



# Erläuterungen

**zur gemeinsamen Beschulung der Berufe  
Feinwerkmechanikerin/Feinwerkmechaniker und  
Industriemechanikerin/Industriemechaniker  
in den Jahrgangsstufen 10 und 11**

München 2017

**Leitung des Arbeitskreises und Redaktion:**

Alexander Wohlfart                      ISB

**Mitglieder des Arbeitskreises:**

Peter Weise	Staatliche Berufsschule I Traunstein
Jochen Fröhlich	Staatliche Berufsschule Freising
Andreas Lindner	Städtisches BSZ Fertigungstechnik München
Norbert Lang	Staatliches Berufsschulzentrum Bamberg

**Herausgeber:**

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

**Anschrift:**

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung  
Abteilung BES  
Schellingstr. 155  
80797 München  
Tel.: 089 2170-Durchwahl Sekretariat oder Referent(in)  
Fax: 089 2170-2211  
Internet: [www.isb.bayern.de](http://www.isb.bayern.de)  
E-Mail: [berufliche.schulen@isb.bayern.de](mailto:berufliche.schulen@isb.bayern.de)



# Inhalt

---

1	Ausgangsbedingungen und Ziele	4
2	Übersicht über Bündelungsfächer und Lernfelder in den Jahrgangsstufen 10/11	6
3	Rahmenbedingungen für die Abschlussprüfung Teil	7
4	Lernfelder und Erläuterungen	8

# 1 Ausgangsbedingungen und Ziele

---

Die vorliegende Handreichung wurde in Abstimmung mit ausgewählten Lehrkräften verschiedener Berufsschulen erarbeitet.

Ziel der Handreichung ist es, die Umsetzung der derzeit gültigen Lehrplanrichtlinie für den Ausbildungsberuf der Feinwerkmechanikerin bzw. des Feinwerkmechanikers bei einer gemeinsamen Beschulung mit dem Beruf der Industriemechanikerin bzw. des Industriemechanikers bis zum Ende der Jahrgangsstufe 11 zu konkretisieren und des Weiteren eine Orientierungshilfe für die Vorbereitung auf die Abschluss- bzw. Gesellenprüfung Teil 1 bei gleichen Lernfeldern beider Berufe zu ermöglichen.

Die Lernfelder ergeben sich aus dem bundesweit einheitlichen Rahmenlehrplan für den Beruf Industriemechanikerin/Industriemechaniker (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2004) und sind bis zum Ende der Jahrgangsstufe 11 in die bayerische Lehrplanrichtlinie für den Beruf Feinwerkmechanikerin/Feinwerkmechanikers übernommen worden und somit identisch. Die Abschlussprüfung Teil 1 und die Gesellenprüfung Teil 1 unterscheiden sich. Eine gemeinsame Beschulung beider Berufe wurde durch eine Absprache mit den Kammern und Verbänden im Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus vom 21.07.2004 (VII.3 – 5 O 9220.13-1.71082) geregelt. Hierbei geht aus der Ergebnisniederschrift hervor:

*„Die Vertreter der Kammern und der Fachverbände haben sich in Abstimmung mit dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus darauf geeinigt, eine gemeinsame Beschulung von Auszubildenden in den neugeordneten Ausbildungsberufen Feinwerkmechaniker und Industriemechaniker in der Fachstufe 1 (Jgst. 11) zu erproben. Für den Unterricht in der Jahrgangsstufe 11 ist der Rahmenlehrplan Industriemechaniker (Jgst. 11) verbindlich. Die Beschulung der Jahrgangsstufe 10 erfolgt in einer gemeinsamen Grundklasse für Metalltechnik. Der Vertreter der Handwerkskammer sowie die Vertreter der Fachverbände haben zugesichert, die Prüfungsinhalte für die gestreckte Prüfung Teil 1 und ggf. auch Teil 2 im Ausbildungsberuf Feinwerkmechaniker entsprechend anzupassen. Eine gemeinsame Beschulung in den Jahrgangsstufen 12 und 13 ist keinesfalls möglich.“<sup>1</sup>*

Die zugrundeliegende Struktur der Umsetzungshilfe orientiert sich an den Lernfeldern der bayerischen Lehrplanrichtlinien für beide Berufe mit den Lernfeldern, die bis zum Ablegen der Abschluss- bzw. Gesellenprüfung Teil 1 von den Schulen behandelt werden müssen. Die Umsetzungshilfe verfolgt weiter das Interesse, Konkretisierungen vor allem für Lehrkräfte zur Abstimmung innerhalb der Schulen in Lehrerteams und zur Erleichterung von Absprachen mit anderen Schulen zu bieten. Auch die Umsetzung eines gemeinschaftlichen und einheitlichen Grundverständnisses des Berufs soll durch diese Umsetzungshilfe unterstützt werden und kann gleichzeitig als Tischvorlage für die Kommunikation von Lehrkräften, Kammern und Innungen auf Basis der Lernfelder untereinander, etwa bei der Erstellung von Prüfungen,

