*) aus.

Die Schülerinnen und Schüler legen unter Berücksichtigung der Eignung der zu verwendenden Messmittel einen Ablaufplan zur Überprüfung der zu untersuchenden Werkstoffeigenschaften fest und bedienen sich dabei der einschlägigen und gerätespezifischen Prüfnormen- und -vorschriften.

Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren die Funktionstüchtigkeit der Messmittel und Prüfgeräte (*Normale, Referenzmaterialien*), führen die Untersuchungen mit Hilfe der gewählten Messmethoden und Prüfverfahren unter Berücksichtigung einzuhaltender Arbeitsanweisung (*Bedienungsanleitung, Prüfanweisung, Normen*) durch, erstellen technische Dokumentationen (*Tabellen, Diagramme*) auch computergestützt unter Berücksichtigung rechtlicher Bestimmungen und Datenschutz, vergleichen diese mit Sollwerten und dokumentieren die Auswertung.

Die Schülerinnen und Schüler prüfen die Plausibilität der Mess- und Prüfergebnisse und schätzen Messabweichungen unter Berücksichtigung statistischer Kennwerte quantitativ ab.

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die Durchführung der Messungen und Prüfungen, stellen die Ergebnisse vor und diskutieren mögliche Optimierungen der Messung und Prüfung auch im Team. Sie bewerten die Eignung der überprüften Werkstoffe und Prüfobjekte für die vorgegebenen chemischen und produktionstechnischen Anforderungen.

**Lernfeld 2: Physikalische Werkstoffeigenschaften
ermitteln und auswerten**

**1. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 60 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, physikalische Werkstoffeigenschaften zu ermitteln und auszuwerten.

Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Informationsquellen, auch fremdsprachliche Dokumente, um sich über Verfahren zur Ermittlung von physikalischen Werkstoffeigenschaften (*Dichtebestimmung, Thermische Analysen*) und über die Wirkungsweise von Messmitteln zu informieren.

Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Verfahren und erforderliche Messmittel für die zu untersuchenden Werkstoffeigenschaften aus und planen den Ablauf der Untersuchungen.

Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren die Funktionstüchtigkeit der Messmittel, führen die Messungen mit Hilfe der gewählten physikalische Messmethoden unter Berücksichtigung einzuhaltender Arbeitsanweisungen (*Bedienungsanleitung, Prüfanweisung, Gefährdungsbeurteilung*) durch, beachten Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften (*Betriebsanweisung, Sicherheitsdatenblätter*), erstellen technische Dokumentationen (*Tabellen, Diagramme*) auch computergestützt unter Berücksichtigung rechtlicher Bestimmungen und des Datenschutzes.

Mit Hilfe der Messergebnisse berechnen (*Dichte, Längendehnung*) und ermitteln (*Umwandlungspunkte, Zustandsdiagramme*) die Schülerinnen und Schüler physikalische Größen, vergleichen diese mit Sollwerten und dokumentieren die Auswertung.

Die Schülerinnen und Schüler prüfen die Plausibilität ihrer Ergebnisse, schätzen quantitativ die Messabweichung unter Berücksichtigung statistischer Kennwerte ab.

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die Durchführung der Messung, stellen die Ergebnisse vor und diskutieren mögliche Optimierungen der Messung.

Lernfeld 3: Festigkeitskennwerte, Verformungskennwerte und Härte ermitteln

**1. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 100 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, mechanische Werkstoffeigenschaften an Metallen und Kunststoffen nach Normen zu bestimmen und dabei werkstoff- sowie auftragsspezifische Anforderungen zu berücksichtigen.

Die Schülerinnen und Schüler wählen die für die Bearbeitung des Auftrages (*Zugversuch, Druckversuch, Biegeversuch, Härteprüfung, Kerbschlagbiegeversuch*) erforderlichen Dokumente aus (*technische Zeichnungen, Werkstoffdatenblätter, Normen, Prüfpläne, Prüfanweisungen*). Sie entnehmen den Dokumenten alle relevanten Informationen. Sie informieren sich über die innere Strukturen von Metallen (*Gittertypen und -fehler*) und Kunststoffen (*Füllstoffverteilung, Poren, Agglomerate*) und deren Auswirkungen auf das Verformungsverhalten.

Sie erstellen einen Arbeitsplan (*Probenahme, Probenformen, Messmittel*) unter Berücksichtigung prüftechnischer und erzeugnispezifischer Vorgaben und begründen ihre Auswahl. Dabei entscheiden sie sich bei verfügbaren Alternativen für die nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimale Lösung.

Sie veranlassen die Probenherstellung. Dabei erstellen sie erforderliche Skizzen (*Entnahmeort bei Bauteilen, Probenlage, Probengeometrie, Toleranzen, Prüfskizzen*) und übermitteln Informationen an die zuständige Abteilung (*Technische Kommunikation*).

Sie stellen an den Prüfgeräten erforderliche Parameter ein und kontrollieren bei Software-Steuerung die Vorgaben im Konfigurationsmenü.

Nach Spezifikationen des Qualitätsmanagements kontrollieren sie die Fähigkeit der Prüfmittel (*Härtevergleichsplatten*) und dokumentieren die Ergebnisse.

Sie ermitteln normgerecht die geforderten Werkstoffdaten auf Geräten ohne und mit Computerunterstützung und erstellen Prüfprotokolle nach betriebsüblichen Vorgaben unter Verwendung von anlagenspezifischer Software sowie Standardprogrammen (*Textverarbeitung, Tabellen, Diagramme, Datenbankmodule*). Dabei berücksichtigen sie Maßnahmen der Datensicherung und des Datenschutzes.

Geforderte Vergleiche mit Sollwerten (*Werkstoffdatenblätter, Gütenormen, Lieferantenvereinbarungen*) zur Bewertung der Werkstoffqualität werden in der Dokumentation eindeutig dargestellt.

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren und erläutern bei den verwendeten Prüfverfahren den Zusammenhang von Eingangsgrößen und Ergebnissen (*Auswertung von Diagrammen, Umrechnung von Größen, Einhaltung der Prüfbedingungen nach Norm*). Dabei sind sie sich der Verantwortung bewusst, dass die von ihnen ermittelten Werte in rechtsverbindliche Qualitätszeugnisse eingehen und als Basis für die konstruktive Auslegung von Werkstücken verwendet werden.

Mögliche und vorhandene prüftechnische Fehler untersuchen sie auf ihre Ursachen und Auswirkungen und dokumentieren die Fehler. Sie diskutieren erforderliche Korrekturmaßnahmen und führen sie durch.

**Lernfeld 4: Materialographische Schliffe präparieren
und deren Qualität beurteilen**

**1. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 40 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, materialographische Schliffe zu präparieren, deren Qualität makroskopisch und mikroskopisch zu beurteilen und Vermessungen vorzunehmen.

