

**Thüringer Ministerium
für Bildung, Jugend und Sport**

**Thüringer Lehrplan
für die berufsbildende Schule**

Schulform: Berufsschule

Beruf:

**Industriemechanikerin/
Industriemechaniker**

2021

Herausgeber:
Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport
Werner-Seelenbinder-Straße 7
99096 Erfurt

Inhaltsverzeichnis

1	Kompetenzentwicklung und Handlungsorientierung in der Berufsausbildung.....	5
2	Berufsbezogene Vorbemerkung.....	8
3	Mitarbeiter der Lehrplangruppe.....	10
4	Studentafel.....	11
5	Lernfelder.....	12
5.1	Lernfeld 1 – Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen.....	12
5.1.1	Grundlagen und Anfertigen technischer Zeichnungen.....	12
5.1.2	Technische Werkstoffe.....	13
5.1.3	Grundlagen der spanenden Formgebung.....	13
5.1.4	Grundlagen der Umformtechnik.....	14
5.2	Lernfeld 2 – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen.....	16
5.2.1	Bohren, Senken, Reiben.....	16
5.2.2	Gewindeherstellung.....	17
5.2.3	Drehen.....	17
5.2.4	Fräsen.....	18
5.3	Lernfeld 3 – Herstellen von einfachen Baugruppen.....	20
5.3.1	Kraft- und formschlüssige Verbindungen.....	20
5.3.2	Stoffschlüssige Verbindungen.....	21
5.3.3	Steuerungstechnik.....	22
5.4	Lernfeld 4 – Warten technischer Systeme.....	23
5.4.1	Einflüsse auf die Betriebsbereitschaft technischer Systeme.....	23
5.4.2	Verfügbarkeit von Maschinen und technischen Systemen sichern.....	24
5.4.3	Grundlagen der Elektrotechnik.....	24
5.5	Lernfeld 5 – Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen.....	26
5.5.1	Fertigen von Drehteilen.....	26
5.5.2	Fertigen von Frästeilen.....	27
5.5.3	Endbearbeitung durch Schleifen.....	28
5.6	Lernfeld 6 – Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme.....	30
5.6.1	Inbetriebnahme pneumatischer Steuerungen.....	30
5.6.2	Inbetriebnahme elektropneumatischer Steuerungen.....	31
5.6.3	Inbetriebnahme hydraulischer Steuerungen.....	32
5.7	Lernfeld 7 – Montieren von technischen Teilsystemen.....	33
5.7.1	Kennwerte zur Beurteilung der Montageplanung.....	33
5.7.2	Funktionseinheiten zum Stützen und Tragen.....	34
5.7.3	Funktionseinheiten zur Energieübertragung.....	34
5.7.4	Funktionseinheiten zum Verbinden.....	35
5.8	Lernfeld 8 – Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.....	36

5.8.1	Aufbau, Einsatz und Vorteile der CNC-Technik.....	36
5.8.2	Technologische und geometrische Daten für die CNC-Bearbeitung.....	37
5.8.3	Programmierung eines Einzelteils.....	37
5.8.4	Fertigung eines Einzelteils auf einer CNC-Maschine.....	38
5.9	Lernfeld 9 – Instandsetzen von technischen Systemen.....	39
5.9.1	Reibung, Schmierung und Verschleiß.....	39
5.9.2	Planung der Instandsetzung.....	39
5.10	Lernfeld 10 – Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen.....	41
5.10.1	Elektrische Antriebe.....	41
5.10.2	Kupplungen.....	42
5.10.3	Getriebe.....	42
5.10.4	Schweißen und Kleben.....	43
5.10.5	Bewegen von Lasten.....	44
5.11	Lernfeld 11 – Überwachen der Produkt- und Prozessqualität.....	45
5.11.1	Bestandteile des Qualitätsmanagements.....	45
5.11.2	Werkzeuge des Qualitätsmanagements.....	46
5.11.3	Prozessüberwachung.....	46
5.12	Lernfeld 12 – Instandhalten von technischen Systemen.....	47
5.12.1	Instandhaltungsstrategien.....	47
5.12.2	Schadensanalyse.....	48
5.12.3	Schadensvermeidung.....	48
5.13	Lernfeld 13 – Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme.....	49
5.13.1	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS).....	49
5.13.2	Robotik.....	50
5.13.3	Komplexe hydraulische Systeme.....	50
5.14	Lernfeld 14 – Planen und Realisieren technischer Systeme.....	52
5.14.1	Analyse berufstypischer Projekte.....	52
5.14.2	Erstellen technischer Unterlagen mittels CAD.....	52
5.15	Lernfeld 15 – Optimieren von technischen Systemen.....	54
5.15.1	Optimierung eines Systems.....	54

1 Kompetenzentwicklung und Handlungsorientierung in der Berufsausbildung

Unterricht an berufsbildenden Schulen soll auf berufliches Handeln und auf die Mitgestaltung der Arbeitswelt in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung vorbereiten.

Zentrales Ziel jeder Berufsausbildung ist die Entwicklung einer umfassenden beruflichen Handlungskompetenz, welche sich in den Dimensionen von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz entfaltet. Ebenso ist die Entwicklung von Methodenkompetenz, kommunikativer Kompetenz und Lernkompetenz das Ziel beruflicher Bildung, welche immanenter Bestandteil von Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz sind.¹ Die Thüringer Lehrpläne folgen damit dem Kompetenzmodell, welches den KMK-Rahmenlehrplänen zugrunde liegt.

Handlungsorientierung steht für den Nachvollzug berufstypischer Handlungsabläufe in Form von vollständigen Lernhandlungen durch die Auszubildenden. Dabei sollen diese nach Möglichkeit selbst handeln bzw. die notwendigen Handlungen zur Problemlösung gedanklich nachvollziehen, um alle Aspekte der beruflichen Realität ganzheitlich zu erfassen.

Über die verschiedenen Lernfelder ist eine aufsteigende Anforderungstiefe in der Kompetenzstruktur gesichert.

Berufliche Handlungskompetenz umfasst die Bereitschaft und die Fähigkeit des einzelnen Menschen, in beruflichen Anforderungssituationen sachgerecht, durchdacht, individuell und sozial verantwortlich zu handeln sowie seine Handlungsmöglichkeiten weiterzuentwickeln.

Die Entwicklung der unterschiedlichen Kompetenzen wird in den einzelnen Lernfeldern des vorliegenden Lehrplans auf der Basis von Operatoren und den damit verbundenen Anforderungsbereichen beschrieben. Die genannten Kompetenzen gehen auf die Ausführungen des Deutschen Qualifikationsrahmens (DQR) in den einzelnen Niveaustufen zurück.

Um der Entwicklung der beruflichen Handlungskompetenz als einem zentralen Anliegen der beruflichen Bildung gerecht zu werden, wird der Lehrplanstrukturierung das Modell der vollständigen Handlung in seinen Phasen: Informieren, Planen, Entscheiden, Ausführen, Kontrollieren und Bewerten/Reflektieren zugrunde gelegt.

Mit diesem Handlungsmodell erfolgt eine Zuordnung von zu entwickelnden Kompetenzen und Inhalten. Der Thüringer Lehrplan beschreibt die einzelnen Lernfelder ausgehend von den Zielvorgaben und Kompetenzbeschreibungen des KMK-Rahmenlehrplans und bezieht die Ausbildungsverordnung des jeweiligen Berufs ein. Alle Lernfelder haben somit ihre Basis in beruflichen Handlungsfeldern und können diesen zugeordnet werden. Lernfelder selbst konkretisieren das Lernen in beruflichen Handlungen. Das bedeutet, die vorliegenden Lernfeldbeschreibungen stellen die berufliche Handlung selbst und die damit verbundenen Kompetenzen und Inhalte in das Zentrum. Einem Handlungsfeld können mehrere Lernfelder zugeordnet werden, welche sich an den berufsspezifischen Handlungsabläufen des jeweiligen Ausbildungsberufs orientieren.

¹Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der KMK für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule..., KMK 2018, S. 15-16

Dabei werden die einzelnen Lernfelder in verschiedene Themenbereiche gegliedert, die einer Ausdifferenzierung nach zu entwickelnden Kompetenzen und Lerninhalten folgen. Diese wiederum sind inhaltlich auf der Basis der vollständigen Handlung strukturiert.

Lernfelder setzen sich aus der Abfolge einzelner Lernsituationen, welche handlungsorientiert die verschiedenen Inhalte und die zu entwickelnden Kompetenzen abbilden, zusammen. Im vorliegenden Lehrplan wird auf eine Beschreibung einzelner Lernsituationen verzichtet, da eine Lernsituation aktuelle realitätsbezogene Aufgaben und Problemstellungen eines entsprechenden Ausbildungsberufs beschreibt. Lernsituationen müssen exemplarischen Charakter haben, damit sie den Auszubildenden Strategien vermitteln, die ihnen dabei helfen, zukünftige Berufssituationen zu bewältigen. Diese sind in den Schulen unter Berücksichtigung vorhandener oder neu zu entwickelnder Beispiele und Lernträger, zum Beispiel aus der betrieblichen Praxis, in einer didaktischen Jahresplanung zu verankern. Lernsituationen sind dabei als komplexe Lehr- und Lernarrangements zu verstehen. Diese schließen Erarbeitungs-, Anwendungs-, Übungs- und Vertiefungsphasen sowie die Erfolgskontrolle ein.

Die Kompetenzentwicklung der Auszubildenden in den einzelnen Ausbildungsberufen wird durch die Reihenfolge der Lernfelder und der darin festgelegten Abfolge der Lernsituationen und die Lernsituation selbst bestimmt. Innerhalb eines Lernfeldes sollten verschiedene Lernsituationen zur Anwendung kommen.

Lernsituationen sollten nach ihrer Verwendung einer Evaluation unterzogen werden. Damit soll die Eignung der Problemstellungen und Arbeitsaufträge überprüft werden. Ebenso ist der angestrebte Kompetenzzuwachs mit der tatsächlichen Realisierung zu vergleichen und ggf. zu optimieren. Diese Qualitätsprüfung von Lernsituationen stellt eine Basis von Qualitätssicherung in der Unterrichtsgestaltung beruflicher Schulen dar.