<sup>1</sup> KMS vom 21.07.2004 (VII.3 – 5 O 9220.13-1.71082)

dienen. Konkretisierungen ergeben sich im Zusammenhang mit den Zielformulierungen der Lernfelder mit den ausgewiesenen Inhalten mit Blick auf das Ausbildungsziel. Die Lehrplanrichtlinie und die Handreichung sowie die hier verwendeten Operatoren ermöglichen die Umsetzung mit großer pädagogischer Freiheit. Entscheidend für die Umsetzung der Lehrplanrichtlinie ist die Entwicklung von adressatengerechten Lernsituationen, die selbstreguliertes Lernen fördern. Ausgangspunkte sind dafür berufliche Aufgabenstellungen bzw. Handlungssituationen. Dementsprechend sind die Erläuterungen als aktive Handlungen im kompetenzorientierten Sinne definiert. Eine isolierte Betrachtung der Umsetzungshilfe ist keinesfalls zielführend. An dieser Stelle soll auch auf die Vorbemerkungen insbesondere zum Bildungs- und Erziehungsauftrag der Berufsschule, zu den Ordnungsmitteln, zu den Leitgedanken für den Unterricht an der Berufsschule sowie auf die Berufsbezogenen Vorbemerkungen in der Lehrplanrichtlinie verwiesen werden. Diese Umsetzungshilfe ist somit als Ergänzung zur gültigen Lehrplanrichtlinie, keineswegs aber als Ersatz gedacht. Unangetastet bleiben wegen der unterschiedlichen Schwerpunkte die Jahrgangsstufen 12 und 13.

## 2 Übersicht über Bündelungsfächer und Lernfelder in den Jahrgangsstufen 10/11

---

### Vorabhinweis:

Die Fächer der Jahrgangsstufe 11 wurden aus dem Rahmenlehrplan für Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker<sup>2</sup> (RLP-IM) übernommen. Eine Komplettübersicht mit allen Jahrgangsstufen, Fächer- und Stundenzuweisungen ist in der derzeit gültigen bayerischen Lehrplanrichtlinie enthalten.

### *Jahrgangsstufe 10*

<u>Instandhaltung</u>	
Warten technischer Systeme	84 Std.
<u>Fertigungstechnik</u>	
Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen	84 Std.
Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	84 Std.
	<u>168 Std.</u>
<u>Bauelemente</u>	
Herstellen von einfachen Baugruppen	84 Std.

### *Jahrgangsstufe 11 (aus RLP-IM, IHK)*

<u>Instandhaltung</u>	
Instandsetzen von technischen Systemen	36 Std.
<u>Fertigungstechnik</u>	
Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen	72 Std.
Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen	60 Std.
Überwachen der Produkt- und Prozessqualität	60 Std.
	<u>192 Std.</u>
<u>Bauelemente</u>	
Montieren von technischen Systemen	48 Std.
<u>Automatisierungstechnik</u>	
Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme	60 Std.

---

<sup>2</sup> Vgl. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2004

## 3 Rahmenbedingungen für die Abschlussprüfung Teil 1

---

Der Umsetzungshilfe liegt der Rahmenlehrplan für den Beruf Industriemechanikerin/Industriemechaniker zugrunde, der die Behandlung von sechs Lernfeldern bis zur Abschlussprüfung Teil 1 vorsieht:

*„Die Ziele und Inhalte der Lernfelder eins bis sechs sind mit den geforderten Qualifikationen der Ausbildungsordnung für die Zwischenprüfung bzw. den Teil 1 der Abschlussprüfung abgestimmt.“<sup>3</sup>*

Damit soll sichergestellt werden, dass Schulen bis zum Zeitpunkt der Prüfung die wesentlichen Lernfelder behandelt haben, die für die Bearbeitung der Prüfung selbst zwingend vorausgesetzt werden müssen. Die oben genannten Regelungen aus dem Rahmenlehrplan müssen sich konsequenterweise aufgrund der Vereinbarungen zwischen dem Staatsministerium, den Kammern und Fachverbänden auch auf den Beruf Feinwerkmechanikerin/Feinwerkmechaniker beziehen.

Lernfelder, die bis zur Abschlussprüfung Teil 1 behandelt werden:

- Warten technischer Systeme
- Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen
- Fertigen von Bauelementen mit Maschinen
- Herstellen von einfachen Baugruppen
- Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen
- Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme

Lernfelder, die sich in der Regel in der Jahrgangsstufe 11 an die Abschlussprüfung Teil 1 anschließen:

- Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen
- Überwachen der Produkt- und Prozessqualität
- Montieren von technischen Teilsystemen
- Instandsetzen von technischen Systemen

---

<sup>3</sup> RLP-IM, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2004, S. 7

## 4 Lernfelder und Erläuterungen

Die originalen Lernfelder sind zur besseren Vergleichbarkeit den Erläuterungen gegenübergestellt.

<b>Lernfeld</b>	<b>84 Std.</b>
<b>Warten technischer Systeme</b>	<b>fpL 24 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler bereiten die Wartung von technischen Systemen insbesondere von Betriebsmitteln vor und ermitteln Einflüsse auf deren Betriebsbereitschaft. Dabei bewerten sie die Bedeutung dieser Instandhaltungsmaßnahme unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.</p> <p>Sie lesen Anordnungspläne, Wartungspläne und Anleitungen auch in englischer Sprache. Sie planen Wartungsarbeiten und bestimmen die notwendigen Werkzeuge und Hilfsstoffe. Sie wenden die Grundlagen der Elektrotechnik und der Steuerungstechnik an und erklären einfache Schaltpläne in den verschiedenen Gerätetechniken.</p> <p>Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes. Dabei berücksichtigen sie besonders die Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel. Sie messen und berechnen elektrische und physikalische Größen. Sie bewerten und diskutieren ihre Arbeitsergebnisse und stellen diese dar.</p>	
<b>Inhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundbegriffe der Instandhaltung</li> <li>Wartungspläne</li> <li>Anordnungspläne</li> <li>Betriebsanleitungen</li> <li>Betriebsorganisation</li> <li>Verschleißursachen, Störungsursachen</li> <li>Schmier- und Kühlschmierstoffe, Entsorgung</li> <li>Korrosionsschutz und Korrosionsschutzmittel</li> <li>Funktionsprüfung</li> <li>Instandhaltungs- und Ausfallkosten, Störungsfolgen</li> <li>Schadensanalyse</li> <li>Größen im elektrischen Stromkreis, Ohm'sches Gesetz</li> <li>Gefahren des elektrischen Stroms, elektrische Sicherheit</li> <li>Normen und Verordnungen</li> </ul>	