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die erforderlichen Arbeitsschritte und Techniken der Präparation eines Schliffes (*Probenahme, Einbetten, Schleifen, Polieren*) mit dem Ziel, die Präparation durchführen zu können.

Sie planen die Probenahme, indem sie den Ort der Probenahme innerhalb des zu untersuchenden Materials bestimmen sowie geeignete Maschinen und Werkzeuge dafür auswählen. Sie entscheiden sich für ein geeignetes Einbettmittel, eine geeignete Halterung und Einbettverfahren für die Probe (*Warmeinbetten, Kalteinbetten*) in Abhängigkeit deren Größe und Oberflächenbeschaffenheit. Für das Schleifen und Polieren der Probe informieren sich die Schüler über geeignete Mittel und Verfahren in Abhängigkeit des Probenmaterials, dessen Härte und Probengröße. Sie verschaffen sich einen Überblick über die verschiedenen Präparationsverfahren (*Korngrenzenätzung, Kornflächenätzung, Kornfigurenätzung, Porenverteilung, Füllstoffnester, Fließbilder, Faserverteilung*), um ein geeignetes Verfahren auswählen zu können. Sie kennzeichnen die Proben und dokumentieren Probenahme sowie Vorgehensweise auch mit Datenbanken und geeigneter Software.

Die Schülerinnen und Schüler führen die Präparation der Probe sachgerecht durch (*Längs- und Querschnitte*). Um Fehler bei der Präparation des Schliffes zu vermeiden und die gewünschte Qualität zu erzielen, berücksichtigen sie die Auswirkungen von Wärmeentwicklung und Kaltverformung auf das Gefüge. Sie schleifen und polieren die Probe. Dabei halten sie die geeignete Reihenfolge der *Körnung* ein und achten auf die Vermeidung von *Schleifkratzern*. Sie beurteilen auch lichtmikroskopisch (*Auflichtmikroskop, Hellfeld, Dunkelfeld, Umkehrmikroskop, numerische Apertur, Auflösung, Kalibrierung*) die Qualität des Schliffes vor dem Ätzvorgang. Sie übernehmen Verantwortung für die Sicherheit am Arbeitsplatz für sich und andere, indem sie die Auswirkungen bei Nichtbeachtung der Unfallverhütungsvorschriften verinnerlichen. Während der gesamten Präparation kontrollieren die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte, um Fehler bei der Erstellung des Schliffes frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden.

Sie kontrollieren die Qualität des Schliffes mit geeigneten Hilfsmitteln im Hinblick auf die Eignung für nachfolgende makroskopische und mikroskopische Gefügeuntersuchungen und nehmen Längenmessungen vor. Mögliche und vorhandene Präparations- und Messfehler werden systematisch auf ihre Ursachen untersucht. Die Schülerinnen und Schüler bewerten ihre Arbeitsweise, beurteilen die Ergebnisse und ergreifen Maßnahmen, um Qualitätsmängel zukünftig zu vermeiden. Sie stellen ihre Ergebnisse vor, diskutieren Optimierungsmöglichkeiten und Alternativen hinsichtlich technischer Machbarkeit und ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte.

Lernfeld 5: Bauteile zerstörungsfrei auf Oberflächenfehler prüfen

**1. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 40 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, Bauteile zerstörungsfrei auf Oberflächenfehler zu prüfen.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren physikalische Prüfverfahren zur Oberflächenfehlerprüfung (*direkte und indirekte Sichtprüfung, Eindringprüfung, Magnetpulverprüfung*). Sie verschaffen sich einen Überblick über die physikalischen, physikalisch-chemischen und physiologischen Grundlagen der Verfahren, informieren sich über zu erwartende Fehlerarten, die Einsatzmöglichkeiten der Verfahren und machen sich mit der normgerechten Durchführung der Prüfungen vertraut (*Regelwerke, Prüfanweisungen*). Sie informieren sich über die Funktionsweise und Handhabung benötigter Prüfmittel und Gerätetechnik (*Bedienungsanleitung*), Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften (*Betriebsanweisung, Sicherheitsdatenblätter*) und zu beachtende Umweltschutzvorschriften. Sie recherchieren die erforderlichen Inhalte eines Prüfberichtes (*Regelwerke, Spezifikationen*) und suchen nach zweckmäßigen Möglichkeiten zur Darstellung von Fehlergröße, Fehlerlagen und Fehlerarten (*Schweißverbindungen, Gussteile, Schmiedeteile, Walzprodukte, Kunststoffprofile, -platten, -bahnen*). Hierfür nutzen sie auch fremdsprachige Informationsquellen.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren und erörtern die Prüfaufgabe und planen dessen Durchführung unter Einhaltung der Angaben in der Prüfanweisung. Sie entscheiden sich für eine zweckmäßige Dokumentation der Fehlerlagen.

Die Schülerinnen und Schüler führen die Prüfung gemäß der Prüfanweisung unter Beachtung der Aufgabenstellung und Berücksichtigung geltender Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften durch. Sie kontrollieren die benötigten Prüfunterlagen auf Richtigkeit und Vollständigkeit, stellen die benötigten Prüfmittel und Gerätetechnik bereit und überprüfen diese auf Funktionsfähigkeit. Sie richten den Prüfarbeitsplatz ein (*Prüfeinrichtungen, Einhaltung und Dokumentation der Prüfbedingungen*) und bereiten die zu prüfenden Bauteile vor, indem sie, gemäß der Vorgaben, die Prüfteile und Prüfbereiche identifizieren sowie die Bereiche kennzeichnen. Sie leiten Maßnahmen zu der Behebung von Störungen ein. Sie dokumentieren die Durchführung der Prüfung und deren Ergebnisse in einem Prüfbericht.

Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren die Einhaltung der Prüfanweisung, bewerten die Plausibilität der Ergebnisse der Prüfung und kontrollieren die Anzeigendokumentation auf sachliche Richtigkeit, Verständlichkeit und Vollständigkeit.

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Prüfergebnisse und erlangten Erfahrungen bei der Durchführung der Prüfung, sie vergleichen und bewerten die erstellten Dokumentationen und diskutieren mögliche Fehlerursachen bei der Durchführung der Prüfung und deren Folgen. Abschließend erörtern die Schülerinnen und Schüler die Thematik des Umweltschutzes im Hinblick auf die durchgeführten Prüfverfahren.

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Werkstücke abhängig vom gewünschten Wärmebehandlungsziel durch Glühen einer Wärmebehandlung zu unterziehen und die Ergebnisse zu bewerten.

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die angestrebten Ziele des jeweiligen Wärmebehandlungsverfahrens (*Spannungsarmglühen, Rekristallisationsglühen, Weichglühen, Normalglühen, Grobkornglühen, Diffusionsglühen, Tempern*) und beschreiben den jeweiligen Zweck und die Auswirkungen des Verfahrens. Sie informieren sich über die einzusetzenden Wärmebehandlungsanlagen und die dabei zum Einsatz kommende Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.