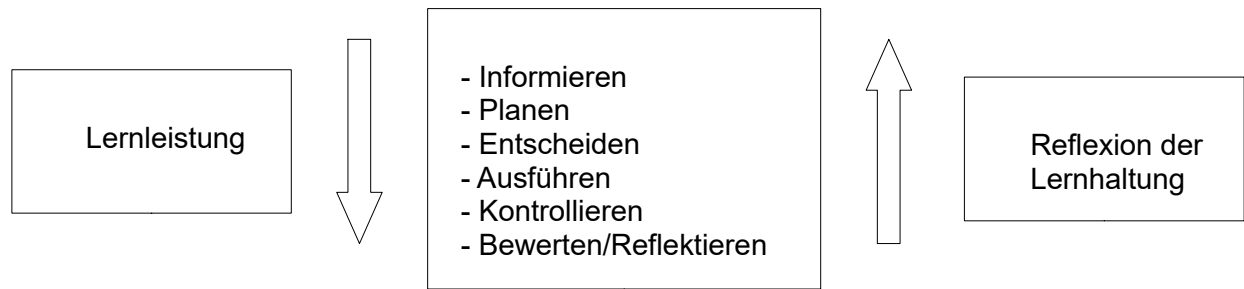
Eine enge Vernetzung der Partner der Berufsausbildung (Lernortkooperation zwischen Berufsschule, Ausbildungsbetrieb und überbetrieblicher Ausbildungseinrichtung) ist zwingend erforderlich, um der Kompetenzentwicklung in vollem Umfang Rechnung zu tragen.

Handlungsschema nach Phasen der vollständigen Handlung

Lernsituationen stellen curriculare Einheiten der Lernfelder dar und leiten typische berufliche Aufgabenstellungen ab. Ganzheitliche Problemstellungen, welche in einer engen Verbindung mit berufstypischen Handlungssituationen stehen, orientieren sich an beruflichen Handlungskompetenzen. Diese Orientierung soll den Zusammenhang zwischen betrieblichem und schulischem Lernen sicherstellen.

Handeln, insbesondere eigenverantwortliches Handeln, kann als produktives, kommunikatives oder exploratives Handeln stattfinden. Die Umsetzung unterrichtlicher Handlungsorientierung ist über vollständige Handlungsstrukturen möglich.

Die Struktur der einzelnen Lernsituationen ist somit durch die Abfolge der Handlungsphasen einer vollständigen Handlung bestimmt.



Die Kompetenzbeschreibungen in Kapitel 5 dieses Lehrplans wurden entsprechend dieser Struktur formuliert.

Wichtig für einen handlungsorientierten Unterricht sind die Reflexionen innerhalb einer Lernsituation und der Rückblick auf vergangene Lernsituationen. Für die Auszubildenden wird so eine hohe Transparenz des Unterrichtsgeschehens geschaffen. Damit entwickelt sich kontinuierlich eine Erfahrungskurve, die den Aufbau beruflicher Handlungskompetenz unterstützt. Im Vordergrund steht dabei der Prozess der Problemlösung. Die Auszubildenden sollen befähigt werden, die erworbenen Kompetenzen auf neue Situationen zu übertragen und so selbstständig Lösungen zu finden.

2 Berufsbezogene Vorbemerkung

Der vorliegende Thüringer Lehrplan für die Berufsausbildung zum Industriemechaniker ist mit der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 09.07.2004 (BGBl. I S. 1502) abgestimmt. Der KMK-Rahmenlehrplan wurde 2018 teilnovelliert und hinsichtlich der Thematik „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ angepasst. Dies wurde im vorliegenden Thüringer Lehrplan berücksichtigt.

Industriemechaniker sind überwiegend in den beruflichen Handlungsfeldern Herstellen, Montieren, Instandhalten und Automatisieren von technischen Systemen eingesetzt.

Der Rahmenlehrplan geht von folgenden Zielen aus:

Industriemechaniker

- arbeiten und kommunizieren im Rahmen der beruflichen Tätigkeit inner- und außerbetrieblich sowie interdisziplinär mit anderen Personen, auch aus anderen Kulturkreisen. Sie arbeiten teamorientiert und wenden aktuelle Kommunikationsmittel, auch im virtuellen Raum, an,
- wenden technische Regelwerke und Bestimmungen sowie audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel zur Beschaffung von Informationen und bei Arbeiten in technischen Systemen an,
- planen und organisieren Arbeitsabläufe, kontrollieren und bewerten Arbeitsergebnisse auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge. Sie wenden informationstechnische Systeme zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung an,
- berücksichtigen die mit der Digitalisierung der Arbeit verbundene Daten- und Informationssicherheit,
- recherchieren und bewerten Informationsquellen und Informationen, auch in digitalen Netzen,
- prüfen mechanische und physikalische Größen, auch mit Hilfe aktueller Applikationen,
- stellen Bauelemente durch manuelle und maschinelle Fertigungsverfahren her,
- erstellen und optimieren Programme und bedienen numerisch gesteuerte Maschinen, Geräte oder Anlagen,
- arbeiten in vernetzten Fertigungssystemen,
- montieren und demontieren Maschinen, Geräte, Vorrichtungen und Anlagen,
- nehmen Systeme und Anlagen einschließlich der Steuerungs- und Regeleinrichtungen in Betrieb und weisen Kunden ein,
- führen Instandhaltungsarbeiten, auch unter Verwendung digitaler Diagnosetools, durch und stellen die Betriebsfähigkeit technischer Systeme sicher,
- beschreiben die Funktionsweise, Produktions- und Organisationsabläufe sowie die Einbindung von cyber-physischen Systemen, auch unter Berücksichtigung logistischer Prozessschritte,
- erstellen technische Dokumentationen, auch unter Verwendung digitaler Medien,
- wenden Normen und Richtlinien zur Sicherung der Prozess- und Produktqualität an und tragen im Betrieb zur ständigen Verbesserung von Arbeitsabläufen bei und
- wenden aktuelle Methoden der Qualitätssicherung an.

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 zusätzlich zum Thüringer Lehrplan auch die Ausbildungsverordnung zu Grunde zu legen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Betrieb und Berufsschule ist damit unerlässlich.

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.

Mathematische, naturwissenschaftliche, technische Inhalte sowie sicherheitstechnische, ökonomische bzw. betriebswirtschaftliche und ökologische Aspekte sind in den Lernfeldern integrativ zu vermitteln.

Gerade die ökonomischen und betriebswirtschaftlichen Inhalte sind mit dem Lernfeld Wirtschaftslehre und dem allgemein bildenden Fach Sozialkunde zeitlich (wenn möglich) und inhaltlich abzustimmen.

Einschlägige Normen und Rechtsvorschriften sowie Vorschriften zur Arbeitssicherheit sind auch dort zugrunde zu legen, wo sie nicht explizit erwähnt werden.

Die Fremdsprache ist integrativ in den Lernfeldern zu unterrichten und sollte einen Umfang von 40 Stunden haben.

3 Mitarbeiter der Lehrplangruppe

Name	Funktion	Schule
Heß, Regine	Vorsitzende	Staatliche berufsbildende Schule Technik Gera
Eckardt, Eva	Mitglied	Walter-Gropius-Schule Erfurt
Grunert, Kerstin Ullrich, Carolin	Mitglied	Staatliches Berufsschulzentrum Jena-Göschwitz Jena
Marold, Steffen	Mitglied	Staatliches Berufsschulzentrum „Hugo Mairich“ Gotha
Rempel, Henry	Mitglied	Staatliche berufsbildende Schule Sonneberg

4 Stundentafel

Übersicht über die Lernfelder für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker					
Lernfelder		Zeitrichtwerte in Unterrichtsstunden			
Nr.		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr
1	Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	80			
2	Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	80			
3	Herstellen von einfachen Baugruppen	80			
4	Warten technischer Systeme	80			
5	Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen		80		
6	Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme		60		
7	Montieren von technischen Teilsystemen		40		
8	Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen		60		
9	Instandsetzen von technischen Systemen		40		
10	Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen			80	
11	Überwachen der Produkt- und Prozessqualität			60	
12	Instandhalten von technischen Systemen			60	
13	Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme			80	
14	Planen und Realisieren technischer Systeme				80
15	Optimieren von technischen Systemen				60
Summen: insgesamt 1020 Stunden		320	280	280	140

Im fachtheoretischen Unterricht sind für die **Wirtschaftslehre** in dem 1.-3. Ausbildungsjahr laut Thüringer Schulordnung für die Berufsschule (ThürBSO) zusätzlich zu den o. g. Lernfeldern jeweils 40 Stunden und im 4. Ausbildungsjahr 20 Stunden zu planen.

Im ersten Ausbildungsjahr sind diese Stunden aus dem Wahlpflichtbereich zu entnehmen.

5 Lernfelder

Hinweis:

Entsprechend den Vorgaben des Thüringer Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport sind für den Laborunterricht die Klassen zu teilen.

5.1 Lernfeld 1 – Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

1. Ausbildungsjahr	Zeitrhythmuswert 80 Stunden
---------------------------	--

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler besitzen die Kompetenz, Bauelemente nach konstruktiven, technologischen und qualitativen Vorgaben mit handgeführten Werkzeugen herzustellen. Sie verwenden dazu auch digitale Medien und berücksichtigen die Bestimmungen des Urheberrechts.