**Erläuterungen zum Lernfeld *Warten technischer Systeme*:**

Die Schülerinnen und Schüler

- definieren Grundbegriffe der Instandhaltung (Wartung – Inspektion – Instandsetzung – Verbesserung).
- entnehmen und erläutern technische Informationen aus Wartungsplänen und setzen diese im Zusammenhang mit dem fachpraktischen Unterricht um.
- unterscheiden Schmierstoffe und Kühlschmierstoffe und ordnen diese einem Einsatzbereich zu.
- bewerten die Bedeutung der Wartung in Hinblick auf Arbeitsschutz, Umweltaspekte, Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit.
- messen und berechnen Größen der Elektrotechnik (Stromstärke – Spannung – Widerstand – Leistung) anhand einfacher Schaltungen (Reihen- und Parallelschaltung) und erklären einfache Schaltpläne. Dabei beachten sie das Gefahrenpotenzial des elektrischen Stroms und geltende Sicherheitsvorschriften.
- erläutern fehlerhafte Wartung als Verschleiß- und Störungsursache.
- zeigen einfache Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (Beschichten, z. B. Ölen und Lackieren, Korrosionsschutzadditive) auf.

<b>Lernfeld</b> <b>Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen</b>	<b>84 Std.</b> <b>fpL 24 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Fertigen von berufstypischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen vor. Dazu werten sie Anordnungspläne und einfache technische Zeichnungen aus.</p> <p>Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen sowie Skizzen für Bauelemente von Funktionseinheiten und einfachen Baugruppen. Stücklisten und Arbeitspläne werden auch mithilfe von Anwendungsprogrammen erarbeitet und ergänzt.</p> <p>Auf der Basis der theoretischen Grundlagen der anzuwendenden Technologien planen sie die Arbeitsschritte mit den erforderlichen Werkzeugen, Werkstoffen, Halbzeugen und Hilfsmitteln. Sie bestimmen die notwendigen technologischen Daten und führen die erforderlichen Berechnungen durch.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Prüfmittel aus, wenden diese an und erstellen die entsprechenden Prüfprotokolle.</p> <p>In Versuchen werden ausgewählte Arbeitsschritte erprobt, die Arbeitsergebnisse bewertet und die Fertigungskosten überschlägig ermittelt.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren und präsentieren die Arbeitsergebnisse. Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes.</p>	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Teilzeichnungen</p> <p>Gruppen- oder Montagezeichnungen</p> <p>Technische Unterlagen und Informationsquellen</p> <p>Funktionsbeschreibungen</p> <p>Fertigungspläne</p> <p>Eisen- und Nichteisenmetalle</p> <p>Eigenschaften metallischer Werkstoffe</p> <p>Kunststoffe</p> <p>Allgemeintoleranzen</p> <p>Halbzeuge und Normteile</p> <p>Bankwerkzeuge, Elektrowerkzeuge</p> <p>Hilfsstoffe</p> <p>Grundlagen und Verfahren des Trennens und des Umformens</p> <p>Prüfen</p> <p>Material-, Lohn- und Werkzeugkosten</p> <p>Masse von Bauteilen, Stückzahlberechnung</p> <p>Präsentationstechniken</p> <p>Normen</p>	

## Erläuterungen zum Lernfeld *Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen*:

Die Schülerinnen und Schüler

- teilen Werkstoffe in Werkstoffgruppen (Metalle, Nichtmetalle, Verbundwerkstoffe) ein.
- wählen für konkrete Aufgaben metallische Werkstoffe auf Basis ihrer Eigenschaften aus.
- entschlüsseln Normbezeichnungen der Eisenwerkstoffe und Nichteisenmetalle mithilfe des Tabellenbuchs.
- ermitteln aus Zeichnungen, Stücklisten und Arbeitsplänen werkstückbezogene Daten (Maße, Toleranzen, Halbzeug- und Werkstoffbezeichnungen).
- erstellen, ändern und ergänzen Zeichnungen, Stücklisten und Arbeitspläne.
- entnehmen der Bezeichnung von Halbzeugen fertigungsrelevante Informationen.
- führen Masseberechnungen durch.
- erläutern die technologischen Grundlagen des Trennens (Kraftbegriff, Kräfte, Kräfteaddition und -subtraktion, Frei-, Keil- und Spanwinkel an der Werkzeugschneide).
- beschreiben den Zusammenhang zwischen den Werkstoffeigenschaften und dem Umformverhalten des Werkstoffs beim Biegen und berechnen gestreckte Längen anhand der neutralen Faser.
- wählen manuelle Fertigungsverfahren (Sägen, Feilen, Bohren, Senken, Gewindeschneiden) und die dazugehörigen Werkzeuge aus und setzen diese im Zusammenhang mit dem fachpraktischen Unterricht ein.
- unterscheiden die Begriffe Messen und Lehren und setzen geeignete Prüfmittel ein.