Ausgehend vom jeweiligen Ausgangsgefüge und vom Ziel der Wärmebehandlung planen die Schülerinnen und Schüler das durchzuführende Wärmebehandlungsverfahren mit Hilfe von technischen Unterlagen, auch in einer fremden Sprache, (*Werkstoffdatenblätter, Eisen-Kohlenstoff-Diagramm, Gefüge*) und Normen. Sie erstellen die Wärmebehandlungsanweisung, indem sie die Wärmebehandlungsangaben aus Technischen Zeichnungen und Fertigungsplänen entnehmen. Sie entscheiden sich für die Art der Erwärmung, ermitteln *die notwendige Haltedauer* sowie das Mittel und die Art der Abkühlung. Dabei unterscheiden sie Glühverfahren und zeitabhängige Vorgänge wie Martensitbildung.

Sie führen die Wärmebehandlung durch (*Temperatur-Zeit-Verlauf*). Sie chargieren die Wärmebehandlungsanlage und setzen die Wärmebehandlungsanweisungen technisch um. Dazu stellen sie den erforderlichen Zeit-Temperatur-Verlauf an der Anlage ein. Mit Hilfe der erforderlichen Temperaturmesstechnik und Visualisierung überwachen die Schülerinnen und Schüler den Verlauf der Wärmebehandlung, ergreifen Korrekturmaßnahmen und begründen diese. Während der gesamten Durchführung achten die Schülerinnen und Schüler auf die Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften, des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz sowie der Belange des Umweltschutzes.

Sie prüfen die Werkstücke auf das gewünschte Ergebnis und berücksichtigen dabei die auftragsspezifischen Anforderungen. Dazu entwickeln sie Prüfpläne. Mögliche und vorhandene Wärmebehandlungsfehler werden systematisch auf deren Ursachen untersucht. Sie protokollieren die Ergebnisse, bewerten diese und ergreifen Maßnahmen, um Qualitätsmängel künftig zu vermeiden. Sie reflektieren den Wärmebehandlungsprozess und die angewandten Verfahren, präsentieren ihre Ergebnisse und diskutieren Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der technischen Machbarkeit.

Lernfeld 7: Physikalisch-chemische Werkstoffeigenschaften messtechnisch beurteilen

**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 40 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, unterschiedliche Werkstoffe mit physikalisch-chemischen Untersuchungsmethoden zu untersuchen und Werkstoffeigenschaften anhand von Messergebnissen und technischen Regelwerken zu beurteilen.

Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Informationsquellen, um sich über Verfahren zur Ermittlung der chemischen Zusammensetzung und der physikalisch-chemischen Eigenschaften von Werk- und Hilfsstoffen zu informieren. Dabei verschaffen sie sich einen Überblick über Möglichkeiten der anorganischen Analytik (*Stoffanalyse, Stofftrennung, chemische Grundlagen*), der Elektrochemie (*Grundlagen, Korrosion, Korrosionsschutz*) und der instrumentellen Analytik (*Spektroskopie*). Sie informieren sich über die Vorgehensweise zur Kalibrierung der verwendeten Analyse- und Messsysteme.

Die Schülerinnen und Schüler wählen mögliche Verfahren aus, die zur Untersuchung der festzustellenden Werkstoffeigenschaften geeignet sind. Bei der Planung orientieren sie sich an der erforderlichen Genauigkeit der Messergebnisse.

Die Schülerinnen und Schüler legen unter Berücksichtigung der Eignung der zu verwendenden Messmittel und unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Vorgaben einen Ablaufplan zur Analyse der zu untersuchenden Werkstoffeigenschaften fest und bedienen sich dabei der einschlägigen und gerätespezifischen Prüfnormen- und -vorschriften.

Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren die Funktionstüchtigkeit der Messmittel und Prüfgeräte, führen die Messungen mit Hilfe der gewählten Messmethoden und Prüfverfahren (*Korrosionsprüfung, Spektroskopie*) und unter Berücksichtigung einzuhaltender Arbeitsanweisungen (*Bedienungsanleitung, Prüfanweisung, Gefährdungsbeurteilung, Normen*) durch, beachten Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften (*Betriebsanweisungen, Sicherheitsdatenblätter*), erstellen technische Dokumentationen (*Tabellen, Diagramme*) auch computergestützt unter Berücksichtigung rechtlicher Bestimmungen und Datenschutz, vergleichen diese mit Sollwerten und dokumentieren die Auswertung.

Die Schülerinnen und Schüler prüfen die Plausibilität der Mess- und Prüfergebnisse und schätzen Messabweichungen unter Berücksichtigung statistischer Kennwerte quantitativ ab.

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die Durchführung der Messungen und Prüfungen, stellen die Ergebnisse vor, diskutieren mögliche Optimierungen der Messung und Prüfung auch im Team und bewerten die Eigenschaften der überprüften Werkstoffe hinsichtlich der vorgegebenen chemischen, elektrochemischen und produktionstechnischen Anforderungen.

Lernfeld 8: Gefüge makroskopisch und mikroskopisch beurteilen

**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 60 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Gefüge und Gefügebestandteile von Eisenwerkstoffen, Nichteisenmetall-Legierungen und Strukturen von Kunststoffen zu beurteilen.

Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Informationsquellen, um sich über makroskopische und mikroskopische Verfahren zu informieren. Sie analysieren unterschiedliche Gefügebestandteile in Werkstoffen (*Nichtmetallische Einschlüsse und Martensit*), Gefügeartefakte (*Lunker, Seigerungen, Dopplungen, Poren, Füllstoffverteilung, Agglomerate, Delaminationen, Schichtdicken*) und den Einfluss des Gefüges auf die Werkstoffeigenschaften.

Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Untersuchungsmethoden zur Gefügebeurteilung aus.

Sie führen Gefügebeurteilungen mit Hilfe von makroskopischen und lichtmikroskopischen Methoden durch und erkennen die Zusammenhänge zwischen Zustandsdiagrammen und Gefügebestandteilen. Sie wenden klassische Klassifizierungsverfahren (*Richtreihen, Korngrößenermittlung*) und Bildbearbeitungssysteme unter Einbeziehung von Datenbankprogrammen an. Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Ätzmittel aus und bedienen sachgerecht Lichtmikroskope. Dabei beachten sie die Sicherheitsmaßnahmen. Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die Gefüge und erstellen Berichte.

Sie prüfen die Plausibilität, nehmen qualitative und quantitative Bewertungen vor und beurteilen ihre Erkenntnisse unter Berücksichtigung statistischer Kennwerte.

Sie reflektieren die Durchführung der Beurteilung, stellen die Ergebnisse vor und diskutieren mögliche alternative Methoden.

Lernfeld 9: Qualität von stoffschlüssigen Verbindungen beurteilen

**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 40 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, die Qualität von stoffschlüssigen Verbindungen zu beurteilen.