5.1.1 Grundlagen und Anfertigen technischer Zeichnungen

Hinweis:

Die Schüler erarbeiten sich anhand eines Bauteils oder einer Baugruppe (nach Möglichkeit berufs-/branchentypisch) die Grundlagen der normgerechten Darstellung in technischen Zeichnungen. Sie analysieren und erstellen Zeichnungen.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– technische Zeichnungen nach aktueller Norm analysieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Einteilung technischer Zeichnungen – Normschrift – Zeichenblattnormen – Maßstäbe – Linienarten – Schriftfeld – Darstellungsnormen (Projektionen, Ansichten) – allgemein gültige Grundlagen der Bemaßung (parallele Maße, Abschrägungen, Durchmesser, Radien, ...) – Gesamtzeichnung und Stückliste
– Einzelteilzeichnungen, auch in Abstimmung mit anderen Lernfeldern, anfertigen.	<ul style="list-style-type: none"> – Blatteinteilung – Lage der Ansichten – Bemaßung
– Zeichnungen lesen und bewerten.	– Zeichnungen als Grundlage der Fertigung, Auftrags- und Funktionsanalyse sowie Werkstückprüfung

5.1.2 Technische Werkstoffe

Hinweis:

Die Schüler lernen die in der Praxis eingesetzten Werkstoffe kennen. Sie beurteilen die Werkstoffe nach ihren Eigenschaften und ihrer Verwendung. Sie können die Werkstoffbezeichnungen anwenden und sind in der Lage, Aussagen zu deren Herstellung und Verwendung zu treffen. Innere Vorgänge in den Werkstoffen sind ihnen bekannt.

(Die Vertiefungen der einzelnen Inhalte erfolgen berufsspezifisch.)

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Werk- und Hilfsstoffe klassifizieren.	– Übersicht – Definitionen
– Werkstoffeigenschaften von Metallen und Kunststoffen charakterisieren.	– physikalische Eigenschaften – mechanisch-technologische Eigenschaften – fertigungstechnische Eigenschaften – chemisch-technologische Eigenschaften – Umwelteigenschaften
– den inneren Aufbau typischer Metalle und deren Legierungen zuordnen.	– Gefüge und kristalline Struktur – Gitterbaufehler – reine Metalle – Mischkristalle – Kristallgemisch
– die Herstellung und Verarbeitung von Stahl beschreiben.	– Roheisengewinnung – Stahlherstellung – Vergießen des Stahls – Verarbeitung zu Stahlerzeugnissen
– Werkstoffbezeichnungen und die Auswahl der Werkstoffe beurteilen.	– Arbeit mit Stücklisten

5.1.3 Grundlagen der spanenden Formgebung

Hinweis:

Die Schüler kennen die Fertigungshauptgruppen und können die entsprechenden Verfahren mit Beispielen zuordnen. Ausgehend von einer Baugruppenzeichnung können sie die Verfahren zur Formgebung von Hand erkennen und anwenden. Sie sind in der Lage, geeignete Prüfmittel auszuwählen und anzuwenden.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Fertigungsverfahren den Fertigungshauptgruppen zuordnen.	– Übersicht nach Norm

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – vorbereitende Arbeiten vornehmen. – Grundlagen des Trennens und Zerteilens analysieren und beschreiben. – Werkstücke durch manuelles Spanen herstellen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Anreißen – Körnen – Schneidengeometrie (Winkel und Kräfte am Werkzeug) – Scherschneiden – Meißeln – Sägen – Feilen – Beissschneiden
<ul style="list-style-type: none"> – Arbeiten mit handgeführten Werkzeugen auswerten. 	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfen mit geeigneten Mess- und Prüfmitteln – Prüfplan – Messen und Lehren – Zeichnungsunterlagen – Arbeitsplanung

5.1.4 Grundlagen der Umformtechnik

Hinweis:

Ausgehend von einer Zeichnung mit umgeformten Werkstücken lernen die Schüler die Umformverfahren kennen. Sie wissen, welche Vorgänge im Werkstoff ablaufen und können einzelne Umformverfahren anwenden sowie die notwendigen Berechnungen für diese Verfahren durchführen. Sie sind in der Lage, geeignete Prüfmittel auszuwählen und anzuwenden.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – Umformverfahren definieren. 	<ul style="list-style-type: none"> – Übersicht nach Norm
<ul style="list-style-type: none"> – das Verhalten der Werkstoffe untersuchen. – Kalt- und Warmumformen differenzieren. – das Werkstückverhalten beim Biegen ermitteln. 	<ul style="list-style-type: none"> – elastisches Verhalten – plastisches Verhalten – Spannungs-Dehnungsdiagramm – Umformverfahren zuordnen – Biegeverfahren – Stauchung/Dehnung – neutrale Faser – gestreckte Länge – Biegewinkel – Biegeradius – Rückfederung – Biegeberechnungen

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Prüfergebnisse nach Prüfprotokoll beurteilen.	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfen mit geeigneten Mess- und Prüfmitteln – Prüfplan – Prüfergebnisse digital darstellen – Prüfprotokoll

5.2 Lernfeld 2 – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

1. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 80 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler besitzen die Kompetenz, Bauelemente nach konstruktiven, technologischen und qualitativen Vorgaben mit Maschinen zu fertigen.

Zur Beschaffung von Informationen nutzen sie auch audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel.

5.2.1 Bohren, Senken, Reiben

Hinweis:

Es soll eine Grundplatte (z. B. Vorrichtung) mit verschiedenen Bohrungen hergestellt werden. Die Bohrungen sollen mit Senkungen versehen und gerieben werden.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Angaben aus technischen Zeichnungen zur Fertigung von Bauteilen ermitteln.	– Einzelteilzeichnungen – Maßtoleranzen – Passungen
– Arbeitsaufträge analysieren und den Spanungsvorgang beschreiben.	– Spanungsvorgang – Spanarten – Spanformen
– technische Begriffe definieren.	– Bewegungen beim Spanen – Winkel, Schneiden und Flächen
– Bohrmaschinen, Werkzeuge, Spannmittel und Kühlschmierstoffe (KSS) auswählen.	– Bohrmaschinenarten – Bohrwerkzeuge – Spannmittel – KSS
– Arbeitswerte bestimmen.	– Einflussgrößen und Arbeitswerte (v_c , n , f , F_c)
– Arbeitsfolgen unter Beachtung der Unfallverhütungsvorschriften (UVV) festlegen.	– Arbeitspläne – UVV
– Messergebnisse digital erfassen und sichern. – Mess- und Prüfergebnisse für verschiedene Bauteile beurteilen.	– Messen und Lehren – anzeigende Messmittel – Maßverkörperungen – Messfehler – Prüfplan

5.2.2 Gewindeherstellung

Hinweis:

Auf einer Säulenbohrmaschine ist beispielsweise eine Gewindebohrung für die Verschraubung eines Bleches auf einer Grundplatte herzustellen.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Zeichnungsangaben analysieren.	– Einzelteilzeichnungen von Werkstücken mit Innen- und Außengewinde – Darstellung von Bohrungen, Senkungen und Gewinden
– Gewindeangaben und deren Darstellung erschließen.	– Gewindearten und Unterscheidungsmerkmale – Gewindeabmessungen – Gewindebemaßung
– Werkzeuge, Spannmittel und KSS auswählen.	– Gewindebohrerarten – Spannmittel für Gewindebohrer – Schneideisenarten
– Arbeitswerte bestimmen.	– Einflussgrößen und Arbeitswerte (v_c , n , f , F_c)
– verschiedene Technologien unter Beachtung der UVV zuordnen.	– Gewindebohren – Gewindeschneiden – Arbeitspläne
– Prüfergebnisse bewerten.	– Prüfen von Gewinden (Gewindelehren)

5.2.3 Drehen

Hinweis:

Auf einer Universaldrehmaschine ist ein zylindrisches Werkstück (z. B. Bolzen für eine Vorrichtung) herzustellen. Dazu fertigt der Schüler entsprechende Einzelteilzeichnungen mit einem CAD-Programm an (Teilungsstunden beachten).

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Ansichten zuordnen. – Maßtoleranzen ermitteln. – Zeichnungsangaben erläutern.	– Einzelteilzeichnungen rotationssymmetrischer Werkstücke – Ansichten, Schnittdarstellungen – Bemaßung, Maßtoleranzen und Oberflächenangaben
– rotationssymmetrische Werkstücke digital entwerfen.	– Grundlagen rechnerunterstütztes Zeichnen

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– unterschiedliche Drehmaschinen klassifizieren.	– Universaldrehmaschine (DLZ) – Baueinheiten – UVV
– unterschiedliche Spannmöglichkeiten und Drehwerkzeuge auswählen.	– Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke – Drehmeißelarten – Winkel, Flächen, Schneiden
– Drehverfahren präzisieren.	– Drehverfahren – Plandrehen – Längsdrehen
– verschiedene Schneidstoffe entsprechend dem Arbeitsauftrag zuordnen.	– Schneidstoffe im Überblick
– den Drehvorgang präzisieren, Richtwerte ableiten und Arbeitswerte berechnen.	– Einflussgrößen und Arbeitswerte (v_c , n , f , a_p , F_c)
– entsprechende Bewegungen zuordnen.	– Arbeitsbewegungen – Spannbildung
– verschiedene Technologien anwenden.	– Arbeitspläne
– Mess- und Prüfergebnisse rechnergestützt protokollieren.	– Mess- und Prüfmittel – Unterschiedsmessung – Prüfplan und -protokoll

5.2.4 Fräsen

Hinweis:

Durch Fräsen ist beispielsweise eine Grundplatte für eine Vorrichtung herzustellen. Hierzu sind verschiedene Nuten und Absätze anzubringen. Das Fräsen soll auf einer Universalfräsmaschine erfolgen. Dazu fertigt der Schüler entsprechende Einzelteilzeichnungen mit einem CAD-Programm an (Teilungsstunden beachten).