<b>Lernfeld</b> <b>Fertigen von Bauelementen mit Maschinen</b>	<b>84 Std.</b> <b>fpL 24 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bereiten das maschinelle Herstellen von berufstypischen Bauelementen vor. Dazu werten sie Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und Stücklisten aus. Sie erstellen und ändern Teilzeichnungen und die dazugehörigen Arbeitspläne auch mithilfe von Anwendungsprogrammen.</p> <p>Sie wählen Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften aus und ordnen sie produktbezogen zu.</p> <p>Sie planen die Fertigungsabläufe, ermitteln die technologischen Daten und führen die notwendigen Berechnungen durch.</p> <p>Sie verstehen den grundsätzlichen Aufbau und die Wirkungsweise der Maschinen und wählen diese sowie die entsprechenden Werkzeuge auftragsbezogen unter Beachtung funktionaler, technologischer und wirtschaftlicher Kriterien aus und bereiten die Maschinen für den Einsatz vor.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Beurteilungskriterien, wählen Prüfmittel aus und wenden sie an, erstellen und interpretieren Prüfprotokolle.</p> <p>Sie präsentieren die Arbeitsergebnisse, optimieren die Arbeitsabläufe und entwickeln Alternativen. Dabei nutzen sie die modernen Medien und Präsentationsformen.</p> <p>In Versuchen erproben sie ausgewählte Arbeitsschritte und auch alternative Möglichkeiten und bewerten die Arbeitsergebnisse.</p> <p>Sie kennen die Einflüsse des Fertigungsprozesses auf Maße und Oberflächengüte. Sie setzen sich mit den Einflüssen auf den Fertigungsprozess auseinander und berücksichtigen dabei die Bedeutung der Produktqualität.</p> <p>Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes.</p>	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Technische Zeichnungen und Informationsquellen</p> <p>Fertigungspläne</p> <p>Funktionsbeschreibungen</p> <p>Auswahlkriterien für Prüfmittel und Anwendungen</p> <p>ISO-Toleranzen</p> <p>Oberflächenangaben</p> <p>Messfehler</p> <p>Bohren, Senken, Reiben, Fräsen, Drehen</p> <p>Funktionseinheiten von Maschinen und deren Wirkungsweise</p> <p>Standzeiten von Werkzeugen</p> <p>Fertigungsdaten und deren Berechnungen</p> <p>Kühl- und Schmiermittel</p> <p>Grundlagen des Qualitätsmanagements</p> <p>Werkzeug- und Maschinenkosten, Materialverbrauch, Arbeitszeit</p>	

## **Erläuterungen zum Lernfeld *Fertigen von Bauelementen mit Maschinen:***

Die Schülerinnen und Schüler

planen die Fertigung einfacher Bauteile und fertigen diese an konventionellen Maschinen (Fräsen, Bohren, Senken, Reiben, Drehen).

Dabei müssen sie

- die Funktionseinheiten von Maschinen bestimmen,
- die Eignung der Werkzeuge und Spannmittel beurteilen, auch hinsichtlich der Standzeit und der Zerspanungsbedingungen,
- den Fertigungsablauf in Bearbeitungsschritten unter Berücksichtigung der einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften planen und durchführen,
- die Schnittgeschwindigkeit aus technischen Unterlagen ermitteln, daraus die einzustellende Drehzahl sowie die dazu passende Zustellung und den Vorschub bestimmen und deren Einfluss auf Maßhaltigkeit (Allgemeintoleranzen, frei gewählte Toleranzen, ISO-Toleranzen) und Oberflächengüte ( $R_a$ ,  $R_z$ ) beurteilen,
- einen Überblick über die in der Fertigung eingesetzten Lehren (Grenzlehrdorn, Rachenlehre, Haarlineal) und Handmessmittel (Messschieber, Bügelmessschraube, Universalwinkelmesser) erhalten, diese auswählen und anwenden,
- werkstoff- und schneidstoffspezifische Kühl- und Schmierstoffe auswählen können.

Im Lernfeld *Herstellen von einfachen Baugruppen* der Jahrgangsstufe 10 werden laut Lehrplanrichtlinie bereits Kompetenzen im Bereich der Steuerungstechnik angebahnt. Das Lernfeld *Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme* baut in der Jahrgangsstufe 11 darauf auf.