Die Schülerinnen und Schüler beschaffen sich Informationen über stoffschlüssige Verbindungsverfahren (*Schweißen, Löten, Kleben*), deren Einflüsse auf die Materialstruktur in der Verbindungszone (*Wärmeeinflusszone, Diffusions- bzw. Legierungszone, Bindungszone Adhäsion, Kohäsion*) und die Fehlermöglichkeiten (*Bindungs- und Benetzungsfehler, Eigenspannungen, Korrosion, Risse, Mischungsfehler bei Zwei- und Mehrkomponentenkleber*).

Auf dieser Grundlage entwerfen die Schülerinnen und Schüler Prüfpläne, mit denen sie die Qualität der Verbindungen (*Verbindungszone*) überprüfen.

Die Schülerinnen und Schüler führen Untersuchungen durch und dokumentieren die Ergebnisse.

Sie bewerten die Ergebnisse und prüfen sie auf Plausibilität. Die Schülerinnen und Schüler stellen ihre Ergebnisse vor und erörtern mögliche Verbesserungen.

Lernfeld 10: Ultraschall-, Wirbelstrom-, mobile Härteprüfung und ambulante Metallografie durchführen

**2. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 60 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, nach Prüfanweisung Ultraschallprüfungen, Verwechslungsprüfungen mit dem Wirbelstromverfahren und mobile Prüfungen durchzuführen.

Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über die Ultraschallprüfung (*Senkrecht- und Winkelprüfköpfe*), Wirbelstromprüfung (*Verwechslungsprüfung*) und mobile Prüfverfahren (*mobile Härteprüfung, mobile Metallografie*). Sie erarbeiten sich die physikalischen (*Erzeugung von Ultraschall, Erzeugung des Wirbelstromfeldes, resultierendes magnetisches Feld, Magnetismus*) und physikalisch-chemischen Grundlagen. Sie informieren sich über ambulante Gefügedarstellungen (*Lackabzugsbilder*) und zu erwartende Fehlerarten, Härtewerte und die Einsatzmöglichkeiten der Verfahren. Sie machen sich mit der normgerechten Durchführung der Prüfungen vertraut (*Prüfanweisungen*). Hierfür nutzen sie auch fremdsprachige Informationsquellen. Sie informieren sich über erforderliche Maßnahmen nach Beendigung der Prüfung.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren und diskutieren das Prüfproblem, berechnen und ermitteln die erforderlichen Prüfparameter (*Wellenarten, Schallgeschwindigkeit, Frequenz*) und planen die Prüfdurchführung unter Einhaltung der Angaben in der Prüfanweisung (*Prüfmittel und Gerätetechnik, Umgebungsbedingungen, Oberflächenbeschaffenheit des Bauteiles, Kalibrierung, Bewertungskriterien*). Sie wählen zweckmäßige Formen der Darstellung von Prüfergebnissen (*Tabelle, Skizze, Technische Zeichnung, Foto*) aus.

Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren die erforderlichen Prüfunterlagen auf Richtigkeit und Vollständigkeit, stellen die benötigten Prüfeinrichtungen, Mess- und Hilfsmittel sowie Verbrauchsmaterialien bereit und überprüfen diese auf Funktionsfähigkeit. Sie richten den Prüfarbeitsplatz ein (*Prüfeinrichtungen, Einhaltung der Prüfbedingungen, Dokumentation der Prüfbedingungen*) und bereiten die zu prüfenden Objekte vor, indem sie, gemäß der Vorgaben und Prüfanweisung, die Prüfteile und den zu untersuchenden Bereich identifizieren, die Prüfbarkeit analysieren und den Prüfbereich kennzeichnen. Sie führen die Prüfung durch, erkennen eventuelle Abweichungen und Störungen in der Durchführung und leiten gegebenenfalls Maßnahmen zu deren Behebung ein. Sie ergreifen bei nicht zulässigen Anzeigen die vorgeschriebenen Maßnahmen.

Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren die verwendeten Prüf- und Hilfsmittel, Messwerte, Prüfparameter und -ergebnisse. Hierbei skizzieren und bemaßen die Schülerinnen und Schüler die Prüfobjekte und nutzen computergestützte Verfahren zur Erstellung des Prüfberichtes. Sie prüfen die Ergebnisse auf Plausibilität, kontrollieren die Einhaltung der Prüfanweisung.

Sie reflektieren die Durchführung der Beurteilung, stellen die Ergebnisse vor und diskutieren mögliche alternative Methoden.

Lernfeld 11: Festigkeits- und Zähigkeitskennwerte durch Wärmebehandlungen gezielt einstellen

**3. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 100 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, mechanische Werkstoffeigenschaften durch Wärmebehandlungen von Eisenwerkstoffen, Nichteisenmetallen und Kunststoffen einzustellen.

Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Informationsquellen, um sich über Verfahren zur Festigkeits- und Zähigkeitsveränderung von Werkstoffen (*Härten, Anlassen, Vergüten, Flamm-, Induktionshärten, Laserstrahlhärten, Einsatzhärten, Nitrieren, Ausscheidungshärtung, Tempern, Nachhärten, Vulkanisieren*) zu informieren. Sie verschaffen sich einen Überblick über die benötigten speziellen Wärmebehandlungsdiagramme (*Zeit-Temperatur-Umwandlungsdiagramm, Zeit-Temperatur-Austenitisierungs-Diagramm, Anlass- und Vergütungsschaubilder*) und erfassen die Möglichkeit der Auswertung von durchgeführten Wärmebehandlungen. Sie erkunden die einzusetzenden Wärmebehandlungsanlagen, Gerätschaften und zu verwendende Medien.

Sie planen Arbeitsabläufe und Produktionsschritte, um gewünschte Wärmebehandlungsergebnisse zu erzielen, auch unter Einbeziehung von computerunterstützten Wärmebehandlungs- und Datenbankprogrammen.

Sie entscheiden sich für geeignete Verfahren und wählen dazu geeignete Werkstoffe aus. Sie erkennen die Zusammenhänge zwischen Werkstoffen, Wärmebehandlungsparameter und Ergebnissen von Wärmebehandlungen.

Sie führen geeignete und ausgewählte Wärmebehandlungsverfahren nach eigenen und fremdbestimmten Vorgaben durch, um eine durchgreifende Härtesteigerung in Werkstoffen oder ein erforderliches Oberflächenhärteresultat zu erzielen. Sie überwachen Zyklen der Wärmebehandlungen und prüfen die Ergebnisse nach Vorgaben (*Härteverläufe, Stirnabschreckprüfung, Mikrohärt, Schichten, Materialografie, charakteristische Kenngrößen*). Sie zeichnen Diagramme während der Wärmebehandlung auf und reagieren bei auftretenden Störungen. Sie erkennen fehlerhafte Wärmebehandlungen und verwenden weitere Wärmebehandlungen, um unerwünschte Ergebnisse zu korrigieren.