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Ansichten zuordnen. – Maßtoleranzen ermitteln. – Zeichnungsangaben entschlüsseln.	– Einzelteilzeichnungen, auch von prismatischen Werkstücken – Ansichten, Schnittdarstellungen – Bemaßung, Maßtoleranzen und Oberflächenangaben
– prismatische Werkstücke digital entwerfen.	– Grundlagen rechnerunterstütztes Zeichnen
– unterschiedliche Fräsmaschinen klassifizieren.	– Fräsmaschinenarten – Baueinheiten – UVV

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– unterschiedliche Fräswerkzeuge und Spannmöglichkeiten auswählen.	– Fräserarten – Fräsertypen – Winkel, Flächen, Schneiden – Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke
– Fräsverfahren präzisieren.	– Fräsverfahren – Umfangsfräsen – Stirnfräsen – Gleichlauf- und Gegenlaufräsen
– den Fräsvorgang präzisieren, Richtwerte ableiten und Arbeitswerte berechnen.	– Einflussgrößen und Arbeitswerte (v_c , n , f_z , f , a_p , a_e)
– Bewegungen zuordnen.	– Arbeitsbewegungen
– verschiedene Technologien anwenden.	– Arbeitspläne
– Mess- und Prüfergebnisse rechnergestützt protokollieren.	– Mess- und Prüfmittel – Unterschiedsmessung – Prüfplan und -protokoll

5.3 Lernfeld 3 – Herstellen von einfachen Baugruppen

1. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 80 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler besitzen die Kompetenz, Bauelemente zu Baugruppen zu montieren und dabei funktionale und qualitative Anforderungen zu berücksichtigen. Sie verwenden berufstypische Gesamt- und Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne sowie einfache Schaltpläne und können Funktionszusammenhänge der Baugruppen beschreiben und erklären. Sie nutzen Informationen aus digitalen Unterlagen.

Sie unterscheiden Fügeverfahren nach ihren Wirkprinzipien und ordnen sie anwendungsbezogen zu.

5.3.1 Kraft- und formschlüssige Verbindungen

Hinweis:

Die Schüler können anhand von technischen Zeichnungen den Aufbau und die Wirkungsweise von kraft- und formschlüssigen Verbindungen erläutern.

Sie können eine Baugruppe mit CAD erstellen.

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Gesamtzeichnungen analysieren.	– Ansichten – Positionsnummern – Stücklisten – Schnittdarstellungen
– Einzelteile bestimmen.	– Halbzeuge – Normteile – Fertigungsteile
– Aufbau und Funktion ableiten.	– technische Systeme
– kraft- und formschlüssige Fügeverfahren auswählen.	– Schraubenverbindungen – Stiftverbindungen – Keilverbindungen – Passfederverbindungen – Nietverbindungen
– zeichnerische Darstellungen realisieren.	– Gewindedarstellung – Schraubendarstellung
– Berechnungen zu den Fügeverfahren durchführen.	– z. B. Kräfte, Drehmomente, Reibung
– Montagepläne anfertigen.	– Werkzeuge, Hilfsmittel – Arbeitsschritte

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – Sichtprüfungen auswerten. – die Funktion beurteilen. – Anzugmomente kontrollieren. 	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfkriterien – Prüfprotokolle

5.3.2 Stoffschlüssige Verbindungen

Hinweis:

Die Schüler lernen anhand von berufstypischen Beispielen die unterschiedlichen Arten von stoffschlüssigen Verbindungen kennen und anwenden.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– stoffschlüssige Verbindungen charakterisieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Schweißen – Löten – Kleben
– Schweißverfahren untersuchen.	– Überblick zu den einzelnen Schweißverfahren
– Lötverfahren beschreiben.	<ul style="list-style-type: none"> – Arten – Lötspalt – Lot – Flussmittel
– Klebeverfahren untersuchen.	<ul style="list-style-type: none"> – Ausführung von Verbindungen – Klebstoffarten – Arbeitsregeln
– stoffschlüssige Verbindungen prüfen.	<ul style="list-style-type: none"> – Sichtprüfung – Bruchprüfung – Dichtheitsprüfung

5.3.3 Steuerungstechnik

Hinweis:

Die Schüler lernen am Beispiel einfacher Steuerungen Bauglieder kennen. Sie beschreiben Funktionszusammenhänge und bauen Steuerungen auf. Dafür wird eine Klassenteilung empfohlen.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Grundbegriffe analysieren.	– Steuern, Regeln – Steuerungsarten
– Schaltpläne untersuchen. – Simulationssoftware anwenden.	– Arbeitsweise einzelner pneumatischer Bauglieder – Funktion von Baugliedern in der Steuerung – Referenzkennzeichnung nach aktueller Norm – Steuerungen simulieren
– Steuerungen im Laborunterricht realisieren.	– Verknüpfungssteuerung
– die Funktion der Schaltungen kontrollieren. – Fehler feststellen. – Fehlerkorrekturen diskutieren.	– Fehlersuche

5.4 Lernfeld 4 – Warten technischer Systeme

1. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 80 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler bereiten die Wartung von technischen Systemen vor und ermitteln Einflüsse auf die Betriebsbereitschaft. Sie planen Wartungsarbeiten unter den Gesichtspunkten von Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit und beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sowie der IT-Sicherheit.

5.4.1 Einflüsse auf die Betriebsbereitschaft technischer Systeme

Hinweis:

Die Schüler ermitteln Einflüsse auf die Betriebsbereitschaft. Sie erkennen die Ursachen für Störungen und Schäden.

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– technische Systeme analysieren.	– Bau- und Funktionseinheiten – Kraftmaschinen, Arbeitsmaschinen
– wichtige Kenngrößen ermitteln.	– Kraft, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad, Energie
– gesetzliche Vorgaben recherchieren.	– UVV, Umweltschutzmaßnahmen
– die Ziele der Instandhaltung klassifizieren. – die Maschinenverfügbarkeit berechnen.	– Zuverlässigkeit – Verfügbarkeit
– Ausfallsituationen einstufen.	– Störung, Fehler, Schaden
– Einflussfaktoren bewerten.	– Reibung, Verschleiß (Ursachen, Erscheinungen) – Korrosion – Ursache-Wirkungsdiagramm – Lebensdauer – Kosten-Aufwand-Diagramm
– Gefährdungen beurteilen.	– Arbeitssicherheit in der Instandhaltung

5.4.2 Verfügbarkeit von Maschinen und technischen Systemen sichern

Hinweis:

Die Schüler analysieren Dokumente und Unterlagen zu technischen Systemen und erstellen betriebliche Wartungspläne, auch in digitaler Form.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Instandhaltungstätigkeiten strukturieren und abgrenzen.	– Instandhaltungsmaßnahmen
– technische Dokumentationen analysieren. – digitale Informationsquellen nutzen.	– Bedienungsanleitung – Schmierplan – Kennzeichnung von Schmierstoffen – Betriebsanweisung
– Wartungsarbeiten ableiten.	– Wartungstätigkeiten
– Wartungspläne erstellen. – Wartungspläne rechnergestützt darstellen.	– Wartungsplan für den Bediener – Wartungsplan für den Instandhalter
– Wartungstätigkeiten anwenden.	– Wartungsarbeiten an mechanischen Bauteilen – Wartungsarbeiten an pneumatischen Systemen
– die Bereitstellung und Entsorgung der Hilfs- und Betriebsstoffe organisieren.	– Wiederaufbereitung – Entsorgung umweltbelastender Abfälle
– Wartungsmaßnahmen beurteilen.	– Vermeidung von Schäden – Effektivität

5.4.3 Grundlagen der Elektrotechnik

Hinweis:

Die Schüler wenden die Grundbegriffe der Elektrotechnik an und können elektrische Grundschaltungen aufbauen sowie deren Kenngrößen berechnen. Sie sind sicher im Umgang mit Schutzmaßnahmen.

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Grundgrößen definieren.	– elektrische Ladung – elektrischer Stromkreis – Spannung – Stromstärke – Widerstand

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Zusammenhänge ableiten.	– Wirkungen des elektrischen Stroms – Ohmsches Gesetz – elektrische Arbeit – elektrische Leistung
– einfache Schaltungen aufbauen.	– Parallelschaltung, Reihenschaltung
– elektrische Größen messen.	– Messgeräte für Stromstärke und Spannung
– elektrische Größen berechnen.	– Grundgrößen
– Gefahren des elektrischen Stroms erkennen. – Schutzmaßnahmen beurteilen.	– Folgen für den Menschen – Schutzarten – Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel

5.5 Lernfeld 5 – Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen

2. Ausbildungsjahr	Zeitrictwert 80 Stunden
---------------------------	------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler fertigen auftragsbezogen unter Berücksichtigung des Arbeits- und Umweltschutzes Werkstücke aus verschiedenen Werkstoffen auf Werkzeugmaschinen unter Verwendung von Datenmanagementsystemen.

Die Schüler wählen unter technologischen Aspekten geeignete Fertigungsverfahren aus. Sie entscheiden, ob vor der spanenden Fertigung Verfahren zum Ändern von Stoffeigenschaften durchgeführt werden müssen.

Sie dokumentieren und präsentieren die Arbeitsergebnisse, bewerten sie und entwickeln Alternativen. Sie sichern die Prüfergebnisse, auch mittels digitaler Datenverarbeitungssysteme.

Die Schüler begründen ihre Entscheidungen und reagieren sachbezogen auf Kritik an ihrer Arbeit.

5.5.1 Fertigen von Drehteilen

Hinweis:

Die Schüler können aus Gruppenzeichnungen, Teilzeichnungen, Skizzen und Stücklisten notwendige Informationen entnehmen. Sie wählen unter technologischen Aspekten geeignete Drehverfahren aus. Sie entwickeln Prüfpläne auf der Grundlage der Vorschriften zum Qualitätsmanagement.

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– aus technologischen Unterlagen Informationen zum Fertigungsprozess ableiten.	<ul style="list-style-type: none"> – Grundkenntnisse zum Drehen aus LF2 berücksichtigen – Werkstoffauswahl, Anlieferungszustand (Glühverfahren) – Schneidstoff – Oberflächenangaben – Form- und Lagetoleranzen
– Drehverfahren interpretieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Längsdrehen – Plandrehen – Profildrehen – Formdrehen – Stechdrehen – Gewindedrehen

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Drehverfahren anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsplan, auch digital, erstellen – Werkzeugauswahl – Schnittwerte bestimmen – Hauptnutzungszeit – Kühlschmierstoffe – Forderungen des Gesundheits- und Arbeitsschutzes
– Spanneinrichtungen bestimmen.	<ul style="list-style-type: none"> – Spanneinrichtungen für Werkstücke – Spanneinrichtungen für Werkzeuge
<ul style="list-style-type: none"> – Messergebnisse digital erfassen und sichern. – Arbeitsergebnisse mit Hilfe von Prüfprotokollen bewerten. 	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfmittel zur maßlichen Prüfung – Prüfmittel zur Oberflächenprüfung – Prüfmittel zur Prüfung von Form und Lagetoleranzen

5.5.2 Fertigen von Frästeilen

Hinweis:

Die Schüler können aus Gruppenzeichnungen, Teilzeichnungen, Skizzen und Stücklisten notwendige Informationen entnehmen. Sie wählen unter technologischen Aspekten geeignete Fräsverfahren aus. Sie entwickeln Prüfpläne auf der Grundlage der Vorschriften zum Qualitätsmanagement.