<b>Lernfeld</b>	<b>84 Std.</b>
<b>Herstellen von einfachen Baugruppen</b>	<b>fpL 24 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler bereiten das Herstellen von einfachen Baugruppen vor. Dazu lesen sie berufstypische Gesamt- und Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und einfache Schaltpläne und können die Funktionszusammenhänge der Baugruppen beschreiben und erklären.</p> <p>Sie erstellen und ändern Teil- und Gruppenzeichnungen sowie Stücklisten und wenden Informationen aus technischen Unterlagen an. Auch unter Verwendung von Lernprogrammen planen sie einfache Steuerungen und wählen die entsprechenden Bauteile aus.</p> <p>Sie beschreiben die sachgerechte Montage von Baugruppen und vergleichen Montagevorschläge auch unter Anwendung fach- und englischsprachlicher Begriffe. Einzelteile werden systematisch und normgerechnet gekennzeichnet. Die Schülerinnen und Schüler verwenden Montageanleitungen und entwickeln Montagepläne unter Berücksichtigung von Montagehilfsmitteln und kundenspezifischen Anforderungen.</p> <p>Sie unterscheiden Fügeverfahren nach ihren Wirkprinzipien und ordnen sie anwendungsbezogen zu.</p> <p>Sie wählen die erforderlichen Werkzeuge, Normteile und Vorrichtungen produktbezogen aus und organisieren einfache Montagearbeiten im Team.</p> <p>Sie entwickeln Prüfkriterien für Funktionsprüfungen, erstellen Prüfpläne und Prüfprotokolle und dokumentieren und präsentieren diese. Sie bewerten Prüfergebnisse, beseitigen Qualitätsmängel, optimieren Montageabläufe und berücksichtigen deren Wirtschaftlichkeit.</p> <p>Sie beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes.</p>	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Teil-, Gruppen- und Gesamtzeichnungen, Anordnungspläne</p> <p>Technische Informationsquellen</p> <p>Funktionsbeschreibungen</p> <p>Stücklisten und Montagepläne</p> <p>Montagebeschreibungen</p> <p>Werkzeuge, Vorrichtungen</p> <p>Werk-, Hilfs- und Zusatzstoffe</p> <p>Grundlagen des kraft-, form- und stoffschlüssigen Fügens</p> <p>Normteile</p> <p>Grundlagen des Qualitätsmanagements</p> <p>Funktionsprüfung</p>	

Kraft- und Drehmomentberechnungen Grundlagen der Steuerungstechnik Arbeitsorganisation und Arbeitsplanung Montagekosten
--

### **Erläuterungen zum Lernfeld *Herstellen von einfachen Baugruppen*:**

Die Schülerinnen und Schüler

- lesen Gesamtzeichnungen und erklären die Funktion einer Baugruppe.
- wählen Normteile (Schrauben, Schraubensicherungen, Muttern, Stifte, Passfedern, Keile, Scheiben) mithilfe des Tabellenbuchs aus und unterscheiden diese nach den Wirkprinzipien des Fügens.
- unterscheiden Gewindearten (Metrisches Regel- und Feingewinde, Trapez- und Whitworth-Gewinde) und werten die Normangaben mithilfe des Tabellenbuchs aus.
- erstellen Montage- und Demontagepläne und wählen hierfür geeignete Werkzeuge und Hilfsmittel aus.
- führen Berechnungen zu Schraubenkraft, Drehmoment und Hebelgesetz durch.
- bestimmen die Streckgrenze und die Mindestzugfestigkeit aus der Festigkeitsklasse.
- unterscheiden die Begriffe Steuern und Regeln.
- benennen Baugruppen einer Druckluftanlage und erläutern deren Funktionsweise.
- lesen einfache vorgegebene pneumatische Schaltpläne und bauen diese auf (bis zwei Zylinder, zeit- und wegabhängige Steuerungen).
- erstellen einfache pneumatische Schaltpläne nach vorgegebenen Aufgabenstellungen und bauen diese Schaltungen funktionsfähig auf.

<b>Lernfeld</b> <b>Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen</b>	<b>72 Std.</b> <b>fpL 24 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler fertigen auftragsbezogen unter Berücksichtigung des Arbeits- und Umweltschutzes Werkstücke aus verschiedenen Werkstoffen auf Werkzeugmaschinen.</p> <p>Sie entnehmen Gruppenzeichnungen, Teilzeichnungen, Skizzen und Stücklisten die notwendigen Informationen. Sie erstellen und ändern Skizzen und Teilzeichnungen auch mithilfe von Anwendungsprogrammen. Die Schülerinnen und Schüler wählen unter technologischen Aspekten geeignete Fertigungsverfahren aus. Sie entscheiden, ob vor der spanenden Fertigung Verfahren zum Ändern von Stoffeigenschaften durchgeführt werden müssen. Sie legen notwendige technologische Daten fest und wählen die erforderlichen Hilfsstoffe aus. Für das gewählte Fertigungsverfahren erstellen sie Arbeitspläne, wählen Spannmittel für Werkstücke und Werkzeuge aus und richten die Maschine zur Fertigung ein.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Prüfpläne auf der Grundlage der Vorschriften zum Qualitätsmanagement. Sie wählen Prüfmittel aus, führen und interpretieren Prüfprotokolle. Sie dokumentieren und präsentieren die Arbeitsergebnisse, bewerten sie und entwickeln Alternativen.</p> <p>Sie untersuchen die Einflüsse des Fertigungsprozesses auf Maße, Oberflächengüte und Form. Sie ermitteln die Fertigungskosten und beurteilen die Wirtschaftlichkeit der ausgewählten Fertigungsverfahren.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler begründen ihre Entscheidungen und reagieren sachbezogen auf Kritik an ihrer Arbeit.</p>	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Technische Informationsquellen</p> <p>Spanende Fertigungsverfahren</p> <p>Bearbeitungsparameter</p> <p>Schneidstoffe</p> <p>Werkstoffnormung</p> <p>Glühverfahren</p> <p>Hauptnutzungszeit</p> <p>Kühlschmierstoffe</p> <p>Prüfanweisungen</p> <p>Prüfmittelauswahl und -überwachung</p> <p>Attributive und variable Prüfmerkmale</p> <p>Form- und Lagetoleranzen</p>	