Sie vergleichen ihre Ergebnisse mit den Wärmebehandlungsvorgaben (*Technischen Zeichnungen*) und erstellen Prüfprotokolle. Sie prüfen die Plausibilität, nehmen qualitative und quantitative Bewertungen vor und beurteilen ihre Erkenntnisse unter Berücksichtigung statistischer Kennwerte.

Sie reflektieren die Durchführung der erfolgten Wärmebehandlung, stellen die Ergebnisse vor und diskutieren mögliche alternative Methoden.

Lernfeld 12: Festigkeitskennwerte in Langzeitversuchen ermitteln

**3. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 60 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Festigkeitskennwerte aus dynamischen und quasistatischen Langzeitversuchen zu ermitteln und zu interpretieren.

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich aus geeigneten Quellen (*Fachliteratur, Normen*) über Verfahren zur Bestimmung von Festigkeitskennwerten mit Hilfe dynamischer und quasistatischer Langzeitversuche (*Schwingversuche, Zeitstandversuche, Relaxations- und Kriechversuche*).

Die Schülerinnen und Schüler entscheiden sich für mögliche Verfahren und zugehörige Parameter, um die zu untersuchenden Werkstoffkennwerte zu ermitteln.

Die Untersuchung wird durch die Schülerinnen und Schüler in Ablaufplänen vorbereitet.

Sie führen die Messungen mit Hilfe der gewählten Parameter unter Berücksichtigung von Arbeitsanweisungen (*Bedienungsanleitung, Prüfanweisung, Gefährdungsbeurteilung*) durch und erstellen technische Dokumentationen (*Wöhlerdiagramm, Kriechkurve*) auch computergestützt.

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die zu ermittelnden Größen (*Zeitdehn- und Zeitstandschaubild*) mit Hilfe der Messergebnisse, vergleichen diese mit Sollwerten und dokumentieren die Auswertung. Weiterhin führen die Schülerinnen und Schüler Abschätzungen zur Dauerfestigkeit (*Dauerfestigkeitsschaubilder*) durch.

Die Schülerinnen und Schüler prüfen die Plausibilität ihrer Ergebnisse und schätzen quantitativ die Messfehler unter Berücksichtigung statistischer Kennwerte ab.

Sie reflektieren die Durchführung der Versuche, stellen die Ergebnisse vor und diskutieren gegebenenfalls mögliche Optimierungen.

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, bei Kontrollen von Wareneingang, Produktionsprozessen und Produkten systematische Verfahren des Qualitätsmanagements und der Fehleranalyse anzuwenden.

Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über das Qualitätsmanagementsystem ihres Unternehmens (*Norm-Vorgaben, Umsetzung, Zertifizierungsverfahren, Qualitätsmanagement-Handbuch, Unternehmensstruktur, Zuständigkeiten, Dokumentenlenkung*).

Sie erkennen die zentrale Bedeutung des Qualitätsmanagementsystems für den Unternehmenserfolg auf Basis von Kundenzufriedenheit und Vertrauen der Kunden.

Sie informieren sich über Lieferanten-Kunden-Verträge zur Qualitätssicherung und rechtliche Auswirkungen (*Wareneingangskontrolle, Produkthaftung*).

Dabei realisieren sie die Notwendigkeit, zur Minimierung von Qualitätskosten (*Fehlerkosten, Prüfkosten, Fehlervermeidungskosten*) Abweichungen von der geforderten Produktqualität frühzeitig zu erkennen.

Sie identifizieren ihre Tätigkeitsbereiche als integrale Bestandteile des Qualitätsmanagementsystems und übernehmen Verantwortung für Aufgaben als Person und Mitglied in Teams der Qualitätssicherung (*Verfahrens- und Arbeitsanweisungen, Audits, Reviews, Reklamationen, Dokumentation, Verbesserungsvorschläge*).

Die Schülerinnen und Schüler überwachen nach Prüfplänen und Anweisungen die Qualität von Produkten und Prozessen. Sie planen die Durchführung, nehmen Daten für Qualitätsmerkmale auf und bewerten die ermittelten Kennwerte mit Methoden der statistischen Qualitätssicherung in der Massen- und Serienfertigung (*Statistische Prozesskontrolle, Stichprobenprüfung, Annehmbare Qualitätsgrenzlage, Prozessregelkarten, Maschinen- und Prozessfähigkeit, Lenkung von Produkten und Dokumenten*).

Sie erstellen Dokumente nach Vorgaben (*Tabellen, Grafiken, Reports*) und leiten aus den ermittelten Qualitätsdaten Maßnahmen ab (*Freigabe, Reklamation, Rückweisung, Sperrung, Eingriffe in den Produktionsprozess*).

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren Ergebnisse und diskutieren sie im Team. Fehlerursachen und Verbesserungsmaßnahmen werden systematisch mit standardisierten Verfahren (*Ursachen-Wirkungs-Analysen*) analysiert und in der Dokumentation gesichert.

Lernfeld 14: Mit elektromagnetischer Strahlung prüfen

**3. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 40 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Röntgenprüfungen, Computertomographie- und Thermoaufnahmen vorzubereiten und auszuwerten.

Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über Anlagen und Medien zur Röntgenprüfung und zur Thermographie. Sie erarbeiten sich die physikalischen Grundlagen zur Röntgenprüfung und Thermographie. Sie informieren sich über die Prüfbarkeit von Prüfteilen und Prüfbereichen (*Regelwerke*), die Abbildung von Anzeigen auf Röntgenfilmen und computertomographischen Aufnahmen, das Reflexions- und Absorptionsverhalten verschiedener Oberflächen und die Einsatzmöglichkeiten der Verfahren. Sie machen sich mit dem Ablauf der Prüfungen vertraut.

Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die erforderlichen Prüfparameter und berücksichtigen die Prüfunterlagen für die Anfertigung von Röntgen- und computertomographischen Aufnahmen (*Aufnahmeanordnung, Belichtungszeit, Mindestabstand, Film-Fokus-Abstand, Aufnahmeanzahl, Bildgüteprüfkörper*) und Thermoaufnahmen (*thermische Eindringtiefe, Reflexions- und Absorptionskoeffizient*). Bei der Prüfung berücksichtigen sie den Strahlenschutz, die Umgebungsbedingungen und die Oberflächenbeschaffenheit des Bauteiles.

Die Schülerinnen und Schüler werten vorgegebene Prüfergebnisse aus. Sie kontrollieren die Prüfunterlagen auf Vollständigkeit. Sie beurteilen Prüfergebnisse auf der Grundlage schriftlicher Bewertungskriterien.

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren die Ergebnisse und diskutieren deren Qualität. Sie vergleichen und bewerten die erstellten Dokumentationen und erörtern Fehlerursachen bei der Prüfdurchführung. Sie diskutieren abschließend die Thematik des Umwelt- und Strahlenschutzes im Hinblick auf die durchgeführten Prüfverfahren.