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– aus technologischen Unterlagen Informationen zum Fertigungsprozess ableiten.	<ul style="list-style-type: none"> – Grundkenntnisse zum Fräsen aus LF2 berücksichtigen – Datenmanagementsystem – Werkstoffauswahl, Anlieferungszustand – Schneidstoff – Oberflächenangaben – Form- und Lagetoleranzen
– Fräswerkzeuge nach ihrem Verwendungszweck zuordnen und interpretieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Fräserarten

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Fräsverfahren anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsplan, auch digital, erstellen – Werkzeugauswahl – Schnittwerte bestimmen – Hauptnutzungszeit – Kühlschmierstoffe – Forderungen des Gesundheits- und Arbeitsschutzes
– Spanneinrichtungen bestimmen.	<ul style="list-style-type: none"> – Spanneinrichtungen für Werkstücke – Spanneinrichtungen für Werkzeuge
<ul style="list-style-type: none"> – Messergebnisse digital erfassen und sichern. – Arbeitsergebnisse mit Hilfe von Prüfprotokollen bewerten. 	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfmittel zur maßlichen Prüfung – Prüfmittel zur Oberflächenprüfung – Prüfmittel zur Prüfung von Form und Lagetoleranzen

5.5.3 Endbearbeitung durch Schleifen

Hinweis:

Die Schüler können aus Gruppenzeichnungen, Teilzeichnungen, Skizzen und Stücklisten notwendige Informationen entnehmen. Sie wählen unter technologischen Aspekten geeignete Schleifverfahren aus. Sie entwickeln Prüfpläne auf der Grundlage der Vorschriften zum Qualitätsmanagement.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Schleifverfahren unterscheiden.	<ul style="list-style-type: none"> – Planschleifen – Rundschleifen
– Schleifwerkzeuge unterscheiden.	<ul style="list-style-type: none"> – Schleifmittel – Körnung – Bindung – Härte, Gefüge – Kennzeichnung der Schleifkörper
– Schleifverfahren anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> – Arbeitsplan, auch digital, erstellen – Schleifscheibenauswahl – Schnittwerte bestimmen – Hauptnutzungszeit – Kühlschmierstoffe – Forderungen des Gesundheits- und Arbeitsschutzes – Schleifscheibe auswuchten

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – Messergebnisse digital erfassen und sichern. – Arbeitsergebnisse mit Hilfe von Prüfprotokollen bewerten. 	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfmittel zur Prüfung von Passmaßen – Prüfen der Oberflächengüte – Prüfen der Form und Lagetoleranzen

5.6 Lernfeld 6 – Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme

2. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 60 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Hinweis:

Dieses Lernfeld baut auf den Grundlagen der Lernfelder 3 und 4 auf. Ein großer Teil zur Realisierung Lernsituationen erfolgt im Labor, deshalb ist eine Klassenteilung erforderlich.

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler analysieren steuerungstechnische Systeme, auch mit Hilfe einer Simulationssoftware, installieren Steuerungen und nehmen sie in Betrieb. Aus Schaltplänen und anderen Dokumentationen ermitteln sie für Steuerungen in unterschiedlichen Gerätetechniken die zu verwendenden steuerungstechnischen Komponenten sowie den Funktionsablauf. Dabei benutzen sie Herstellerunterlagen, auch in englischer Sprache. Sie dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse, auch unter Verwendung geeigneter Anwenderprogramme.

5.6.1 Inbetriebnahme pneumatischer Steuerungen

Hinweis:

Die Inbetriebnahme pneumatischer Steuerungen ist von der Aufgabenstellung bis zur Anwendung in technologischen Schritten an Projekten zu erarbeiten. Dabei werden digitale Medien und Simulationsprogramme genutzt.

Beim Aufbau und der Erprobung der Schaltungen müssen Möglichkeiten der Fehlersuche und Hinweise zum Arbeitsschutz beachtet werden.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – komplexe Aufgabenstellungen analysieren und interpretieren. – Grafset-Pläne erschließen. – Schaltplanentwürfe ableiten. 	<ul style="list-style-type: none"> – Grundkenntnisse aus LF 3 – Bewegungsreihenfolge festlegen – Bauteile auswählen – normgerechte Darstellung – verzweigte Steuerungen – Zeitbedingungen – normgerechte Darstellung und Bezeichnung der Bauelemente
<ul style="list-style-type: none"> – Schaltungen realisieren. 	<ul style="list-style-type: none"> – fachgerechte Verschlauchung – Arbeitsschutz beachten – fachgerechte Einstellung der Kolbengeschwindigkeiten – fachgerechte Anwendung der Sensorik – Endlagendämpfung – Berechnungen

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– mögliche Fehler feststellen.	<ul style="list-style-type: none"> – Bewegungsablauf kontrollieren – Fehler beheben – korrigierend eingreifen

5.6.2 Inbetriebnahme elektropneumatischer Steuerungen

Hinweis:

Die Inbetriebnahme elektropneumatischer Steuerungen ist von der Aufgabenstellung bis zur Anwendung in technologischen Schritten an Projekten zu erarbeiten. Dabei werden digitale Medien und Simulationsprogramme genutzt.

Beim Aufbau und der Erprobung der Schaltungen müssen Möglichkeiten der Fehlersuche und Hinweise zum Arbeitsschutz beachtet werden.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Bauteile der Elektrotechnik und deren Aufgaben bestimmen.	<ul style="list-style-type: none"> – Grundkenntnisse aus LF 4 – Magnetventile – Relais, Zeitrelais – Näherungsschalter – Not-Aus-Schalter
<ul style="list-style-type: none"> – Schaltpläne strukturieren. – Schaltungen interpretieren. 	<ul style="list-style-type: none"> – Stromlaufplan – pneumatischer Schaltplan – logische Verknüpfungen – Selbsthaltungen – normgerechte Darstellung und Bezeichnung der Bauteile
<ul style="list-style-type: none"> – Grafcet-Pläne erarbeiten. – Schaltungen realisieren. 	<ul style="list-style-type: none"> – Bewegungsreihenfolge, Schaltbedingungen – Ablaufsteuerung – Arbeitsschutz beachten
– mögliche Fehler feststellen.	<ul style="list-style-type: none"> – Signalüberschneidung – Verriegelung – Drahtbruchsicherheit

5.6.3 Inbetriebnahme hydraulischer Steuerungen

Hinweis:

Bei den Projekten zu hydraulischen Steuerungen ist besonders auf die Leistungsparameter und die Arbeitssicherheit zu achten.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– physikalische Grundlagen der Hydraulik abgrenzen.	– Volumenstrom, Druck – Hydraulikflüssigkeiten – Viskosität, Strömungsarten
– Bauelemente der Hydraulik charakterisieren.	– Hydraulikaggregat – Pumpen – Druckventile – Wegeventile – Sperrventile – Stromventile – Proportionaltechnik
– Schaltungen realisieren.	– Pumpenkennlinie, Durchflußkennlinien (Daten visualisieren und verarbeiten) – Varianten von Eilgang-Vorschubschaltungen – Berechnungen
– die Sicherheit einschätzen und Instandhaltungsmaßnahmen beurteilen.	– Dichtheitsprüfung – Füllstandsprüfung – Temperaturüberwachung

5.7 Lernfeld 7 – Montieren von technischen Teilsystemen

2. Ausbildungsjahr	Zeitrictwert 40 Stunden
---------------------------	------------------------------------

Hinweis:

Dieses Lernfeld bildet die Schnittstelle zu den Lernfeldern 10 und 14. Es legt Grundlagen für die Durchführung der Montage und Demontage von technischen Systemen.

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler planen mit Hilfe von technischen Dokumentationen die Montage von technischen Teilsystemen. Sie erstellen und sichern Montagepläne, auch unter Verwendung digitaler Medien. Sie sichern die Dokumente mittels digitaler Datenverarbeitungssysteme. Sie dokumentieren und präsentieren die Arbeitsergebnisse. Dabei wenden sie verschiedene Formen der Visualisierung an.

5.7.1 Kennwerte zur Beurteilung der Montageplanung

Hinweis:

Die Schüler lernen die Passungsarten und Passungssysteme sowie die Beanspruchung der Bauelemente kennen. Sie analysieren technische Dokumente, auch in digitaler Form, unter Berücksichtigung funktionaler und qualitativer Anforderungen, um Maschinenelemente und Baugruppen mit optimaler Passungsauswahl und Belastung zu montieren.

(ca. 8 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – Toleranzen analysieren und Passungen ableiten. – Passungssysteme interpretieren. 	<ul style="list-style-type: none"> – Grundkenntnisse zu Toleranzen aus LF 2 reaktivieren – ISO-Passungen nach aktueller Norm
<ul style="list-style-type: none"> – die Beanspruchungsarten bestimmen. – Belastungsfälle interpretieren. 	<ul style="list-style-type: none"> – Spannungs-Dehnungs-Diagramm – vorhandene Spannung, zulässige Spannung – statische Last und dynamische Lasten
<ul style="list-style-type: none"> – Passungen auswählen und begründen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Passungen berechnen – Passungswahl nach technischen Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"> – Beanspruchungen bestimmen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Zugbeanspruchung – Abscherung – Flächenpressung – Biegung
<ul style="list-style-type: none"> – die Anwendung von Passungen bewerten. 	<ul style="list-style-type: none"> – mögliche Fügeverfahren zuordnen – Fügekräfte abschätzen – Bauteilbelastungen einschätzen

5.7.2 Funktionseinheiten zum Stützen und Tragen

Hinweis:

Die Schüler montieren Lagerungen nach Zeichnungen und Stücklisten und erstellen Montage- und Demontagepläne, auch in digitaler Form. Sie bewerten ihre Ergebnisse.