**Erläuterungen zum Lernfeld *Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen*:**

Die Schülerinnen und Schüler

- entschlüsseln die Normbezeichnung von Stählen, Gusseisenwerkstoffen und Nichteisenmetallen, bestimmen anhand der Legierungselemente deren Eigenschaften und leiten Verwendungsmöglichkeiten ab.
- wählen Werkzeuge und Schneidstoffe beim Bohren, Drehen und Fräsen fachgerecht (Spanbildung, Wirtschaftlichkeit, Oberflächengüte, Maßhaltigkeit) aus.
- führen Berechnungen zu Hauptnutzungszeit beim Bohren, Drehen und Fräsen unter Zuhilfenahme technischer Informationsquellen durch.
- ermitteln Zerspanungsparameter für das Schruppen und das Schlichten (aus der Schnittgeschwindigkeit: Vorschub, Drehzahl) beim Drehen und Fräsen.
- berechnen die Schnittkraft und daraus folgend die Antriebsleistung der Maschine beim Drehen.
- erstellen Arbeitspläne für das Fertigen von Werkstücken auf konventionellen Werkzeugmaschinen und wählen geeignete Spann- und Hilfsmittel aus.
- überprüfen die erstellten Arbeitspläne während der Fertigung.
- berücksichtigen bei der Fertigung die geforderten geometrischen Toleranzen.
- wählen Prüfmittel aus, erstellen Prüfpläne und werten Prüfprotokolle aus.
- erläutern die Stufen der Prüfmittelüberwachung.

<b>Lernfeld</b>	<b>60 Std.</b>
<b>Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer</b>	<b>SystemefpL 24 Std</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler installieren steuerungstechnische Systeme und nehmen sie in Betrieb.</p> <p>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.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler planen und realisieren den Aufbau der Steuerung. Sie nehmen das steuerungstechnische System unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzes in Betrieb. Sie entwickeln Strategien zur Fehlersuche und zur Optimierung des steuerungstechnischen Systems und wenden diese an.</p> <p>Sie dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse auch unter Verwendung von geeigneten Anwendungsprogrammen.</p>	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Technologieschema</p> <p>Pneumatische und hydraulische Leistungsteile</p> <p>Versorgungseinheit</p> <p>Sensoren</p> <p>Stoff-, Energie-, Informationsfluss</p> <p>Stromlaufpläne</p> <p>Druckmedien</p> <p>Drücke, Kräfte, Geschwindigkeiten, Volumenstrom</p> <p>Betriebsarten</p> <p>Anlagensicherheit</p>	

## **Erläuterungen zum Lernfeld *Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme*:**

Die Schülerinnen und Schüler

- vergleichen pneumatische und hydraulische Leistungsteile einer Steuerung.
- lösen selbstständig pneumatische und elektropneumatische Aufgabenstellungen, zeichnen dazugehörige Schaltpläne und realisieren die Schaltungen (Stromlaufpläne, Sensoren, Technologieschema, Grafcet).
- wenden Strategien zur Fehlersuche an.
- berechnen Druck, Kolbenkraft, Kolbengeschwindigkeiten und Luftverbrauch pneumatischer Zylinder auch mithilfe von Tabellen und Diagrammen.

<b>Lernfeld</b> <b>Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen</b>	<b>60 Std.</b> <b>fpL 12 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler fertigen Bauelemente durch Einzel- und Serienfertigung auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Sie lesen und erstellen Skizzen und Teilzeichnungen und entnehmen ihnen die erforderlichen Informationen für die CNC-Fertigung.</p> <p>Sie ermitteln die technologischen und geometrischen Daten für die Bearbeitung und erstellen Arbeits- und Werkzeugpläne. Die Schülerinnen und Schüler planen die Einspannung für Werkstücke und Werkzeuge und richten die Werkzeugmaschine ein. Sie entwickeln CNC-Programme auch durch grafische Programmierverfahren und überprüfen sie durch Simulationen.</p> <p>Unter Anwendung ausgewählter Elemente des Qualitätsmanagements erstellen sie Prüfpläne auch im Hinblick auf die Serienfertigung. Sie wählen Prüfmittel aus, bewerten die Prüfergebnisse und optimieren auf dieser Grundlage den Fertigungsprozess, indem sie die Einflüsse der Fertigungsparameter auf Maße, Oberflächengüte und Produktivität berücksichtigen.</p> <p>Sie beachten die Bestimmungen des Arbeitsschutzes an CNC-Maschinen.</p>	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Koordinatenbemaßung</p> <p>Arbeitsplan, Werkzeugplan, Einrichteblatt</p> <p>Aufbau und Funktion von CNC-Maschinen</p> <p>Koordinatensysteme</p> <p>Bezugspunkte</p> <p>Geometriedaten</p> <p>Technologiedaten</p> <p>Programmaufbau</p> <p>Werkzeugkorrekturen</p> <p>Attributive und variable Merkmalsprüfung</p>	

**Erläuterungen zum Lernfeld *Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen*:**

Die Schülerinnen und Schüler

- erstellen CNC-gerechte Zeichnungen und Skizzen.
- vergleichen den Aufbau und die Funktion von CNC-Maschinen mit konventionellen Zerspanungsmaschinen (Wegmess-Systeme, Antriebsspindeln, Antriebsmotoren, Bearbeitungslage bei Drehmaschinen).
- ermitteln oder berechnen die für die Zerspanung notwendigen technologischen und geometrischen Daten und Anweisungen.
- erstellen Arbeitspläne, Werkzeugpläne und Einrichteblätter für die CNC-Fertigung.
- stellen unterschiedliche Koordinatensysteme gegenüber.
- erklären Null- und Bezugspunkte der CNC-Technik und ordnen diese zu.
- ermitteln die Werkzeugkorrekturen.
- erstellen CNC-Programme (3-Achs-Bearbeitung beim Fräsen: Werkzeugbahnkorrektur, Bohr- und Gewindezyklen, Langloch- und Taschenfräszyklen oder 2-Achs-Bearbeitung beim Drehen: Schneidenradiuskompensation, Bearbeitungszyklen) und überprüfen diese mittels Simulation.
- fertigen einfache Werkstücke nach Zeichnung.
- bewerten ihre Fertigungsergebnisse.