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, systematische Schadensanalysen durchzuführen.

Die Schülerinnen und Schüler planen Schadensanalysen nach technischen Richtlinien. Sie ermitteln, welche Erstinformationen über Schadensverläufe erforderlich, welche Teile aus dem Schadensbereich sicherzustellen und für die Beweissicherung zu kennzeichnen sind.

Sie erstellen Schadensbeschreibungen (*konstruktive und fertigungstechnische Merkmale, eingesetzte Werkstoffe, visuelle Prüfung, Bruchflächen, Verschleiß, Korrosion*) und beschaffen sich in einer Bestandsaufnahme Informationen über technische Daten (*Betriebsbedingungen, Betriebszeit, Bauteilzeichnungen, Werkstoffgüte, Fügeverfahren, durchgeführte Güteprüfungen von Werkstoff und Anlagenzustand*).

Auf der Basis von Schadensbeschreibung und Bestandsaufnahme erarbeiten sie erste Schadenshypothesen und planen erforderliche Einzeluntersuchungen zur Verifizierung der Hypothesen. Dabei berücksichtigen sie Flexibilität und Wirtschaftlichkeit.

Sie planen Prüfungen (*Probennahme, materialographische Untersuchung, Bruchflächenuntersuchung im Stereomikroskop, Spektralanalyse, Härteprüfung, Zugversuch, Kerbschlagbiegeversuch, zerstörungsfreie Prüfungen, Raster-Elektronenmikroskop, energiedispersive Röntgenspektroskopie*).

Mittels Schadensbildern und Ergebnissen durchgeführter Einzeluntersuchungen erstellen sie Schadenssynthesen. Sie formulieren die Schadensursache in klaren, logisch verknüpften Aussagen und erarbeiten Vorschläge, wie die untersuchten Schäden vermieden werden können.

Den abschließenden Schadensbericht präsentieren sie computergestützt Mitarbeitern, Auftraggebern und Kunden (*Kommunikationstechnik, Adressatenanalyse*).

In der Diskussion erläutern und begründen die Schülerinnen und Schüler ihre Vorgehensweise und vertreten die Ergebnisse der Auswertungen.

Lernfeld 16a: Bruchflächen analysieren

4. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 40 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, systematisch anhand von Bruchflächen eine werkstoff- und bauteilabhängige Analyse der Bruchursache und des belastungsabhängigen Werkstoffverhaltens zu erstellen.

Die Schülerinnen und Schüler beschaffen sich Erstinformationen über Bruchaussehen, über bruchverursachende Belastungsarten (*statisch, dynamisch*) und über Beanspruchungsarten (*Zug, Druck, Biegung, Torsion*). Dabei berücksichtigen sie Bauteilgeometrie (*Kerbwirkung*), Wärmebehandlung, Umgebungseinflüsse und Werkstoff (*Stähle, Eisengusswerkstoffe, Nichteisenmetall-Knetlegierungen, Nichteisenmetall-Gusslegierungen, polymere Werkstoffe mit und ohne Füllstoffe und Additive*). Sie kennzeichnen die für Bruchinterpretationen signifikanten Zonen an Bauteilen.

Die Schülerinnen und Schüler planen in Abhängigkeit des zu untersuchenden Werkstoffs, des Werkstoffzustands (*Gefüge, Struktur, Textur*) und der Bauteilgeometrie geeignete Verfahren zur Probennahme, zur Probenvorbereitung, zur Probenpräparation und zur Gefüge- und Bruchflächenuntersuchung mit geeigneten Gerätschaften und Bilddokumenten (*makroskopisch, Richtreihen, lichtmikroskopisch, Rasterelektronen-Mikroskop*).

Unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Flexibilität und Zweckmäßigkeit entscheiden sie sich für eine Untersuchungsmethode und die damit verbundenen Vorbereitungsmaßnahmen.

Sie führen ausgewählte Prüfungen inklusive Probenvorbereitung durch oder veranlassen bei Bedarf weitergehende Prüfungen.

Die Ergebnisse aus dem festgestellten Bruchbild werden mit den Bauteil- und Werkstoffvorgaben verglichen und daraus eine mögliche Bruchursache abgeleitet. Daraus werden Vorschläge erarbeitet, wie eine Bruchentstehung unter Beachtung der funktionsbedingten Bauteilvorgaben vermieden werden kann.

Sie erstellen eine Beschreibung der Bruchursache, basierend auf den Ergebnissen der Prüfung der Bruchfläche, den Werkstoffeigenschaften der Belastungs- und Beanspruchungsarten und -dauer. Die Prüfergebnisse werden, auch computergestützt, protokolliert.

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren den Prüfbericht zur Untersuchung des Bruches mit Hilfe von Bildern und Grafiken (*Präsentationstechnik, Visualisierungstechnik*). In der Diskussion erläutern und begründen sie ihre Vorgehensweise und vertreten die Ergebnisse der Auswertungen.

Lernfeld 16b: Ortsveränderliche Prüfgeräte zur Durchstrahlungsprüfung einsetzen

**4. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 40 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, Durchstrahlungsprüfungen mit mobilen Röntgenanlagen und Gammaarbeitsgeräten vorzubereiten und auszuwerten.

Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über Gammaarbeitsgeräte und informieren sich über die anzuwendenden Strahlenschutzmaßnahmen. Sie erarbeiten sich die physikalischen Grundlagen zur Durchstrahlungsprüfung mit Radionukliden (*Entstehung und Eigenschaften ionisierender Strahlen, Schwächung*). Sie informieren sich über die Einsatzmöglichkeiten der Verfahren.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren das Prüfproblem. Sie wählen eine geeignete Prüftechnik und -anordnung (*Prüfeinrichtung, Mess- und Hilfsmittel, Verbrauchsmaterialien*). Sie ermitteln die erforderlichen Prüfparameter, planen die Prüfdurchführung unter Einhaltung der Angaben in der Prüfanweisung unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen und des Strahlenschutzes.

Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren die erforderlichen Prüfunterlagen auf Richtigkeit und Vollständigkeit. Sie beschreiben die Einrichtung des Prüfarbeitsplatzes und die Vorbereitung der zu prüfenden Objekte (*Identifikation, Prüfbarkeit, Kennzeichnung, Maßband, Prüfanweisung*). Sie erkennen in Prüfberichten Abweichungen und Störfälle während der Prüfung und schlagen Maßnahmen zu deren Vermeidung vor. Sie dokumentieren beispielhafte Prüfergebnisse unter Einhaltung der Zulässigkeitskriterien und veranlassen bei nicht zulässigen Anzeigen vorgeschriebene Maßnahmen (*Freigabe, Sperren, Prüfaufsicht benachrichtigen*).