(ca. 15 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – Einsatzkriterien von Gleit- und Wälzlagern/ -Führungen interpretieren. – die Funktion und den Aufbau von Gleit- und Wälzlagern erklären. 	<ul style="list-style-type: none"> – Reibzustände – Reibungsarten – hydrodynamische Schmierung (Stribeck-Kurve, Inhalte des LF 9 und 12 beachten) – Lagerwerkstoffe – Bezeichnung von Wälzlagern
<ul style="list-style-type: none"> – die Möglichkeiten der Lagermontage bestimmen. 	<ul style="list-style-type: none"> – mechanische und thermische Lagermontage – Zusammenhang Temperatureintrag - Längenausdehnung
<ul style="list-style-type: none"> – die Kenngrößen von Lagersitzen bestimmen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Toleranzen für den Einbau von Wälzlagern, Wälzlagerkatalog auch digital – Lagerbelastung (Umfangs- und Punktlast)
<ul style="list-style-type: none"> – Lageranordnungen beschreiben. 	<ul style="list-style-type: none"> – Festlager- Loslager, angestellte Lagerung, schwimmende Lagerung; Inhalte der LF 10 und 14 beachten
<ul style="list-style-type: none"> – die Funktion des Lagersitzes bewerten. 	<ul style="list-style-type: none"> – Prüfung der Lagerluft – Einhaltung der Einbautoleranzen

5.7.3 Funktionseinheiten zur Energieübertragung

Hinweis:

Die Schüler analysieren Funktionseinheiten zur Energieübertragung. Sie unterscheiden Wellen und Achsen und erarbeiten deren Einsatzkriterien.

(ca. 7 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – charakteristische Eigenschaften von Achsen und Wellen unterscheiden. – Bauformen und Einsatzmöglichkeiten von Achsen (Bolzen) und Wellen beschreiben. 	<ul style="list-style-type: none"> – Werkstoffe für Wellen und Achsen – Unterschiede in der Belastung

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Gestaltung von Wellen bestimmen.	– Zapfen gestalten – Freistiche, Nuten – Umgang mit Sicherungsringen
– Einbaumaße bestimmen.	– Längenausdehnung, auch im Zusammenhang mit der Gestaltung von Loslagern
– Beanspruchungen erklären.	– Auflagekräfte berechnen – Abscherung, Flächenpressung, Biegung – wechselnde und schwellende Lasten
– funktionale Eigenschaften der Wellen und Achsen bestimmen.	– Rundlauf – Leichtgängigkeit – Fluchtung

5.7.4 Funktionseinheiten zum Verbinden

Hinweis:

Die Schüler wenden formschlüssige und kraftschlüssige Verbindungen sowie Wellensicherungen an. Sie planen, montieren und demontieren diese Verbindungen und dokumentieren ihre Ergebnisse, auch in digitaler Form.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– unterschiedliche Welle-Naben-Verbindungen charakterisieren.	– ausgewählte Formschlussverbindungen – ausgewählte Kraftschlussverbindungen
– Formschlussverbindungen realisieren.	– Formen und Maße von Passfedern/ Passfedernuten und daraus entstehende Passungen
– kraftschlüssige Verbindungen realisieren.	– Keilverbindung – Spann- und Abziehhülsen
– notwendige Baugrößen beurteilen.	– Beanspruchung auf Flächenpressung – vorhandene und zulässige Spannungen im Bauteil

5.8 Lernfeld 8 – Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

2. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 60 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler fertigen Bauelemente durch Einzel- und Serienfertigung auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.

5.8.1 Aufbau, Einsatz und Vorteile der CNC-Technik

Hinweis:

Die Schüler kennen wichtige Merkmale, Begriffe und Funktionseinheiten numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Merkmale CNC-gesteuerter Maschinen nennen.	<ul style="list-style-type: none"> – Begriffe: CNC und Bearbeitungszentrum – Antriebe – Werkzeugspeicher – Wegmesssysteme – Aufbau und Aufgaben der CNC-Steuerung – Vorteile der Fertigung mit CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen
– Koordinaten, Null- und Bezugspunkte bestimmen.	<ul style="list-style-type: none"> – allgemeine Koordinatendefinition – Koordinaten bei Dreh- und Fräsmaschinen – Null- und Bezugspunkte bei Dreh- und Fräsmaschinen – Bearbeitungsebenen
– Steuerungsarten unterscheiden.	<ul style="list-style-type: none"> – Punkt-, Strecken-, Bahnsteuerung und deren Anwendung
– die Methoden der Werkzeugvermessung anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> – extern, intern, Vorgehensweise – Vor- und Nachteile
– die Vorteile der CNC-Technik in der Serienfertigung begründen.	<ul style="list-style-type: none"> – Reproduzierbarkeit – Genauigkeit

5.8.2 Technologische und geometrische Daten für die CNC-Bearbeitung

Hinweis:

Die Schüler lesen und erstellen Skizzen und Teilezeichnungen, denen sie die erforderlichen Informationen für die CNC-Fertigung entnehmen. Sie erstellen die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung unter Verwendung technischer Unterlagen, auch in digitaler Form.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Skizzen und Einzelteilzeichnungen lesen.	– Absolut- und Inkrementalbemaßung
– eine steigende Bemaßung (NC-gerechte Bemaßung) erstellen.	– einschließlich aller Angaben
– die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung erstellen.	– Arbeitsplan – Werkzeugplan – Werkzeugauswahl – Einrichteblatt – Technologiedaten für das Drehen – fehlende geometrische Daten berechnen – Werkzeugspannmittel – Spannskizze
– Absolut- und Inkrementalkoordinaten berechnen.	– Winkelfunktionen
– Technologiedaten bewerten.	– auf Schlüssigkeit prüfen

5.8.3 Programmierung eines Einzelteils

Hinweis:

Die Schüler entwickeln auf der Basis der Arbeits- und Werkzeugpläne CNC-Programme durch graphische Programmierverfahren und überprüfen sie durch Simulation. Sie verwenden CAD/CAM-Applikationen.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Struktur, den Programmaufbau und den Satzaufbau analysieren.	– Werkstückangaben – Bearbeitungsfolge – Weginformationen – technologische Daten
– ein CNC-Programm entwickeln.	– CAD/CAM-Applikation
– Prüfpläne erstellen.	– Qualitätsmanagement
– die Funktion des CNC-Programms kontrollieren.	– Simulation

5.8.4 Fertigung eines Einzelteils auf einer CNC-Maschine

Hinweis:

Die Schüler planen die Einspannung für Werkstücke und Werkzeuge und richten die Werkzeugmaschine, auch unter Verwendung von Werkzeug-Management-Systemen, ein. Sie simulieren die Fertigung bzw. fertigen das Teil unter Beachtung des Arbeitsschutzes. Sie wählen geeignete Prüfmittel aus und bewerten die Prüfergebnisse.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Einsatzmöglichkeiten der CNC-Werkzeugmaschine konkretisieren.	– Möglichkeiten der Programmiereingabe – Leistungsparameter der Maschine
– Arbeitsschutzmaßnahmen bestimmen.	– Umgang mit Werkstücken und Werkzeugen
– eine CNC-Werkzeugmaschine einrichten.	– Eingabe der Werkzeugdaten in den Werkzeugspeicher – Werkstücknullpunkt einrichten – Rüsten der Maschine – Eingabe des CNC-Programms (manuell oder online)
– geeignete Werkstückspannsysteme auswählen.	– Maschinenschraubstock – Spannvorrichtungen – Spannsysteme – Magnetspannplatten
– das Teil unter Beachtung des Arbeitsschutzes fertigen.	– Probelauf und Fertigen der Werkstücke
– die Maßhaltigkeit, Oberflächengüte und Produktivität einschätzen.	– digitale Meßmittel
– die Einhaltung der Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes an CNC-Maschinen beurteilen.	– Bedeutung der Pflege und Wartung – sorgsamer Umgang mit Arbeitsmitteln und Kühlschmierstoffen – Fehlersuche und Fehlerbehebung

5.9 Lernfeld 9 – Instandsetzen von technischen Systemen

2. Ausbildungsjahr	Zeitrictwert 40 Stunden
---------------------------	------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler planen Instandsetzungsmaßnahmen für technische Systeme unter Berücksichtigung betrieblicher und wirtschaftlicher Forderungen.

5.9.1 Reibung, Schmierung und Verschleiß

Hinweis:

Die Schüler analysieren Störungen und Schäden und beurteilen Maßnahmen zur Vermeidung. Hierfür nutzen sie die Möglichkeiten von Diagnosesystemen und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Störungen untersuchen.	– Funktions- und Fehlerprotokoll – Inspektionsbericht
– Verschleißerscheinungen interpretieren.	– Zusammenhang Reibung, Schmierung, Verschleiß (Tribologie), Verbindung zu LF 7 herstellen – Berechnungen – Verschleißerscheinungen und -mechanismen
– Verschleißursachen ermitteln.	– Werkstofffehler, Überlastung – Konstruktions- und Herstellungsfehler
– Verschleißverhalten berücksichtigen.	– Abnutzungsvorrat
– den Einsatz von Schmierstoffen bewerten.	– Schmierstoffe, Bezeichnungen – Schmierungsarten und Schmierverfahren – Grundkenntnisse aus LF 4 reaktivieren

5.9.2 Planung der Instandsetzung

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– notwendige technische Dokumente für die Instandsetzung auswerten. – die Gesamtzeichnung lesen. – Stücklisten analysieren. – Betriebsanleitungen und Herstellerangaben recherchieren.	– Inspektion und Instandsetzung als Bestandteil der Instandhaltung – Instandsetzungsvorschriften – technische Dokumentationen

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Instandsetzungsmaßnahmen planen.	– zustands- und ausfallbedingte Instandsetzung – Stillstandszeiten – Ausfallkosten
– Montagepläne entwickeln, Werkzeuge und Maschinen auswählen.	– Ersatzbeschaffung der Verschleißteile – digitale Kataloge
– die Demontage und Montage durchführen.	– Bestimmungen zur Arbeitssicherheit
– die fachgerechte Entsorgung defekter Teile und verbrauchter Hilfsstoffe festlegen.	– Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
– Abnahmeprotokolle erstellen.	– Funktionskontrolle – Probelauf

5.10 Lernfeld 10 – Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen

3. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 80 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler stellen technische Systeme her und nehmen sie in Betrieb. Sie wenden dabei digitale Hilfsmittel und virtuelle Simulationen an.