<b>Lernfeld</b> <b>Überwachen der Produkt- und Prozessqualität</b>	<b>60 Std.</b> <b>fpL 12 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler überwachen die Produkt- und Prozessqualität und führen Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen nach Auftrag und Anweisung durch. Sie planen die Durchführung, nehmen Prozessdaten auf und bewerten die ermittelten Kenngrößen auch mithilfe von Grafiken. Sie unterscheiden systematische von zufälligen Einflussgrößen und ermitteln diese für ausgewählte Prozesse anhand von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen. Die Schülerinnen und Schüler wenden statistische Verfahren der Qualitätssicherung in der laufenden Produktion auch unter Verwendung von Anwendersoftware an. Sie dokumentieren die Einhaltung der Prozess- und Produktqualität nach Kundenvorgaben. Sie überwachen den Produktionsprozess mit Methoden der Qualitätssicherung in der Massen- und Serienfertigung. Dabei nehmen sie Prozesskenngrößen für variable und attributive Produktmerkmale auf und führen und interpretieren Prozessregelkarten. Sie dokumentieren den zeitlichen Verlauf eines Prozesses und leiten aus den Qualitätsdaten Korrekturmaßnahmen am Prozess ab.</p> <p>Sie präsentieren Qualitätsdaten, diskutieren Konsequenzen für den Produktionsprozess und sichern die Ergebnisse.</p>	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Qualitätsnormen</p> <p>Statistische Prozessregelung</p> <p>Qualitätsregelkarten</p> <p>Ursache-Wirkungs-Diagramme</p> <p>Maschinenfähigkeitsindizes</p> <p>Prozessfähigkeitsindizes</p> <p>Normalverteilung</p> <p>Histogramme</p> <p>Standardabweichung, arithmetischer Mittelwert, Medianwert, Spannweite</p> <p>Prüfanweisungen</p>	

## Erläuterungen zum Lernfeld *Überwachen der Produkt- und Prozessqualität:*

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Grundsätze des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9000 ff. (Kundenwunsch, Unternehmensinteressen, Ergebnisdokumentation, Prüfmittelüberwachung, Zuliefererzertifizierung).
- erklären den Qualitätskreis zur Erreichung der Produktqualität.
- berücksichtigen die Zehnerregel und verfolgen das Prinzip der Null-Fehler-Strategie.
- ergründen Fehlerursachen anhand quantitativer und qualitativer Qualitätsmerkmale. Sie unterscheiden die zufälligen und systematischen Fehler eines Fertigungsprozesses.
- führen Fehlersammelkarten und entwickeln aus ihnen Pareto diagramme nach den Kriterien Häufigkeit und Kosten. Sie entnehmen daraus die häufigsten Fehlerursachen und wenden die 80-20-Regel an.
- ermitteln den Modalwert bei nominalskalierten, den Medianwert bei ordinalskalierten Verteilungen und berechnen den arithmetischen Mittelwert bei intervallskalierten Verteilungen. (Die Schülerinnen und Schüler müssen nicht die Begriffe nominalskaliert, ordinalskaliert und intervallskaliert kennen.)
- erkennen anhand der Messergebnisse eine Normalverteilung als Ergebnis von symmetrischen und unabhängigen Fertigungsschritten. Sie verwenden die Eigenschaften der Normalverteilung so lange, bis Zweifel an den Statistiken auftauchen.

Hinweise:

- symmetrische Fertigungsschritte: Abweichung des Messwerts nach oben und unten gleich wahrscheinlich
- unabhängige Fertigungsschritte: Ein Messergebnis hängt weder von seinem Vorgänger noch von seinem Nachfolger ab.
- Fertigungsschritte (eigentlich „Ereignisse“)
- beurteilen die Produktionsmittel und den Prozess mittels (kritischer) Maschinen- und Prozessfähigkeitsanalyse. Sie wählen die Fertigungsparameter so, dass mit Mittelwert und Standardabweichung die geforderte Qualität erreicht wird.
- führen und lesen Qualitätsregelkarten. Sie reagieren auf das Überschreiten von Warn- und Eingriffsgrenzen. Dazu erkennen sie als typische Ereignismuster den Run, den Trend, den Middle Third und die Periode.
- erkennen Ursache-Wirkungs-Diagramme (Ishikawa-Diagramme) und werten diese aus.
- unterscheiden zwischen 100%-Prüfung und Stichprobenprüfung.
- erstellen Prüfpläne zum Wareneingang, für den Fertigungsprozess und die Endkontrolle.