Die Schülerinnen und Schüler prüfen und beurteilen die Qualität von Durchstrahlungsaufnahmen. Sie überprüfen die erstellte Dokumentation auf sachliche Richtigkeit, Verständlichkeit und Vollständigkeit.

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren die Prüfdurchführung und Prüfergebnisse und diskutieren deren Qualität. Sie vergleichen und bewerten die erstellten Dokumentationen und erörtern Fehlerursachen bei der Prüfdurchführung. Sie diskutieren abschließend die Thematik des Umweltschutzes und Strahlenschutzes im Hinblick der durchgeführten Prüfverfahren.

**Lernfeld 17a: Metallische Werkstoffe und Produkte
systematisch untersuchen**

**4. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 100 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, metallische Werkstoffe und Produkte auftragsbezogen systematisch zu untersuchen.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Untersuchungsauftrag, -umfang und -methoden und berücksichtigen dabei die technischen Regelwerke (*Normen, Bauteilzeichnungen*) und Rahmenbedingungen (*Betriebsbedingungen, Betriebszeit, Werkstoffgüte, Werkstoffeigenschaften, Werkstoffentwicklung, Fügeverbindungen, Plattierungen, Beschichtungen, durchgeführte Güteprüfungen von Werkstoff- und Anlagenzustand*).

Sie planen die Untersuchung (*Korrosionsuntersuchungen, tribologische Untersuchungen, technologische Prüfungen, Druckversuch, Differentialthermoanalyse, Dilatometrie, Metallografie, computerunterstützte Bildanalyse von Phasenanteilen und Körnern, Spannungsanalyse*). Auf der Basis von Untersuchungsauftrag und Bestandsaufnahme erarbeiten sie Vorgehensweisen und planen erforderliche Prüfungen und Versuche.

Sie führen ausgewählte Prüfungen durch (*mechanisch-technologische Prüfverfahren, Metallografie, zerstörungsfreie Prüfverfahren, Spektroskopie, Korrosionstests*) und veranlassen bei Bedarf weitergehende Prüfungen.

Die Ergebnisse aus den Einzeluntersuchungen führen sie in einem Untersuchungsbericht zusammen (*Bilder, Statistik, Tabellen, Grafiken*) und beschreiben auftragsbezogen die Werkstoff-, Proben- und Bauteileigenschaften. Aus den Untersuchungsergebnissen leiten sie weitergehende Handlungsempfehlungen ab.

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren den Untersuchungsbericht ihren Kunden, diskutieren, erläutern und begründen ihre Vorgehensweise und vertreten die Ergebnisse der Auswertungen.

Lernfeld 17b: Kunststoffe und Kunststoffprodukte systematisch untersuchen

**4. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 100 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, Kunststoffe und Kunststoffprodukte auftragsbezogen systematisch zu untersuchen.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren den Untersuchungsauftrag, -umfang und –methoden und berücksichtigen dabei die technischen Regelwerke (*Normen, Bauteilzeichnungen*) und Rahmenbedingungen (*Betriebsbedingungen, Betriebszeit, Kunststoffverarbeitung, -eigenschaften, -entwicklung, Fügeverbindungen, Beschichtungen, durchgeführte Güteprüfungen von Werkstoff- und Anlagenzustand, Werkstofferkennung*).

Sie planen die Untersuchung (*Impactversuch, Ritz-Härte, Durchschlagfestigkeit, Lackhaftung, Oberflächeneigenschaften, Rohstoff-Prüfungen, Korrosionsuntersuchungen, tribologische Untersuchungen, technologische Prüfungen, Druckversuch, Differentialthermoanalyse, physikalisch und chemische Untersuchungsmethoden, Dilatometrie, Materialographie, computerunterstützte Bildanalyse von Phasenanteilen*). Auf der Basis von Untersuchungsauftrag und Bestandsaufnahme erarbeiten sie Vorgehensweisen und planen erforderliche Prüfungen und Versuche.

Sie führen ausgewählte Prüfungen durch (*mechanisch-technologische Prüfverfahren, Materialografie, zerstörungsfreie Prüfverfahren, Spektroskopie, Korrosionstests, Härteprüfungen*) und veranlassen bei Bedarf weitergehende Prüfungen.

Die Ergebnisse aus den Einzeluntersuchungen führen sie in einem Untersuchungsbericht zusammen (*Bilder, Statistik, Tabellen, Grafiken*) und beschreiben auftragsbezogen die Werkstoff-, Proben- und Bauteileigenschaften. Aus den Untersuchungsergebnissen leiten sie weitergehende Handlungsempfehlungen ab.

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren den Untersuchungsbericht ihren Kunden, diskutieren, erläutern und begründen ihre Vorgehensweise und vertreten die Ergebnisse der Auswertungen.

Lernfeld 17c: Wärmebehandlungsprozesse planen, steuern und überwachen

**4. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 100 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, Wärmebehandlungsprozesse für metallische Werkstoffe und Produkte auftragsbezogen zu planen und Wärmebehandlungsanlagen zu steuern und zu überwachen.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren Wärmebehandlungsauftrag, -anlass, -umfang und -methoden und berücksichtigen dabei die technischen Regelwerke, Rahmenbedingungen (*Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Diagramme, Zeit-Temperatur-Austenitisierungs-Diagramme, Vergütungsschaubilder, Anlassdiagramme, Betriebsbedingungen, Betriebszeit, Bauteilzeichnungen, Werkstoffdatenblätter, Werkstoffeigenschaften, Fügeverbindungen, Beschichtungen, durchgeführte Güteprüfungen von Werkstoff- und Anlagenzustand, Temperaturmesstechnik*), Hilfsmittel (*Medien, Chargierhilfsmittel*), Anlagen- (*Mess-, Steuer-, Regel-, Chargiertechnik*) und Ofentechnik.

Unter Berücksichtigung von ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten planen sie die Wärmebehandlung (*Wärmebehandlungsanweisung*).

Sie steuern und regeln den Wärmebehandlungsprozess, dabei überwachen sie die Wärmebehandlungsparameter (*Ofenatmosphäre, Durchflussmessung, Temperatur-Zeit-Verlauf, Temperaturverteilung*). Hierzu führen sie ausgewählte Prüfungen durch (*mechanisch-technologische Prüfverfahren, zerstörungsfreie Prüfverfahren, Metallographie, computerunterstützte Bildanalyse von Phasenanteilen und Körnern, Dilatometrie, Spektroskopie, Härteprüfung, Härteverläufe*) und veranlassen bei Bedarf weitergehende Prüfungen.

Die Ergebnisse aus der Überprüfung der Wärmebehandlung führen sie in einem Untersuchungsbericht zusammen (*Bilder, Statistik, Tabellen, Grafiken*) und beschreiben auftragsbezogen die Werkstoff-, Proben- und Bauteileigenschaften. Aus den Untersuchungsergebnissen leiten sie weitergehende Handlungsempfehlungen ab.