5.10.1 Elektrische Antriebe

Hinweis:

Die Schüler kennen die Funktion und Wirkungsweise elektrischer Antriebe.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– elektrische Antriebe den Anwendungsmöglichkeiten zuordnen.	<ul style="list-style-type: none"> – Elektromotoren – Funktionalitätsprinzip – Gleichstrommotoren – Wechselstrommotoren – Universalmotoren – Drehstrommotoren – Schrittmotoren – Linearmotoren
– mechanische und elektrische Kennlinien von Elektromotoren interpretieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Synchronmotoren – Asynchronmotoren – Gleichstrommotoren – Universalmotoren – Linearmotoren – Schrittmotoren
– Elektromotoren montieren und demontieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Montageplan – Montagehilfsmittel
– den Betrieb von Elektromotoren durch verschiedene Einstellungen gewährleisten.	<ul style="list-style-type: none"> – Motoranlauf – Schaltungsvarianten – Frequenzumrichter – Motorschutz
– eine Funktionskontrolle mit einem Probelauf durchführen.	<ul style="list-style-type: none"> – verschiedene Arbeitsprozesse
– die ordnungsgemäße Funktion bestätigen.	<ul style="list-style-type: none"> – Abnahmeprotokoll

5.10.2 Kupplungen

Hinweis:

Die Schüler kennen die Funktion und Wirkungsweise der Kupplungen als Energieübertragungseinheiten.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Arten und die Wirkungsweise der Kupplungen analysieren.	– nicht schaltbare Kupplungen – schaltbare Kupplungen – Kupplungen für Sonderzwecke
– wichtige Berechnungen ausführen.	– Drehmoment – Leistung – Wellendurchmesser
– Kupplungen montieren und demontieren.	– Montageplan – Montagehilfsmittel
– die Funktion von Kupplungen einschätzen.	– virtuelle Simulation – Einsatzbedingungen

5.10.3 Getriebe

Hinweis:

Die Schüler kennen die Funktion und Wirkungsweise der Getriebe als Energieübertragungseinheiten.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Arten und die Einteilung der Getriebe unterscheiden.	– Zugmittelgetriebe – Zahnradgetriebe – ein- und mehrstufige Getriebe – Schaltgetriebe
– wichtige Berechnungen ausführen.	– Übersetzung – Drehzahl – Drehmoment – Leistung
– Getriebe montieren und demontieren.	– Montageplan – Montagehilfsmittel
– Einbaufehler erkennen. – das Arbeitsergebnis anhand des Pflichtenheftes bewerten.	– Tragbild, Lagerspiel

5.10.4 Schweißen und Kleben

Hinweis:

Die Schüler können Schweiß- und Klebeverbindungen herstellen

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Einsatzmöglichkeiten der stoffschlüssigen Verbindungen abgrenzen.	– Schweißen – Löten – Kleben – vgl. LF 3
– die Schweißverfahren charakterisieren.	– Elektrohandschweißen – Schutzgasschweißen – Gasschmelzschweißen – Sonderverfahren (Überblick)
– die Möglichkeiten des Klebens entsprechend der Klebstoffe erläutern.	– Schmelzklebstoffe – Nassklebstoffe – Reaktionsklebstoffe
– die Schweißverbindung anfertigen.	– Entstehung des Lichtbogens, Blaswirkung – Auswahl der Stabelektrode, Aufgabe der Umhüllung – Wirkung des Schutzgases – Ausführung der Schweißverbindung (Stoßarten)
– die Klebeverbindung herstellen.	– Vorbereitung der Oberfläche – Ausführung der Klebeverbindung entsprechend der Beanspruchung – Klebstoffverarbeitung – Aushärten
– die Schweißverbindung beurteilen.	– Schweißfehler – Prüfverfahren – Arbeitsschutz beim Schweißen
– die Klebeverbindung einschätzen.	– Dichtheit – Festigkeit – Sauberkeit

5.10.5 Bewegen von Lasten

Hinweis:

Die Schüler können Lasten mit Hebezeugen bewegen, positionieren und sichern.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Lastaufnahmeeinrichtungen unterscheiden.	<ul style="list-style-type: none"> – Tragmittel – Lastaufnahmemittel – Anschlagmittel
– die Sicherheitsbestimmungen beim Arbeiten mit Hebezeugen anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> – PSA – Handzeichen und Signale – allgemeine Voraussetzungen für einen Kranführerschein
– die Hebezeuge für verschiedene Anwendungsgebiete bestimmen.	– Kräne, Ketten- und Seilzüge, Hebebühnen, Hydraulikheber
– die Traglastsicherheit bestimmen.	<ul style="list-style-type: none"> – Traglast berechnen – Kennzeichnung eingesetzter Anschlagmittel – Anschlagarten – Neigungswinkel – Bruchkraft
– die Lastaufnahmeeinrichtungen auswählen.	<ul style="list-style-type: none"> – Tragmittel (Kranhaken, Traversen) – Lastaufnahmemittel (Hubmagnete, Greifzangen, Kübel, ...) – Anschlagmittel (Stahldraht- und Faserseile, Anschlagketten- und Kettengehänge, Hebebänder und Rundschlingen) – Kennzeichnung der Lastaufnahmeeinrichtungen (Nennlastangaben, Kettenanhänger, ...) – Kantenschutz
– einen Krantransport durchführen.	<ul style="list-style-type: none"> – Anschlagen von Lasten – Anlüften – Absetzen
– die Pflege und Wartung der Lastaufnahmemittel durchführen.	<ul style="list-style-type: none"> – Sichtkontrollen bei Anschlagmitteln – Schäden an Anschlagmitteln (Seilschäden am Drahtseil, ...) – Korrosionsschutz
– den Krantransport unter Berücksichtigung der Arbeits- und Sicherheitsbestimmungen reflektieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Einhaltung der Arbeits- und Sicherheitsbestimmungen – Kosteneinsparung durch sorgsamen Umgang mit Lastaufnahmeeinrichtungen

5.11 Lernfeld 11 – Überwachen der Produkt- und Prozessqualität

3. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 60 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler stellen technische Systeme her und nehmen sie in Betrieb.
Sie wenden dabei digitale Hilfsmittel und virtuelle Simulationen an.

5.11.1 Bestandteile des Qualitätsmanagements

Hinweis:

Die Schüler ermitteln und bewerten die Produktqualität, auch in digitaler Form.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Vorteile der Einführung eines Qualitätsmanagementsystems ermitteln.	– Qualitätskreis – Qualitätskosten – Zehnerregel
– die Aufgaben des Qualitätsmanagements charakterisieren.	– Qualitätsplanung – Qualitätsprüfung – Qualitätslenkung – Qualitätsverbesserung
– die ISO 9000 Normen lokalisieren.	– Audits – Qualitätshandbücher
– am Beispiel der Qualitätsprüfung einen Prüfplan nach Kundenvorgaben entwerfen. – einen gegebenen Prüfplan verwirklichen.	– Wiederholung Toleranzen, Passungen – Form- und Lagetoleranzen – Prüfmittelauswahl zur digitalen Datenerfassung – Bestandteile eines Prüfplans
– ein Prüfprotokoll ausstellen.	– Möglichkeiten der Darstellung von Prüfdaten
– Prüfdaten auswerten. – Werkstücke beurteilen.	– Histogramme – Anwendersoftware – statistische Grundgrößen
– systematische und zufällige Fehler feststellen.	– Arten von systematischen und zufälligen Fehlern

5.11.2 Werkzeuge des Qualitätsmanagements

Hinweis:

Die Schüler kennen und verwenden verschiedene Werkzeuge zur Fehlererkennung.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Werkzeuge des Qualitätsmanagements charakterisieren.	– Ursache-Wirkungs-Diagramm – Pareto-Analyse – Fehlersammelkarten – FMEA
– Werkzeuge zur Fehlererkennung auswählen und anwenden.	– praxisbezogene Beispiele
– die erkannten Probleme beurteilen.	– Fehlerbehebung

5.11.3 Prozessüberwachung

Hinweis:

Die Schüler führen Fähigkeitsuntersuchungen durch. Sie überwachen und beurteilen mit Hilfe von Qualitätsregelkarten Prozessverläufe.

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Anwendung von Fähigkeitsuntersuchungen analysieren.	– vor und während der Serienfertigung – CAQ-Analysen
– die Überwachung der Serienfertigung mittels Qualitätsregelkarten definieren.	– Arten der Qualitätsregelkarten und deren Anwendung
– am konkreten Beispiel aus der Serienfertigung Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen realisieren.	– Nachweis der Normalverteilung – Standardabweichung (auch mit Wahrscheinlichkeitsnetz) – Maschinen- und Prozessfähigkeitsindizes nach Kundenvorgaben
– Qualitätsregelkarten führen.	– Stichprobenprüfung – 100%-Prüfung
– die errechneten Indizes auswerten.	– Lage der Glockenkurve in der gegebenen Toleranz
– den Verlauf von Qualitätsregelkarten diskutieren und deren Ergebnisse präsentieren.	– Muster-/Trend-Analysen

5.12 Lernfeld 12 – Instandhalten von technischen Systemen

3. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 60 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler planen und führen Instandhaltungsmaßnahmen durch. Anhand von Kundenaufträgen analysieren sie Instandhaltungsunterlagen und diagnostizieren Fehler und Störungen.

5.12.1 Instandhaltungsstrategien

Hinweis:

Die Schüler wenden, aufbauend auf dem Wissen aus den Lernfeldern 4 und 9, die Instandhaltungsmaßnahmen auf praxisbezogene Beispiele an. Sie können Instandhaltungsstrategien zuordnen und nutzen Instandhaltungsunterlagen, wie Checklisten und Statistiken, sowie Diagnosesysteme, um geeignete Maßnahmen und Strategien abzuleiten.