<b>Lernfeld</b>	<b>48 Std.</b>
<b>Montieren von technischen Teilsystemen</b>	<b>fpL 12 Std.</b>
<b>Zielformulierung</b>	
<p>Die Schülerinnen und Schüler planen die Montage von technischen Teilsystemen. Mithilfe von technischen Zeichnungen, Anordnungsplänen und Stücklisten führen sie eine Funktionsanalyse durch.</p> <p>Sie erstellen Montagepläne unter Berücksichtigung von Funktionen und Eigenschaften der Bauelemente.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die für die Montage notwendigen Kennwerte, wählen die erforderlichen Werkzeuge und Hilfsmittel aus und montieren die Baugruppen.</p> <p>Sie führen die Funktionskontrolle durch und erstellen Prüfprotokolle. Sie bewerten Prüfergebnisse, optimieren Montageabläufe und berücksichtigen deren Wirtschaftlichkeit.</p> <p>Sie dokumentieren und präsentieren die Arbeitsergebnisse. Dabei wenden sie verschiedene Formen der Visualisierung an.</p>	
<b>Inhalte</b>	
Achsen und Wellen	
Gleitlager	
Wälzlager	
Führungen	
Dichtungen	
Reibung, Wärmedehnung	
Welle-Nabe-Verbindungen	
Flächenpressung	
Festigkeitskenngrößen	
Passungsarten	
Passungssysteme	

**Erläuterungen zum Lernfeld *Montieren von technischen Teilsystemen*:**

Die Schülerinnen und Schüler

- erklären die Aufgaben von Achsen und Wellen.
- beschreiben den Aufbau und die Eigenschaften von Gleit- und Wälzlagern und wählen Lager für einfache Aufgabenstellungen aus.
- berechnen Auflagerkräfte.
- berechnen Längenänderungen bei Wärmeeinfluss.
- unterscheiden Reibungszustände und Reibungsarten und berechnen Reibkräfte.
- unterscheiden Welle-Nabe-Verbindungen, Führungen und Dichtungen und setzen diese fachgerecht ein.
- interpretieren Spannungs-Dehnungs-Diagramme und ordnen diese verschiedenen Werkstoffen zu.
- unterscheiden Belastungsfälle (ruhend, schwellend, wechselnd) und Beanspruchungsarten (Zug, Druck, Flächenpressung, Abscherung) und berechnen die zugehörigen Spannungen auch unter Berücksichtigung einer konstruktiven Sicherheit.
- bestimmen die Passungssysteme EHW und EHB und wenden diese an.
- ordnen bei gegebenen ISO-Toleranzen die Passungsart zu (Spiel-, Übergangs- und Übermaßpassung) und berechnen diese.
- erstellen Montage-/Demontagepläne und führen die geplanten Tätigkeiten fachgerecht aus.

<b>Lernfeld</b> <b>Instandsetzen von technischen Systemen</b>	<b>36 Std.</b> <b>fpL 12 Std.</b>
<p><b>Zielformulierung</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler setzen technische Systeme instand. Sie planen Instandsetzungsmaßnahmen für technische Systeme unter Berücksichtigung betrieblicher und wirtschaftlicher Forderungen. Dazu beschaffen sie die notwendigen technischen Informationen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler demontieren Teilsysteme in Baugruppen und Bauelemente unter Berücksichtigung der jeweiligen Schnittstellen und wählen die erforderlichen Werkzeuge und Hilfsmittel aus.</p> <p>Sie analysieren Fehler und dokumentieren diese. Sie ermitteln die zu ersetzenden Bauelemente, planen die Ersatzbeschaffung und wählen geeignete Hilfs- und Betriebsstoffe aus. Sie ersetzen die defekten Bauelemente und montieren das System.</p> <p>Während der Instandsetzung entscheiden sie, ob und welche Unterstützung von anderen Fachabteilungen notwendig ist.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler prüfen die Funktion und bereiten die Abnahme vor.</p> <p>Sie planen die fachgerechte Entsorgung der defekten Teile und der verbrauchten Hilfsstoffe. Sie wenden die Bestimmungen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz an.</p>	
<p><b>Inhalte</b></p> <p>Gesamtzeichnungen</p> <p>Schaltpläne</p> <p>Zustands- und ausfallbedingte Instandsetzung</p> <p>Stillstandszeiten, Ausfallkosten</p> <p>Abnutzungsvorrat</p> <p>Verschleiß</p> <p>Schmierstoffe</p> <p>Fehleranalyse</p> <p>Instandsetzungsvorschriften</p> <p>Inspektionsberichte</p> <p>Ersatzteillisten</p> <p>Montage-/Demontagepläne</p> <p>Abnahmeprotokoll</p>	

**Erläuterungen zum Lernfeld *Instandsetzen von technischen Systemen*:**

Die Schülerinnen und Schüler

- unterscheiden zustands- und ausfallbedingte Instandsetzung.
- ermitteln Verschleißmechanismen anhand von Schadensbildern.
- ermitteln notwendige Ersatzteile und planen deren Beschaffung.
- wählen geeignete Hilfs- und Betriebsstoffe aus.
- kennen Eigenschaften und Verwendung von Schmierstoffen und setzen diese fachgerecht ein.
- wenden geeignete Strategien zur Fehlersuche an.
- erstellen zur Vorbereitung der Instandsetzung einen Demontageplan der defekten Baugruppe.
- führen eine Instandsetzung nach vorgegebenem Plan durch, erstellen ein Abnahme- und Prüfprotokoll und dokumentieren die Instandsetzungsmaßnahmen.