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren den Untersuchungsbericht ihren Kunden, diskutieren, erläutern und begründen ihre Vorgehensweise und vertreten die Ergebnisse der Auswertungen.

Lernfeld 17d: Zerstörungsfreie Prüfungen in Technischen Systemen durchführen

**4. Ausbildungsjahr
Zeitrichtwert: 100 Stunden**

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über die Kompetenz, Prüfanweisungen für die Durchführung von zerstörungsfreien Oberflächenprüfverfahren anzufertigen und zerstörungsfreie Prüfverfahren in Technischen Systemen durchzuführen.

Die Schülerinnen und Schüler informieren sich über die Inhalte einer Prüfanweisung für Oberflächenprüfverfahren. Sie verschaffen sich einen Überblick über die verfahrenstechnisch bestimmten Einsatzmöglichkeiten der zerstörungsfreien Prüfverfahren (*Sicht-, Eindring-, Magnetpulver-, Ultraschall-, Durchstrahlungsprüfung*) und mobile Prüfung (*Härteprüfung, ambulante Metallografie*). Sie berücksichtigen dabei unterschiedliche Prüfobjekte (*Schweißverbindungen, Gussstücken, Schmiedeteilen, Walzprodukte, Werkstoffe*). Sie informieren sich über Beanspruchungen (*Korrosion, Temperatur, Betriebszeit, Tribologie, Schwingung*), die zu Bauteilschädigungen führen können. Sie beachten Vorgaben und örtliche Rahmenbedingungen bezüglich der Durchführbarkeit, Arbeits-, Umwelt- und Strahlenschutz.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren typische Prüfprobleme aus Einsatzgebieten unterschiedlicher Industriesektoren. Sie identifizieren Bereiche des zu prüfenden Systems, die besonders belastet werden (*Geometrie, konstruktive Auslegung, Betriebsbedingungen*). Sie berücksichtigen die örtlichen Begebenheiten in der technischen Anlage, die Einpassung in die örtlichen Arbeitsabläufe und spezifische Anforderungen des Anlagenbetreibers (*Sicherheits- und Qualitätsmanagementvorschriften, Genehmigungs-, Kommunikations- und Anmeldewege*).

Die Schülerinnen und Schüler erstellen Prüfanweisungen für die Oberflächenprüfung. Sie beschreiben schrittweise den Prüfablauf unter Berücksichtigung der Prüfbedingungen vor Ort. Sie kontrollieren die Prüfunterlagen auf Richtigkeit und Vollständigkeit. Sie erkennen Abweichungen bei der Durchführung und nehmen notwendige Anpassungen vor (*Meldungen, erweiterte Prüfumfänge, Verfahrensänderungen*). Sie bewerten die Prüfergebnisse unter Einhaltung der in der Prüfanweisung festgelegten Zulässigkeitskriterien und leiten bei nicht zulässigen Anzeigen weitere Maßnahmen ein (*Nachprüfung, Stilllegung, Reparatur, Lebensdauerüberwachung*).

Sie erstellen eine Dokumentation unter Einhaltung der Kundenforderungen (*Form, sachliche Richtigkeit, Verständlichkeit, Vollständigkeit*).

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren die Prüfdurchführung und Prüfergebnisse und diskutieren deren Qualität. Sie vergleichen und bewerten die erstellten Dokumentationen und erörtern Fehlerursachen bei der Durchführung. Die Schülerinnen und Schüler reflektieren ihre Vorgehensweise und diskutieren Alternativen.

Lesehinweise

<p><i>fortlaufende Nummer</i></p>	<p><i>Kernkompetenz der übergeordneten beruflichen Handlung ist niveaugemessen beschrieben</i></p>	<p><i>Angabe des Ausbildungsjahres; 40, 60 oder 80 Stunden</i></p>
<p>Lernfeld 2:</p>	<p>Physikalische Werkstoffeigenschaften ermitteln und auswerten</p>	<p>1. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 80 Stunden</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Kompetenz, physikalische Werkstoffeigenschaften zu ermitteln und auszuwerten.</p>		
<p>Die Schülerinnen und Schüler nutzen geeignete Informationsquellen, auch fremdsprachliche Dokumente, um sich über Verfahren zur Ermittlung von physikalischen Werkstoffeigenschaften (<i>Dichtebestimmung, Thermische Analysen</i>) und über die Wirkungsweise von Messmitteln zu informieren.</p>		
<p>Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Verfahren und erforderliche Messmittel für die zu untersuchenden Werkstoffeigenschaften aus und planen den Ablauf der Untersuchungen.</p>		
<p>Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren die Funktionstüchtigkeit der Messmittel, führen die Messungen mit Hilfe der gewählten physikalischen Messverfahren unter Berücksichtigung einzuhaltender Arbeitsanweisungen (<i>Bedienungsanleitung, Prüfanweisung, Gefahrenanalyse</i>) durch, beachten Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften (<i>Betriebsanweisung, Sicherheitsdatenblätter</i>), erstellen technische Dokumentationen (<i>Tabellen, Diagramme</i>) auch computergestützt unter Berücksichtigung rechtlicher Bestimmungen und des Datenschutzes.</p>		
<p>Die Schülerinnen und Schüler berechnen die zu ermittelnden Größen (<i>Dichte, Längendehnung, Umwandlungspunkte, Zustandsdiagramme</i>) mit Hilfe der Messergebnisse und vergleichen diese mit Sollwerten und dokumentieren die Auswertung.</p>		
<p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen die Plausibilität ihrer Ergebnisse, schätzen quantitativ die Messfehler unter Berücksichtigung statistischer Kennwerte ab.</p>		
<p>Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die Durchführung der Messung, stellen die Ergebnisse vor und diskutieren mögliche Optimierungen der Messung.</p>		
<p><i>Fach-, Selbst-, Sozialkompetenz; Methoden-, Lern- und kommunikative Kompetenz sind berücksichtigt</i></p>	<p><i>Komplexität und Wechselwirkungen von Handlungen sind berücksichtigt</i></p>	<p><i>1. Satz enthält generalisierte Beschreibung der Kernkompetenz (siehe Bezeichnung des Lernfeldes) am Ende des Lernprozesses des Lernfeldes</i></p>
		<p><i>Fremdsprache ist berücksichtigt</i></p>
		<p><i>verbindliche Mindestinhalte sind kursiv markiert</i></p>
		<p><i>offene Formulierungen ermöglichen unterschiedliche methodische Vorgehensweisen unter Berücksichtigung der Sachausstattung der Schulen</i></p>
		<p><i>offene Formulierungen ermöglichen den Einbezug organisatorischer Aspekte</i></p>
		<p><i>Gesamttext gibt Hinweise zur Gestaltung ganzheitlicher Lernsituationen über die Handlungsphasen hinweg</i></p>