(ca. 10 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Maßnahmen der Instandhaltung (IH) definieren.	– Wiederholung
– Entscheidungskriterien für die Anwendung von Instandhaltungsstrategien ableiten.	– ereignisorientierte IH – zustandsabhängige IH – intervallabhängige IH
– Instandhaltungspläne entwickeln.	– Einbeziehung von Herstellerunterlagen und praxistypischer Anforderungen
– Instandhaltungsmaßnahmen auswerten.	– Datenerfassung und Langzeitbeobachtung
– Instandhaltungsmaßnahmen begründen.	– Präsentation der Vor- und Nachteile der angewendeten Strategien

5.12.2 Schadensanalyse

Hinweis:

Die Schüler ermitteln und analysieren die Schadensursachen und planen Maßnahmen zu deren Vermeidung. Dazu wenden sie die für die Ursachenermittlung typischen Werkstoffprüfverfahren an.

In diesem Lernfeldabschnitt ist eine Klassenteilung vorzusehen.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– einen Schaden oder eine Störung untersuchen.	– Bestandsaufnahme – Schadensart
– sich für geeignete Einzeluntersuchungen entscheiden.	– Überblick über Werkstoffprüfverfahren
– ein Werkstoffprüfverfahren nutzen.	– zerstörungsfreie Prüfverfahren – Härteprüfverfahren
– Schadensfälle auswerten.	– Schaden durch falsche Dimensionierung – Berechnungen
– Prüfverfahren protokollieren und dokumentieren.	– Protokolle

5.12.3 Schadensvermeidung

Hinweis:

Die Schüler können aus Kundenaufträgen und Herstellerangaben vorbeugende und vorausschauende Instandhaltungskonzepte erstellen.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Schwachstellen identifizieren und Herstellerangaben analysieren.	– häufige Verschleißteile – typische Schwachstellen an ausgewählten Baugruppen
– Sicherheitsanforderungen berücksichtigen und Planungsunterlagen für die intervallabhängige Instandhaltung erstellen.	– Arbeits- und Gesundheitsschutz – Produktsicherheit und -haftung – Instandhaltungspläne
– Maßnahmen zur Verbesserung von Bauteilen ergreifen.	– Wärmebehandlung • Verfahren • Anwendungsbeispiele, Härteverfahren
– die durchgeführten Maßnahmen auswerten und protokollieren.	– Härtewerte – Protokolle – Instandhaltungskosten

5.13 Lernfeld 13 – Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme

3. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 80 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler sichern die Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme. Hierzu analysieren sie automatisierte Systeme unter Verwendung von technischen Dokumentationen, auch in englischer Sprache. Sie entwickeln für einzelne Teilsysteme unter Berücksichtigung des vorgegeben Prozessablaufes und der Herstellerunterlagen Lösungen zur Prozessoptimierung.

Hinweis:

In diesem Lernfeld ist eine Klassenteilung vorzusehen.

5.13.1 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)

Hinweis:

Die Schüler kennen Aufbau und Wirkungsweise einer SPS. Sie können unter Laborbedingungen Programme für praxisnahe Projekte entwerfen und simulieren.

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– die Baugruppen einer SPS bestimmen und die Programmabarbeitung erschließen.	– modularer Aufbau und Zusammenhang zu Prozessabbildern (Adressierung) – zyklische Programmabarbeitung
– den Quelltext eines Programms nach aktueller Norm ausarbeiten.	– Programmstruktur – Programmiersprachen (FBS, AWL, KOP)
– einfache Programme entwerfen und simulieren.	– einfache Verknüpfungssteuerungen – UND, ODER, Flip-Flop, Timer
– Programmabläufe überwachen.	– Ablaufsteuerungen – Verbindung Bewegungsablauf - Grafcet

5.13.2 Robotik

Hinweis:

Die Schüler kennen die Einsatzmöglichkeiten von Handhabungssystemen. Sie können insbesondere auch die Sicherheitsbestimmungen beim Einsatz von Industrierobotern beurteilen.

(ca. 20 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Handhabungssysteme zuordnen.	– Klassifizierung von Handhabungssystemen
– Industrieroboter entsprechend der Aufgabenstellung auswählen.	– Industrieroboter – Freiheitsgrade, Kinematik
– Bewegungsabläufe für Industrieroboter/ Handhabungsgeräte untersuchen.	– Dokumentation eines Programmablaufes – Programmiermöglichkeiten
– Entsprechend der Kinematik die Arbeitsräume einschätzen.	– Arbeitsräume – Sicherheitsbestimmungen

5.13.3 Komplexe hydraulische Systeme

Hinweis:

Die Schüler kennen Besonderheiten komplexer hydraulischer Systeme. Sie können diese an praktischen Beispielen anwenden.

Die Schüler kennen die Gefahren im Umgang mit Hydraulikanlagen und beachten die Sicherheitsbestimmungen.

(ca. 30 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– eine hydraulische Steuerung charakterisieren.	– Aufbau und Wirkungsweise einer Hydraulikanlage (vgl. LF 6) – Ventilarten, Überblick
– die Besonderheiten der Proportionaltechnik recherchieren.	– Proportionalventile – Steuerkantengeometrie – Proportionalmagnet
– notwendige Ventile entsprechend den technologischen Bedingungen verwenden.	– Anwendung Druckventile – Sicherheitsventil, hydraulische Einspannung – Anwendung Stromventile, Lastabhängigkeit der Bewegung
– notwendige physikalische und technologische Größen der hydraulischen Steuerung berechnen.	– Druckübersetzung – Leistung und Wirkungsgrad – Kolbenkräfte – Kolbengeschwindigkeit
– die Verschlauchung kontrollieren.	– Verlegen von Leitungen – Nutzungsfristen – Einfluss der Strömungsart

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Einflüsse der hydraulischen Steuerung auf mechanische Systeme erläutern.	– Zusammenspiel mechanische und hydraulische Systeme
– sicherheitsrelevante Fragen eines hydraulischen Systems abschätzen.	– Sicherheitsbestimmungen

5.14 Lernfeld 14 – Planen und Realisieren technischer Systeme

4. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 80 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler planen und realisieren technische Systeme. Sie analysieren Projektaufträge im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit und definieren die Ziele.

Die Schüler übernehmen die Projektorganisation, dokumentieren den Projektfortschritt, analysieren und bewerten den Verlauf und leiten notwendige Maßnahmen ein.

Sie erstellen Dokumentationen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dabei verwenden sie aktuelle Informations- und Kommunikationsmedien.

5.14.1 Analyse berufstypischer Projekte

Hinweis:

Die ausgewählten Projekte orientieren sich an den Inhalten aller Lernfelder.

Insbesondere sollen die Zusammenhänge zwischen mechanischen Systemen und steuerungstechnischen Belangen berücksichtigt werden.

(ca. 55 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– entsprechend den Angaben des Auftraggebers ein Projekt erschließen.	– Projektdefinition – Lastenheft und Pflichtenheft
– die Durchführung eines Projektes organisieren.	– Personalmanagement-Tools – Sachmittelmanagement – Projektdurchführung
– Arbeitsergebnisse beurteilen.	– Qualitätsmanagement, vgl. LF11 – Endabnahme, Prüfprotokolle – Projektbewertung

5.14.2 Erstellen technischer Unterlagen mittels CAD

Hinweis:

Die Lerninhalte aus dem ersten Ausbildungsjahr sind zu vertiefen. Ein Zusammenhang zu den gewählten Projekten aus 5.14.1 ist herzustellen.

(ca. 25 Stunden)

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– Informationen zur rechnergestützten Konstruktion recherchieren.	– darstellen einfacher Objekte, vgl. 1. Ausbildungsjahr – 3D-Modulation – Standardbibliotheken

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
<ul style="list-style-type: none"> – Teilsysteme für das gewählte Projekt anfertigen. – Stücklisten bereitstellen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Baugruppenzeichnungen – Gesamtzeichnungen – Stücklisten
<ul style="list-style-type: none"> – durch Auswertung der technischen Dokumente auf Fertigungs- und Montageprozesse schlussfolgern. 	<ul style="list-style-type: none"> – Plotten, Modell- und Papierbereich (3D-Drucker) – Verbindung zur CNC-Programmierung, vgl. LF 8

5.15 Lernfeld 15 – Optimieren von technischen Systemen

4. Ausbildungsjahr	Zeitrichtwert 60 Stunden
---------------------------	-------------------------------------

Zielvorgaben nach bundeseinheitlichen Rahmenrichtlinien

Die Schüler optimieren technische Systeme. Dabei untersuchen sie störungsfrei arbeitende Systeme und Produktionsabläufe hinsichtlich der Optimierungsmöglichkeiten in Bezug auf Ergonomie, Gesundheits-, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit.

Sie erarbeiten Verbesserungsvorschläge, auch unter Berücksichtigung technologischer Entwicklungen sowie neuer Werk- und Hilfsstoffe. Die Schüler präsentieren die Vorschläge und entscheiden über eine Weiterleitung der Optimierungsvorschläge an das betriebliche Vorschlagswesen.

5.15.1 Optimierung eines Systems

Hinweis:

Die Schüler optimieren ein ausgewähltes technisches System. Sie stellen das Ergebnis vor.

Kompetenzbeschreibung Der Schüler kann	Lerninhalt
– das ausgewählte System analysieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Beschreibung des Systems – ergonomische Gestaltung – Gesundheitsschutz – Umweltschutz – Wirtschaftlichkeit
– das beschriebene System optimieren.	<ul style="list-style-type: none"> – Ideenmanagement – Wissensmanagement – digitale Systeme zur Auftrags- und Ressourcenplanung – Auswahl und Begründung – Dokumentation der Planungsphase
– die Verbesserungen auf das System übertragen.	<ul style="list-style-type: none"> – Probelauf
– über die Weiterleitung der Optimierungsvorschläge urteilen.	<ul style="list-style-type: none"> – Mess- und Prüfprotokolle – wirtschaftlicher Nutzen